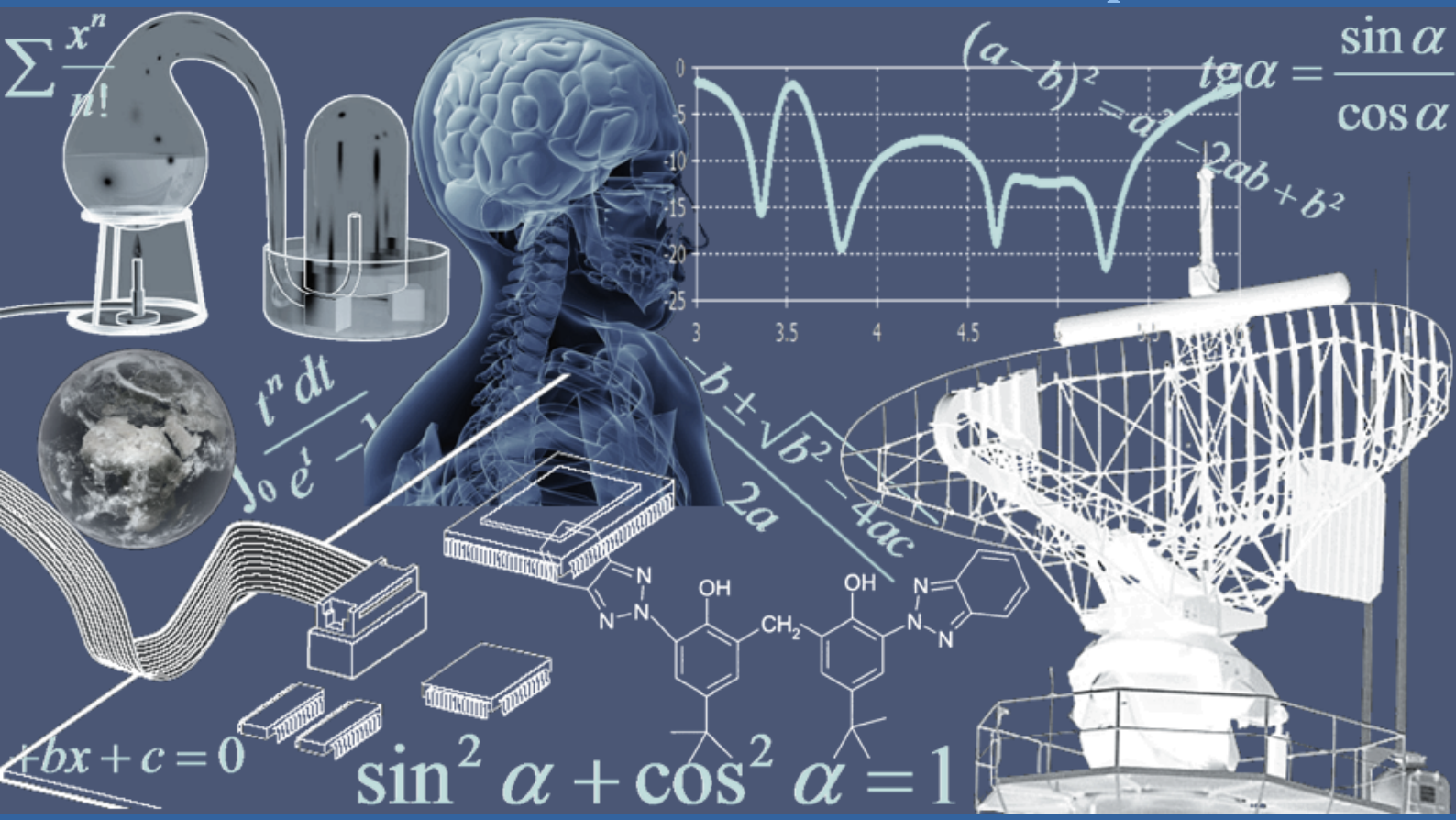
ISSN: 2028-9324
CODEN: IJIABO
Impact Factor: 6.71

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 40 N. 3 September 2023



International Peer Reviewed Monthly Journal

Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.issr-journals.org/

International Journal of Innovation and Applied Studies

International Journal of Innovation and Applied Studies (ISSN: 2028-9324) is a peer reviewed multidisciplinary international journal publishing original and high-quality articles covering a wide range of topics in engineering, science and technology. IJIAS is an open access journal that publishes papers submitted in English, French and Spanish. The journal aims to give its contribution for enhancement of research studies and be a recognized forum attracting authors and audiences from both the academic and industrial communities interested in state-of-the art research activities in innovation and applied science areas, which cover topics including (but not limited to):

Agricultural and Biological Sciences, Arts and Humanities, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Business, Management and Accounting, Chemical Engineering, Chemistry, Computer Science, Decision Sciences, Dentistry, Earth and Planetary Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Environmental Science, Health Professions, Immunology and Microbiology, Materials Science, Mathematics, Medicine, Neuroscience, Nursing, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics, Physics and Astronomy, Psychology, Social Sciences, Veterinary.

IJIAS hopes that Researchers, Graduate students, Developers, Professionals and others would make use of this journal publication for the development of innovation and scientific research. Contributions should not have been previously published nor be currently under consideration for publication elsewhere. All research articles, review articles, short communications and technical notes are pre-reviewed by the editor, and if appropriate, sent for blind peer review.

Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Editorial Advisory Board

Amir Samimi, Ph.D. of Science in Chemical engineering, Process Engineer & Risk Specialist of Oil and Gas Refinery Company, Iran
Mahsa Ja'fari, Department of Chemical Engineering, Abadan Faculty of Petroleum, Petroleum University of Technology, Abadan, Iran
Alin Velea, Paul Scherrer Institute, Switzerland
Kamyar Hasanzadeh, Aalto University, Finland
Ogbonnaya N. Chidibere, University of East Anglia, United Kingdom
Oumair Naseer, University of Warwick, United Kingdom
Wei Zheng, University of Texas Health Science Center at San Antonio, USA
Hu Zhao, University of Southern California, USA
Haijian Shi, Kal Krishnan Consulting Services, Inc, USA
Syed Ainul Abideen, University of Bergen, Norway
Malika Maataoui, Mohammed V University, Morocco
Fabio De Felice, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Giovanni Leonardi, Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy
Siham El Gouzi, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, Spain
Mohamed KOSSAÏ, European Business School EBS Paris, France
Mustafa Batuhan AYHAN, Marmara University, Turkey
Andrzej Klimczuk, Warsaw School of Economics, Poland
Corinthias P. M. Sianipar, Tokyo University of Science, Japan
Irfan Jamil, Sinohydro Engineering, China
Sukumar Senthilkumar, Chonbuk National University, South Korea
Bratu (Simionescu) Mihaela, Bucharest University of Economic Studies, Romania
Mirela Maria Codescu, National Institute for R&D in Electrical Engineering ICPE-CA, Romania
Milen Zamfirov, St. Kliment Ohridski Sofia University, Bulgaria
Svetoslava Saeva, Neofit Rilski South-West University, Bulgaria
Dimitris Kavroudakis, University of the Aegean, Greece
Vaitsa Giannouli, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
Nataša Pomazalová, Mendel University in Brno, Czech Republic
Hazem M. Shaheen, Damanhour University, Egypt
Shalini Jain, Manipal University Jaipur, India
Amin Jula, National University of Malaysia, Malaysia
Mahdi Moharrampour, Islamic Azad University, Buin zahra Branch, Iran
Ricardo Rodriguez, Technological University of Ciudad Juarez, Mexico
Yuniel E. Proenza Arias, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
Elizabeth Bissell Miller, University of Missouri, Columbia
Bertin Désiré SOH FOTSING, University of Dschang, Cameroon
Antonella Petrillo, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Hong Zhao, The Pennsylvania State University, USA
Jianjun Chen, The University of Chicago, USA
Shaju George, Royal University for Women, Kingdom of Bahrain
Chandrasekaran Subramaniam, Kumaraguru College of Technology, India
Ilango Velchamy, New Horizon College of Engineering, India
M. Kumaresan, M.P.N.M.J. Engineering College, India
Mohammad Valipour, University of Tehran, Iran
Mohameden Sidi El Vally, King Khalid University, KSA
Mona Hedayat, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, USA
Suresh Kumar Alla, Advanced Medical Technologies, BD Technologies, USA
Ahmed Hashim Mohaisen Al-Yasari, Babylon University, Iraq
Aziz Ibrahim Abdulla, Tikrit University, Iraq
Khalid Mohammed Shaheen, Technical College of Mosul, Iraq
Baskaran Kasi, Kuala Lumpur Infrastructure University College, Malaysia
Nurul Fadly Habidin, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Adnan Riaz, Allama Iqbal Open University, Pakistan
Syed Noor Ul Abideen, KPK Agricultural University, Pakistan
Arab Karim, M'Hammed Bougara University of Boumerdes, Algeria
Zoubir Dahmani, UMAB University of Mostaganem, Algeria
Mohsen Brahmi, Sfax University, Tunisia
Mongi Besbes, University of Carthage, Tunisia
Mai S. Mabrouk, Misr University for Science and Technology, Egypt
Olfat A Diab Kandil, Misr University for Science and Technology, Egypt

Munir Ahmed G. Timol, Veer Narmad South Gujarat University, India
Saravanan Vasudevan, Arunai Engineering College, India

Table of Contents

La régression linéaire et la prédiction de l'inflation monétaire: Application à l'intention de la Banque Centrale du Congo (RDC) 573-581

KABEYA TSHISEBA Cedric, Christ TSUNGU MIJIMBU, Glad LUFIMPU, and Christian MUABI KATENDA

Discrimination et caractérisation des stades de la reconstitution post-culturale: Cas du secteur sub-soudanais ivoirien, Département de Dianra, Nord-ouest de la Côte d'Ivoire 582-592

N'Guessan Olivier Yao, GOULI GNANAZAN Zinsi Roseline, Anny Estelle N'Guessan, Mamadou SANGARE, and Kouakou Edouard N'GUESSAN

Effets du paiement des prestations sociales par la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS) sur la vie socioéconomique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu en République Démocratique du Congo 593-612

Makelele Masirika Emmanuel

Évaluation des risques sanitaires liée à l'utilisation de l'eau de pluie récupérée et stockée dans une cuve en béton: Cas du site de stockage Ivory sud, Fianarantsoa, Madagascar 613-621

Andry Hariniaina RABEARISOA, Anasthasie Miharisoa JIBO, Hajandrainy RABEARISOA, Bruno RAZANAMPARANY, Sedravola Nasolo RANDIMBIARISON, Ravo Victoire NASOLOMAMPIONONA, and Faralahy Paul RAMALAZA

La prévalence de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de 5 ans et facteurs associés en milieu rural: Cas de la zone de santé de Vaku en 2020 622-632

Nono Koka Ngombe, Junior Biankadi Ndudi, Jospin Mbele Nguvulu, Flavien Nimi Nsungu, Eric Mukomena Sompwe, and Ghislain Mashini Ngongo

La mesure de la capacité dynamique: Cas des PME Marocaine 633-653

Hicham Achelhi

Programmation en C-sharp d'un logiciel d'enregistrement des parcelles au ministère des affaires foncières dans la ville de Lubumbashi/Haut-Katanga 654-670

KASONGO NYANGE Franck and SOMBODI BIN SELEMANI Chris

Promotion de l'autoformation des étudiants et la consultation des ressources via un site web dynamique à l'Institut Supérieur Pédagogique 671-685

SOMBODI BIN SELEMANI Chris

Diversity and availability of woodfuel used in rural areas by Koulango and Lobi populations on Eastern periphery of Comoé National Park (Côte d'Ivoire) 686-697

Yao Bertin KOUAKOU, Kanga Justin KOUASSI, Affia Sonmia Francia KOSSONOU, N'Guessan Achille KOFFI, Djah François MALAN, and BAKAYOKO Adama

Vision de l'ékistique au 21è Siècle à la lumière de la Charte d'Athènes et d'Agenda 21: Enjeu du développement urbain durable 698-705

Jean Rufin Munkuamo Gonzaleze

Les inondations meurtrières à Kinshasa: Diagnostic et stratégies préventives intégrées pour la réduction des risques de catastrophes naturelles 706-722

Jean Rufin MUNKUOMO GONZALEZE

Perception on post-harvest practices and storage constraints of tamarind fruits, Tamarindus indica L. in the Hauts Bassins and Centre regions of Burkina Faso 723-734

Kilo Francine Marina Ki, Koï Wenceslas Kam, Siébou François Kambou, Oswald Gilbert Dingtoumda, Antoine Sanon, and Zakaria Ilboudo

Use of dissolved gas analysis methods as tools for monitoring the state of health of power transformers installed on the electrical network in the northern shore of the large metropolis of Abidjan 735-745

Gnoléba Célestin Bogui, Koutoua Simon Kassi, and Zié Yéo

Essai préliminaire de caractérisation phénotypique et zootechnique des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët pour la boucherie dans la ville d'Abidjan 746-753

Bi Irie Van Dexter Youan, Moussa Komara, Yapo Akaffou, and Komissiri Dagnogo

Mutuelles de Solidarité: Une microfinance africaine pour combattre la pauvreté et l'exclusion financière en Ituri (RDC) 754-769

Kabongo Kabongo Dieudonné

Application web pour l'évaluation des enseignements et enseignants par les étudiants dans un établissement supérieur et universitaire 770-777

Byaruhanga Bamaraki Moïse

Simulation du fonctionnement du réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP) des localités de Bébouo-Sibouo, Zaliouhan et Krébléguhé dans la Sous-Préfecture de Gadouan (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) à l'aide du logiciel Epanet 778-791

Arthur Brice Konan-Waidhet, Affoué Berthe Yao, OUEDE Gla Blaise, Tanoh Jean-Jacques Koua, and Dibi Brou

Transport informel: Les accidents de la circulation parmi les conducteurs de mototaxi à Thiès au Sénégal 792-799

Bocar Baïla Diédhiou, Armandine Eusébia Roseline Diatta, Habib Toure, Daour Ndoye, and Mor Ndiaye

Proposed technical treatments to produce aesthetically and functionally appropriate clothing for children with motor disabilities (cerebral palsy) 800-816

Amal Abdullah Albishri

L'Afrique a-t-elle connu de véritables idéologies ? Leurs problématiques, enjeux et perspectives 817-827

Bernard Kateta Balibuno, Laurence Cishugi Njabuka, Belthazard Ahadi Kacelewa, and Georges Mushagalusa Mudekereza

Les devoirs du Prince Machiavélien 828-839

Bernard Kateta Balibuno

Prévalence des parasites gastro-intestinaux des antilopes au Parc National de Kahuzi-Biega et des caprins élevés aux alentours 840-849

Emmanuel Bisimwa Balungwe, Débora Furaha Munguromo, Luis Flores, Ntwali Victor MITUGA, and Prince Kaleme Kishwele

Contrôle sanitaire des viandes livrées à la consommation dans la ville de Bukavu (RD Congo) et leurs conséquences sur la santé publique 850-861

Ntwali Victor MITUGA, E. B. Bisimwa, J. N. Bahwinja, A. L. Aksanti, V. N. Mulema, A. A. Lina, A. K. Cubaka, and D. M. Katunga

Effets anesthésiques de la Kétamine en combinaison avec Xylazine et Diazepam: Etude de cas chez le chien (Canis familiaris) 862-876

A. M. Ntayeolushamungu, F. B. Murhula, T. C. Heri, M. N. Mirindi, E. K. Balyahamwabo, P. N. Mugisho, B. M. Kaboza, Ntwali Victor MITUGA, and D. M. Katunga

Grossesse sur cicatrice de césarienne: A propos d'un cas 877-881

Halim Hajare, Belhaouz Ismail, Khtira Ayoub, Abdelaziz BAIDADA, Lakhdar Amina, and Etber Amina

Les déterminants de l'accès à l'eau potable en milieu rural au Burkina Faso: Cas de la commune rurale de SAABA 882-905

Samuel Yonkeu and Finlé BITIE

Impact of waste treatment methods used in urban agriculture on environmental pollution risks and producer health 906-913

Issaka SENOU, Hamza Ouedraogo, Boukaré Nacanabo, and Hassan Bismarck NACRO

Analyse de l'utilisation des anti-tiques chez les bovins par les éleveurs dans le département de Korhogo (Côte d'Ivoire) 914-921

Coulibaly Fatoumata, Seme Kpassi, Aboly Nicolas, Coulibaly Zonzéréké, M'Bari K. Benjamin, and Soro Yadé René

Tele-petrography in the quantitative evaluation of petrophysical characteristics of reservoir rocks with the terra package: The case of sandstones 922-939

Assale Fori Yao Paul, DANUMAH Jean Homian, Kouao Assiè François Aristide, Mondé Sylvain, and KPLOHI Yaba Hervé

Gestion de l'eau agricole de petites et moyennes retenues au Burkina Faso: Cas de Mogtedo 940-955

Farid Traoré, Sié Palé, Jérôme Compaoré, Joachim BONKOUNGOU, Cyrille Bassolo Baki, Aïda Zaré, Joost Wellens, B. V. C. Adolphe Zangré, and Bernard Tychon

Informatisation du système d'aide touristique dans la ville de Lubumbashi et ses environs en RDC 956-964

Elie MWEZ RUBUZ, Bazin NSHIMBA ILUNGA, Dédale Numbi wa Banza, Amand Mutombo Lwamba, Nsenga wa Mbayo Kapini, Guillaume Kasongo Kamwanya, and Sartre Mukamba Ngoy

Informatisation du système de contrôle et identification des élèves sur l'étendue nationale par le SERNIE en RDC 965-973

Bazin NSHIMBA ILUNGA, Elie MWEZ RUBUZ, Dédale Numbi wa Banza, Amand Mutombo Lwamba, Nsenga wa Mbayo Kapini, Guillaume Kasongo Kamwanya, and Sartre Mukamba Ngoy

Analyse du développement du secteur financier et économique de la République Démocratique du Congo de 1980 à 2016 974-983

Patient KAYEMBE NYEMBO

Évaluation de la productivité de différentes variétés de Manioc local cultivées dans le territoire de Kabongo: Cas du village Mukola 984-993

Amand Mutombo Lwamba

Priorisation de déterminants sociaux de la santé de partants volontaires de la GCM en RDC 994-1006

Jacques BAJIKA KALOMBO

Etude du mouvement d'une particule chargée en électrodynamique 1007-1015

KISOKI MBUNGA Henri

Application des essais géotechniques utilisés en construction routière aux sols latéritiques de Samo et de Songon (Bassin sédimentaire ivoirien) 1016-1031

Abalé Martial Grehoa, Conand Honoré KOUAKOU, Koffi Clément KOUADIO, Souleymane Ouattara, Aka Alexandre Assande, and Edjikémé Emeruwa

Simulation de la propagation des crues dans la plaine d'inondation de la vallée du fleuve Sénégal 1032-1043

Yaya Dieme, Mamadou Bop, and Vieux Boukhaly Traore

Étude sur le comportement d'un filtre passe bande en basse fréquence et haute fréquence 1044-1051

KISOKI MBUNGA Henri

Système de transport d'énergie électrique en courant alternatif et en courant continu: Avantages, Inconvénients, Critères de choix 1052-1068

KADIATA MUTEBA Jean De Dieu and KASONGO MONGA MUSWA Daniel

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 573-581
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

La régression linéaire et la prédiction de l'inflation monétaire: Application à l'intention de la Banque Centrale du Congo (RDC)

[Linear regression and prediction of monetary inflation: Application for the Central Bank of Congo (DRC)]

KABEYA TSHISEBA Cédric, Christ TSUNGU MIJIMBU, Glad LUFIMPU, and Christian MUABI KATENDA

Université Pédagogique Nationale (UPN), RD Congo

Copyright © 2023 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: With the advent of automatic learning methods and the exponential growth of computer power, several things are being facilitated, in particular the prediction of certain behaviors, made by banking establishments.
Although some prediction tools such as Excel are nowadays used by some of our establishments, we find that machine learning remains unused so far, even less with all its power, yet many advantages and opportunities present themselves to it. use.
We argue that elsewhere, experiments based on machine learning, in other words automatic learning, are more than topical, even more so in the banking sector. We are therefore going through this experience, to propose as an illustration and educational, for our local banking establishments, an activity of prediction of monetary inflation, using the power of artificial intelligence.
The prediction in question here will be made on the basis of a set of data collected from a few banks in the city-province of Kinshasa, and particular emphasis will be placed on general consumer price indices.
It is important to note that the prediction in question here goes as far as clearly specifying the causes of the inflation being analyzed, or predicted, of course on the basis of the different variations of the indicators.
The machine learning used here offers us several possibilities in terms of algorithms and models, but in the context of this work, we will only address a few, in particular Linear Regression, the Random Forest Regression algorithm or Radom Forest Regression, and the Regression model decision tree, will get we will get the best algorithm with respect to its score.

KEYWORDS: Machine Learning, Monetary Inflation and Artificial Intelligence.

RESUME: Avec l'avènement des méthodes d'apprentissage automatique et la croissance exponentielle de la puissance des ordinateurs, plusieurs choses se sont vues être facilitées, notamment la prédiction de certains comportements, faite par les établissements bancaires.
Bien que certains outils de prédictions comme Excel sont à ces jours utilisés par certains de nos établissements, nous constatons que l'apprentissage automatique reste jusqu'ici pas exploitée, moins encore avec toute sa puissance, pourtant des nombreux avantages et opportunités se présentent à son utilisation.
Nous avouons que sous d'autres cieux, les expériences basées sur le machine learning, autrement dit apprentissage automatique, sont plus que d'actualité, plus encore dans le secteur bancaire. Nous allons donc à travers cette expérience, proposer à titre d'illustration et pédagogique, pour nos établissements bancaires de la place, une activité de prédiction de l'inflation monétaire, usant de la puissance de l'intelligence artificielle.
La prédiction dont il est question ici sera faite sur base d'un jeu de données recueillies auprès de quelques banques de la ville province de Kinshasa, et un accent particulier sera mis sur les indices généraux de prix à la consommation.
Il importe de noter que la prédiction dont il est questions ici, va jusqu'à la précision de manière claire des causes de l'inflation encours d'analyse, ou prédite, bien sur base des différentes variations des indicateurs.

Corresponding Author: KABEYA TSHISEBA Cédric

L'apprentissage automatique ici utilisée, nous offre plusieurs possibilités en terme d'algorithmes et modelés, mais dans le cadre de cet travail, nous n'allons aborder que quelques-uns, notamment la Régression Linéaire, l'algorithme de Forêt Aléatoire de Régression ou Radom Forest Régression, et l'arbre de décision modèle de Régression, desquels nous allons ressortir le meilleur algorithme au regard de son score.

MOTS-CLEFS: Apprentissage automatique, Inflation monétaire et Intelligence Artificielle.

1 INTRODUCTION

Une forte inflation peut provoquer le ralentissement de l'économie d'un pays d'où l'intérêt de mieux la contrôler. L'un des contrôles de l'inflation menés par la banque centrale du Congo (RDC) consiste à calculer et à prévoir l'inflation à l'aide d'indicateurs de l'indice des prix à la consommation (IPC), qui est effectivement l'un des indicateurs les plus couramment utilisés pour mesurer le taux d'inflation.

Sauf que, la plus part des Banques Centrales de nos pays Africains recourent encore à des prévisions utilisant des variables macroéconomiques comme prédicteurs présentant ainsi deux limitations sérieuses: d'une part, un nombre assez important de prédicteurs potentiellement informatifs, et d'autre part, la durée limitée des séries chronologiques disponibles, ce qui conduit à ce que l'on appelle « malédiction de la dimensionnalité ».

Les limitations ci-dessus peuvent potentiellement conduire à ce que l'on appelle le « problème de surparamétrisation », soit le résultat d'un petit nombre d'observations temporelles par rapport au nombre de variables explicatives.

Ces différents obstacles rencontrés par les techniques de prévision traditionnels encore utilisées par les établissements de la place hantent notre curiosité et nous incite à produire la réflexion dont il est question dans cet article.

Les approches pour résoudre le problème du surparamétrisation ont longtemps été une préoccupation du domaine de l'informatique connu sous le nom d'apprentissage automatique (ML). Au cours des dernières décennies, de nombreux modèles ML différents ont été créés : régression LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator), Ridge regression, Principal Components Analysis, Decision Trees, Random Forest (RF), Boosting, Neural Networks, etc. Leur application a conduit à des avancées significatives et a permis de réaliser des résultats plus satisfaisants et fiables que les techniques classiques.

Les algorithmes d'apprentissage automatique effectuent la présélection des paramètres sur un sous-échantillon de données, mais pas uniquement sur la base de concepts théoriques, afin d'améliorer les résultats de prédiction. Cette présélection des variables explicatives peut être considérée comme une sorte d'hyperparamètre initial, dont dépend principalement la qualité de la prévision ce qui permet de contourner le problème de surparamétrisation (surapprentissage).

Dans cette expérience, nous proposons une prédiction à l'aide de l'indice des prix à la consommation (IPC) et la régressions linéaire, un algorithme du machine learning adopté ici au regard de son score, l'inflation au sein de notre Banque Centrale, à travers ses organes d'études et sur base de données mensuelles entre janvier 2012 et Février 2022.

2 NOTIONS ESSENTIELLES SUR L'INFLATION MONÉTAIRE

L'inflation correspond à une hausse continue du niveau général des prix à l'intérieur d'un espace donné. Elle correspond à une hausse du prix moyen de tous les biens et services. Il faut aussi que ce mouvement de hausse des prix soit durable, ainsi, lorsque tous les prix augmentent à une certaine date de 1% puis restent stables pendant plusieurs mois, on ne peut pas parler d'inflation. En revanche, s'ils augmentent ainsi tous les mois, on est bien en présence d'inflation.

2.1 MODÈLES DE PRÉVISION DE L'INFLATION

Actuellement, il existe différentes catégories de modèles de prévision de l'inflation: avec prévisions observées par le passé, avec variables macroéconomiques et avec variables basées sur le prix des actifs financiers. Trois types de modèles autorégressifs permettraient de prédire l'inflation. Le premier est le modèle univarié (AR), mais ses résultats sont trop simplistes pour décrire tous les facteurs influents de l'inflation. Le second modèle est le modèle de vecteur autorégressif (VAR). Il fait de meilleures prévisions, mais il a un problème de degrés de liberté. Enfin, il y a le modèle de facteurs dynamiques (FAVAR). L'avantage de ce dernier modèle est qu'il permet d'intégrer beaucoup d'informations.

2.2 LES INDICATEURS DE PRÉDICTION DE L'INFLATION

Il existe plusieurs indicateurs de prédiction de l'inflation monétaire tels que:

La croissance de la masse monétaire, l'écart entre les quantités offertes et demandées de monnaie, la masse monétaire, les prix extérieurs, le taux de change, l'écart de production, etc...

(MARTIN NYONGOLO [2]) révèle qu'en R.D.Congo les indicateurs d'inflation les plus pertinents sont tant d'origine monétaire que réelle. Ce sont donc les chocs d'origine monétaire qui affectent beaucoup plus l'économie congolaise. Cette conclusion est validée par les résultats de l'analyse de la décomposition de variance qui placent au premier plan la consommation publique, le taux de change, et la masse monétaire comme des indicateurs les plus pertinents.

Dans ce travail nous nous sommes focalisés sur l'indice de prix à la consommation qui est l'indicateur le plus influent dans la prédiction de l'inflation monétaire en RDC.

3 LES MÉTHODES CLASSIQUES DE PRÉDICTION ET LEURS LIMITES

Avec l'économétrie, la méthode consiste à utiliser des données passées pour établir des relations statistiques qui à leur tour peuvent être utilisées pour prévoir des futurs possibles.

La plupart des méthodes économétriques espèrent faciliter l'interprétation et l'inférence statistique, car les méthodes économétriques conventionnelles reposent sur des hypothèses et des relations linéaires, comme la fameuse hypothèse de linéarité. "Vous voulez tracer du passé vers l'avenir.

Cette approche fonctionne bien dans certains cas, mais s'avère également être une limitation: la plupart des modèles économétriques conventionnels ne peuvent pas gérer les mégadonnées ou les relations compliquées. Si vous avez de nombreux prédicteurs ou une relation compliquée, les méthodes économétriques échoueront. Et c'est une limitation sérieuse à l'ère du big data et dans de nombreux cas importants.

4 PRÉDICTION À L'AIDE DES MÉTHODES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

La banque centrale du Congo utilise des méthodes économétriques classiques dont les limites ont été énumérées dans les précédents points. Pour y remédier nous proposons une solution se basant sur les techniques d'apprentissage automatique.

4.1 APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

L'apprentissage automatique ou Machine Learning (ML) est une branche de l'intelligence artificielle qui consiste à programmer des algorithmes permettant d'apprendre automatiquement à partir des données et d'expériences passées ou par interaction avec l'environnement. Ce qui rend l'apprentissage machine vraiment utile est le fait que l'algorithme peut "apprendre" et adapter ses résultats en fonction de nouvelles données sans aucune programmation à priori.

Il existe plusieurs façons d'apprendre automatiquement à partir des données dépendamment des problèmes à résoudre et des données disponibles. La figure X donne un sommaire des types d'apprentissage automatique les plus connus.

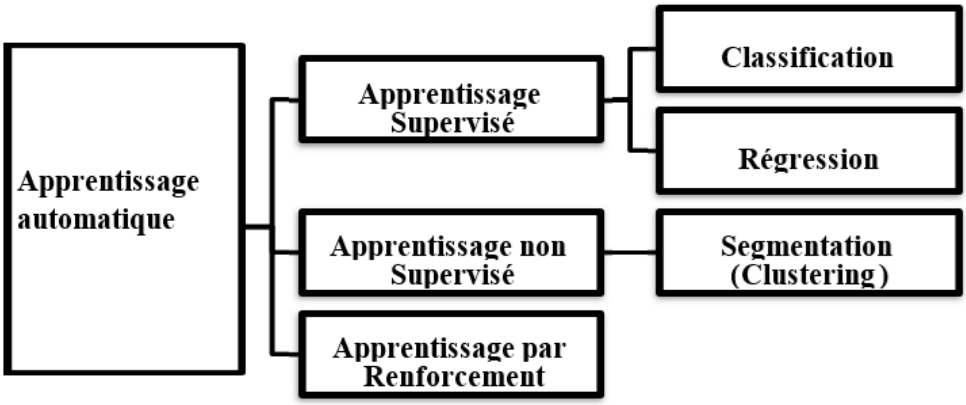


Fig. 1. Les grandes classes d'apprentissage automatique

4.2 APPLICATION DU MODÈLE

Il existe de nombreux outils permettant d'effectuer de l'apprentissage statistique. Dans ce travail, nous avons utilisé le langage python avec l'IDE Anaconda, Excel pour la création de notre dataset.

Pour mieux apprendre, le modèle a besoin de données avec lesquelles nous allons passer tous les tests possibles pour mettre en évidence les différents comportements et de bien capter les phénomènes sous-jacents de façon plus technique.

C'est l'étape la plus importante en apprentissage automatique, car celui-ci dépend fortement des données. Plus vous avez des données de qualité mieux seront vos prédictions.

Pour la prédiction de l'indice général, les données ont été extraites dans les rapports annuels de la Banque centrale du Congo de 2012 à 2022.

Variations mensuelles de l'indice des prix moyens de détail calculées par la B.C.C. (par groupe d'articles)

ANNEE	MOIS	PRODUIT AL	BOISSONS A	ARTICLES HA	LOGEMENT E	MEUBLES, A	SANTE	TRANSPORTS	COMMUNIC	LOISIR ET CU	ENSEIGNEM	RESTAURAN	AUTRES BIEN	INDICE GENERAL
2012	JANVIER	4,83	4,18	4,91	3,44	4,93	6,14	2,24	2,06	2,56	1,11	4,60	2,97	4,25
	FEVRIER	0,13	0,08	0,11	0,09	0,05	0,16	0,09	0,40	0,21	0,00	0,02	0,04	0,11
	MARS	0,18	0,08	0,21	0,36	0,08	0,12	0,95	0,08	0,08	0,00	0,14	0,09	0,24
	AVRIL	0,12	0,05	0,04	0,10	0,04	0,04	0,84	0,00	0,02	-0,01	0,02	0,04	0,15
	MAI	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,03
	JUIN	0,13	0,07	0,09	0,06	0,02	0,15	0,05	0,01	0,04	0,03	0,05	0,09	0,10
	JUILLET	0,12	0,03	0,08	0,08	0,06	0,09	0,05	0,00	0,04	0,02	1,00	0,08	0,10
	AOUT	0,19	0,05	0,14	0,19	0,07	0,11	0,09	0,00	0,04	0,17	0,10	0,14	0,17
	SEPTEMBRE	0,11	0,03	0,09	0,11	0,04	0,07	0,06	0,00	0,05	0,10	0,06	0,08	0,10
	OCTOBRE	0,07	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	-0,10	0,00	0,02	0,01	0,05	0,03	0,04
	NOVEMBRE	0,13	0,67	0,10	0,08	0,05	0,08	0,08	0,01	0,04	0,08	0,11	0,10	0,12
	DECEMBRE	0,11	0,07	0,11	0,07	0,05	0,07	0,06	0,00	0,06	0,07	0,09	0,09	0,11
	JANVIER	0,15	0,10	0,07	0,13	0,06	0,08	0,11	0,08	0,05	0,03	0,13	0,07	0,13
	FEVRIER	0,15	0,36	0,10	0,13	0,07	0,08	0,09	0,05	0,09	0,08	0,15	0,09	0,13
	MARS	0,12	0,08	0,09	0,11	0,05	0,07	0,07	0,03	0,06	0,06	0,13	0,09	0,10

Feuil1 Feuil2

Activer Windows
Accédez aux paramètres pour activer Wi

Fig. 2. Dataset brut avec MS Excel

Source: Rapport annuel de la BCC de 2012-2022

4.2.1 IMPORTATION DES BIBLIOTHÈQUES

Une bibliothèque est un ensemble de fonctions et de routines que l'on peut réutiliser facilement. Python est un langage de programmation open source qui possède de nombreuses librairies.

```
Entrée [1]: import numpy as np
            import pandas as pd

            from sklearn.impute import SimpleImputer
            from sklearn import linear_model
            from sklearn import tree
            from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor

            from sklearn.model_selection import train_test_split
            from sklearn.metrics import confusion_matrix
            from sklearn.metrics import r2_score

            import matplotlib.pyplot as plt
            from sklearn.decomposition import PCA
```

Fig. 3. Importation des bibliothèques

Source: nous-même

4.2.2 PRÉPARATION DES DONNÉES (NETTOYAGE DES DONNÉES)

Aussi appelée « prétraitement des données", cette étape est mise en œuvre avant l'implémentation d'un algorithme d'apprentissage; car les données brutes sont souvent bruitées, peu fiables et incomplètes. Pour réaliser cette étape nous allons commencer par importer les données:

4.2.2.1 IMPORTATION DES DONNÉES

```
Entrée [2]: df = pd.read_excel('../dataset_indice_prix_moyens.xlsx', header=0)
```

Fig. 4. Importation des données dans jupyter Notebook

Source : Nous-mêmes

4.2.2.2 SÉLECTION DES VARIABLES

Les données importées étant brutes, elles doivent subir un toilettage ceci implique que nous devons sélectionner les variables explicatives qui influent sur la variable expliquée.

Afin de mieux établir la corrélation entre variables, il est mieux de récupérer les variables explicatives, étudier leurs corrélations et enfin supprimer celles qui ne sont pas fortement corrélées.

```
Entrée [4]: variables = list(df.columns[:-1]) #ici nous recuperons toutes les variables sauf la variable explicative

            variables

Out[4]: ['ANNEE',
         'MOIS',
         'PROD_AL_  BOIS _NON_ALCOL',
         'BOISSONS ALCOLISEES, TABACS ET STUPIFIANTS',
         'ARTICLES HABILLEMENT ET CHAUSSURES',
         'LOGEMENT EAU, GAZ, ELECTRICITE ET AUTRES COMBUSTIBLE',
         'MEUBLES, ARTICLE DE MENAGE ET ENTRETIEN COURANT DU FOYER',
         'SANTE',
         'TRANSPORTS',
         'COMMUNICATIONS',
         'LOISIR ET CULTURE',
         'ENSEIGNEMENT',
         'RESTAURANTS ET HOTELS',
         'AUTRES BIENS ET SERVICES']
```

Fig. 5. Sélection des variables

Source : Nous-mêmes

4.2.2.3 ETUDE DE CORRÉLATION ENTRE VARIABLES

Puisque nous avons une variable cible qui est dans ce cas, la variable « INDICE_GENERAL", nous allons vérifier si les autres variables parviennent à expliquer la variable cible. La figure ci-dessous va reprendre la matrice corrélation entre les différentes variables.

```
Entrée [5]: df[variables].corr(method='spearman')
```

Out[5]:

	ANNEE	PROD_AL_ BOIS _NON_ALCOL	BOISSONS ALCOLISEES, TABACS ET STUPIFIANTS	ARTICLES HABILLEMENT ET CHAUSSURES	LOGEMENT EAU, GAZ, ELECTRICITE ET AUTRES COMBUSTIBLE	MEUBLES, ARTICLE DE MENAGE ET ENTRETIEN COURANT DU FOYER	SANTE	TRANSPORTS	COMMUNICATIONS	LOISIR ET CULTURE
ANNEE	1.000000	0.628941	0.362834	0.502016	0.474675	0.600814	0.569287	0.500007	0.560201	0.551843
PROD_AL_ BOIS _NON_ALCOL	0.628941	1.000000	0.787327	0.886798	0.839783	0.887664	0.876720	0.817454	0.765896	0.823051
BOISSONS ALCOLISEES, TABACS ET STUPIFIANTS	0.362834	0.787327	1.000000	0.786629	0.696862	0.763608	0.745865	0.793009	0.728703	0.776447
ARTICLES HABILLEMENT ET CHAUSSURES	0.502016	0.886798	0.786629	1.000000	0.781144	0.825381	0.782417	0.738261	0.654459	0.747589
LOGEMENT EAU, GAZ, ELECTRICITE ET AUTRES COMBUSTIBLE	0.474675	0.839783	0.696862	0.781144	1.000000	0.838256	0.778110	0.754560	0.701070	0.816433

Activer Windows
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

Fig. 6. Etude de la corrélation entre variables

Source : Nous-mêmes

En utilisant la méthode de Spearman pour étudier la corrélation entre variables nous avons constaté que les variables mois et année ne sont pas corrélées par conséquent elles doivent être supprimées pour ne garder que celles qui influent sur la prédiction de la variable cible.

En ce qui concerne notre jeu de données, nous n'avons pas eu des données manquantes, ni des valeurs aberrantes, grâce notamment à la data augmentation (augmentation de la qualité des données, en français). Mais seulement, il y a quelques attributs non-pertinents pour l'apprentissage et des variables catégorielles que nous devons transformer en numériques (encodage), format propice au développement des modèles de machine learning.

De ce fait, nous allons imputer les variables année et mois parce qu'elles ne sont pas pertinentes pour l'apprentissage (Absence de variance).

```
Entrée [8]: variables_new = list(df.columns[2:-1]) #ici nous recuperons toutes les variables qui sont correlées

            variables_new
```

```
Out[8]: ['PROD_AL_  BOIS _NON_ALCOL',
         'BOISSONS ALCOLISEES, TABACS ET STUPIFIANTS',
         'ARTICLES HABILLEMENT ET CHAUSSURES',
         'LOGEMENT EAU, GAZ, ELECTRICITE ET AUTRES COMBUSTIBLE',
         'MEUBLES, ARTICLE DE MENAGE ET ENTRETIEN COURANT DU FOYER',
         'SANTE',
         'TRANSPORTS',
         'COMMUNICATIONS',
         'LOISIR ET CULTURE',
         'ENSEIGNEMENT',
         'RESTAURANTS ET HOTELS',
         'AUTRES BIENS ET SERVICES']
```

Fig. 7. Récupération des variables corrélées

Source : Nous-mêmes

4.2.3 CRÉATION DU JEU D'ENTRAINEMENT ET DU TEST

Nous avons subdivisé notre jeu en deux parties: 70% pour l'entrainement et 30% pour le test. Pour ce faire, la variable cible a été imputée pour mieux expérimenter la performance de nos futures prédictions.

Nous avons défini quatre variables; x_train, y_train, x_test et y_test. Ces quatre variables seront utiles lors de l'entrainement et le test des différentes techniques que nous aurions retenues.

```
Entrée [15]: X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=.3, random_state = 0)
```

Fig. 8. Création du Train et Test set

Source : Nous-mêmes

4.3 CHOIX D'ALGORITHMES, MODÉLISATION ET RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

L'exploration de données nous a permis de les sélectionner, analyser, nettoyer et normaliser. Etant dans un état utilisable, dans cette section nous allons passer à l'étape de la modélisation, qui comportera deux phases.

- La phase descriptive: qui consiste à entrainer le modèle
- La phase prédictive: qui consiste à prédire la cible partant des features entrainés.

4.3.1 CHOIX D'ALGORITHME

Avant d'aborder ces deux phases le choix de (s) l'algorithme (s) à utiliser pour la création des modèles revêt un caractère obligatoire.

Partant des données en notre possession nous constatons que notre cible est connue et continue donc il s'agit de l'apprentissage supervisé de régression. D'où nous avons retenu principalement trois algorithmes:

- La Régression Linéaire,
- L'algorithme de Forêt Aléatoire de Régression ou Radom Forest Régression, en anglais,
- L'arbre de décision modèle de Régression.

L'implémentation successive de ces trois algorithmes nous permettra de choisir le meilleur pour notre cas en se basant sur la précision et la durée d'apprentissage.

4.3.2 MODÉLISATION

Après avoir crée nos modèles dans cette partie nous allons comparer la précision et le taux d'erreur de chacun d'eux, ensuite en fonction des nouvelles variables nous allons évaluer la précision de chaque modèle.

4.3.2.1 COMPARAISON DES MODÈLES

4.3.2.1.1 EN FONCTION DE LA PRÉCISION

```
Entrée [26]: print("La précision du modèle :\n Regression multiple est de ",np.round(precision_reg * 100, 2), "%",
                   "\n Forêt aléatoire Regression est de ", np.round(score * 100, 2), "%",
                  "\n Arbre de decision Regression est de", np.round(precision_arb * 100, 2), "%"
                  )

La précision du modèle :
 Regression multiple est de  100.0 %
 Forêt aléatoire Regression est de  94.61 %
 Arbre de decision Regression est de 96.78 %
```

Fig. 9. Comparaison des différents modèles

Source : Nous-mêmes

Dans la figure ci-dessus nous constatons que la régression linéaire a une précision de 100%, ensuite vient l'arbre de décision avec une précision 96,78%, le foret aléatoire en dernier avec 94,61%.

4.3.2.1.2 EN FONCTION DU TAUX D'ERREUR

```
Entrée [28]: df_compare.plot(kind='bar')

Out[28]: <matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x26b11cbf288>
```

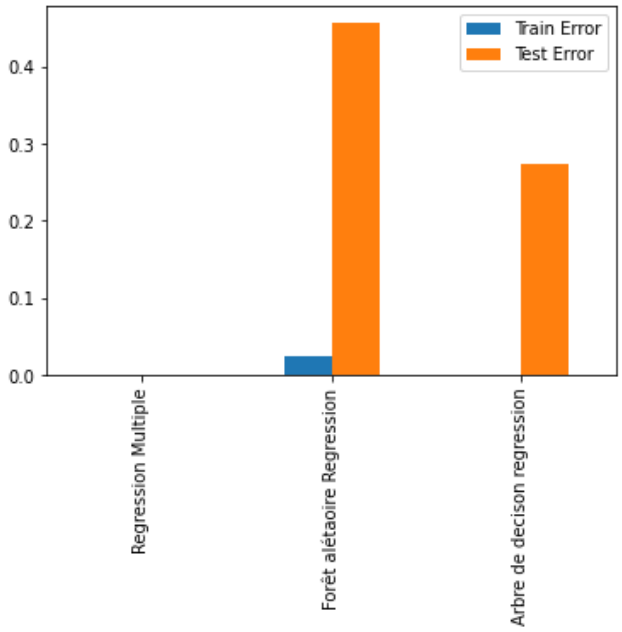


Fig. 10. visualisation du taux d'erreur des modèles

Source : Nous-mêmes

4.3.2.1.3 EN FONCTION DE LA PRÉDICTION DES NOUVELLES DONNÉES

```
Entrée [29]: INPUT = [[2012, 'JANVIER', 4.83, 4.18, 4.91, 3.44, 4.93, 6.14, 2.24, 2.06, 2.56, 1.11, 4.60, 2.97],
                      [2022, 'FEVRIER', 0.45, 0.12, 0.14, 0.58, 0.25, 0.21, 0.33, 1.32, 0.25, 0.09, 0.29, 0.29]]

             INPUT

             df_new = pd.DataFrame(data = INPUT, columns=variables)

             #Normalisation des données
             new_X = df_new[variables_new]

             new_X = imputer_model.transform(new_X)

             new_X

Out[29]: array([[4.83, 4.18, 4.91, 3.44, 4.93, 6.14, 2.24, 2.06, 2.56, 1.11, 4.6 ,
                 2.97],
                [0.45, 0.12, 0.14, 0.58, 0.25, 0.21, 0.33, 1.32, 0.25, 0.09, 0.29,
                 0.29]])
```

Fig. 11. Chargement des nouvelles données

Source : Nous-mêmes

La figure ci-dessus nous permet de mieux visualiser le taux d'erreur que peuvent avoir nos algorithmes. Nous constatons que la régression multiple a une précision de 100%, c'est-à-dire pas d'erreur dans l'apprentissage ni dans le test alors que l'arbre de décision est précis dans l'apprentissage mais présente un taux conséquent d'erreur au test de son côté le foret aléatoire a un pourcentage faible d'erreur dans l'apprentissage et un taux d'erreur assez élevé au test.

Tous ces éclaircissements nous permettent de conclure que la régression linéaire multiple est le mieux adapté pour la prédiction de l'inflation comparativement aux algorithmes foret aléatoire et arbre de décision.

5 CONCLUSION

Il a été question dans cet article de prédire l'inflation monétaire par les techniques d'intelligence artificielle et nous pensons avoir atteint l'objectif assigné, soit celui de mener une expérience de prédiction à l'aide du machine learning et de ses outils, de l'inflation monétaire dans notre pays, déterminant ainsi sur base de l'indice des prix à la consommation, le comportement futur de notre système monétaire ainsi que les probables causes de sa perturbation.

Afin d'atteindre l'objectif ci-dessus assigné, plusieurs algorithmes ont été testés, mais au regard des résultats obtenus de ces tests, avons opté pour la régression linéaire qui nous a donné une précision de 100%.

Il est important de noter ici à titre conclusive, que cette réflexion est faite dans un contexte pédagogique pour les établissements bancaires de la place, particulièrement pour la Banque Centrale du Congo (RDC), qui une fois s'en approprie, a plus de chance de mieux pouvoir prédire de manière plus efficace, toute inflation monétaire susceptible de menacer le pays, d'en comprendre les causes et mieux de l'éviter.

REFERENCES

[1] Jean – Yves CAPUL et Olivier GARNIER, Dictionnaire économique et des sciences sociale, Hatier, avril 1999, p.
[2] Martin Nyongolo. INCIDENCE DE L'INFLATION SUR LES RECETTES FISCALES EN RDC DE 2005 A 2014. CAHIERS DU CERUKI, NOUVELLE SERIE, CERUKI, 2015, pp.275-285. Ffhal 01235985.
[3] Stock, J. H. et Watson, M. W. (2011). Modèles à facteurs dynamiques. Dans: M.P. Clements et D.F. Hendry, éd. Le manuel d'Oxford de prévision économique. Presses de l'Université d'Oxford.
[4] Hu, Junyan; Niu, Hanlin; Carrasco, Joaquin; Lennox, Barry; Arvin, Farshad (2020). «Voronoi-Based Multi-Robot Autonomous Exploration in Unknown Environments via Deep Reinforcement Learning». IEEE Transactions on Vehicular Technology. 69 (12): 14413–14423. doi: 10.1109/tvt.2020.3034800. ISSN 0018-9545. S2CID 228989788. Archived from the original on 2023-04-16. Retrieved 2023-04-16.
[5] Yoosefzadeh-Najafabadi, Mohsen; Hugh, Earl; Tulpan, Dan; Sulik, John; Eskandari, Milad (2021). «Application of Machine Learning Algorithms in Plant Breeding: Predicting Yield From Hyperspectral Reflectance in Soybean?». Front. Plant Sci. 11: 624273. doi: 10.3389/fpls.2020.624273. PMC 7835636. PMID 33510761.
[6] Jump up to: a b c Bishop, C. M. (2006), Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, ISBN 978-0-387-31073-2.
[7] Machine learning and pattern recognition «can be viewed as two facets of the same field».

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 582-592
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Discrimination et caractérisation des stades de la reconstitution post-culturale: Cas du secteur sub-soudanais ivoirien, Département de Dianra, Nord-ouest de la Côte d'Ivoire

[Discrimination and characterisation of the stages of post-cultivation reconstitution: The case of the Ivorian sub-Sudanese sector, Dianra Department, North-West Côte d'Ivoire]

N'Guessan Olivier Yao[1], Gnanazan Zinsi Roseline Gouli[1], Anny Estelle N'Guessan[2], Mamadou Sangare[3], and Kouakou Edouard N'Guessan[2]

[1]Laboratoire des Systématiques Herbiers et Musée botanique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[2]Laboratoire des Milieux naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[3]SOciété de DEveloppement des FORêts (SODEFOR), Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 aims to improve knowledge of the resilience of post-cultivation vegetation in the Ivorian sub-Sudanese sector by discriminating the stages of post-cultivation reconstitution and characterising these stages using the structural attributes and functional traits of the species.

To this end, 4 groups corresponding to the different stages of reconstitution were identified. These stages are divided into three groups according to their characteristics. Stage_1 is characterised by SudanoZambézian (SZ) and introduced (i) species, generally hemicryptophyte-pyrophytic and chamaephytes that spread by anemochory and barochory. Stage_2 is characterised by Guinean-Congolian and Sudano-Zambézian transition species and Sudano-Zambézian species. They are therophytes and nanophanerophytes, anemochores with small leaves (nanophyll, leptophyll and microphyll). Stages 3 and 4 share the same characteristics. They are characterised by GC species, which are generally large (mesophanerophytes and megaphanerophytes) as well as geophytes, which have large leaves (megaphyll) and spread by zoochory (epizoochory and endozoochory).

In short, post-cultivation reconstitution takes place in four stages. These stages are divided into four groups according to their characteristics. Depending on the maturity gradient, these stages are marked by a transition from savannah species, herbaceous species with small leaves and anemochorous spread, to forest species, large species with large leaves and zoochorous spread.

KEYWORDS: Post-cultivation resilience, Characterisation, Dynamics, Sub-Sudanese, Ivory Coast.

RESUME: La présente étude vise à améliorer les connaissances sur la résilience de la végétation post-culturale du secteur sub-soudanais ivoirien par la discrimination des stades de la reconstitution post-culturale et la caractérisation de ces stades en utilisant les attributs structurels et les traits fonctionnels des espèces.

A cet effet, 4 groupes correspondant aux différents stades de la reconstitution ont été discriminés. Ces stades se regroupent en trois groupes en fonction de leurs caractéristiques. Le stade_1 est caractérisé par les espèces soudano-zambézienne (SZ) et introduites (i), généralement des hémicryptophyte-pyrophytiques et des chaméphytes se disséminent par anémochorie et barochorie. Le stade_2 caractérisé par les espèces de transition Guinéo-congolaise et Soudano-Zambézienne et des espèces Soudano-Zambéziennes. Elles sont des thérophytes et des nanophanérophytes, anémochores à petites feuilles (nanophylle, leptophylle et microphylle). Les stades 3 et 4 partagent les mêmes caractéristiques. Ils sont caractérisés par les espèces GC, généralement de grande taille (mésophanérophytes et mégaphanérophytes) ainsi que des géophytes, disposant de feuilles de grande taille (mégaphylle) et qui se disséminent par zoochorie (épizoochorie et endozoochorie).

En somme, La reconstitution post-culturale se fait en quatre stades. Ces stades se répartissent en quatre groupes en fonction de leurs caractéristiques. Ces stades sont marqués, suivant le gradient de maturité, par un passage des espèces savanicoles, herbacés de petites feuilles, à dissémination anémochore aux espèces forestières, de grande taille, avec de grandes feuilles et à dissémination zoochore.

MOTS-CLEFS: Résilience post-culturale, Caractérisation, Dynamique, Sub-soudanais, Côte d'Ivoire.

Corresponding Author: N'Guessan Olivier Yao

1 INTRODUCTION

La dynamique post-culturale est qualifiée de succession secondaire et elle traduit le retour d'un écosystème perturbé à l'état naturel ou climacique [1]. Les successions secondaires sont des enchaînements temporels, linéaires ou cycliques, de communautés végétales [2]. Elles résultent, en général, de l'utilisation des terres qui est l'un des processus à l'origine de la fragmentation qui provoque une perte importante de la diversité. Ce phénomène prend, actuellement, une large place dans le monde entier et plus particulièrement sous les tropiques ([3]; [4]). En Côte d'Ivoire, le constat fait état de la réduction de la surface forestière ivoirienne, estimée à plus de 15 millions d'hectares en 1960, à moins de la moitié en 2000 [5]. Cette superficie est passée de 3 401 146 ha en 2015 [6] à 2, 97 ha en 2021 [7]. Cette réduction drastique du paysage forestier ivoirien est due généralement aux pressions anthropiques parmi lesquelles, l'agriculture demeure l'une des plus spectaculaires par la dégradation intense de la couverture végétale qu'elle peut entraîner et les conséquences sur la reconstitution des forêts [8]. Par ailleurs, le développement des cultures de rente, à l'origine focalisé dans les zones forestières de la Côte d'Ivoire, s'est ensuite étendu aux zones de transition forêt-savane et au domaine soudanais du Nord avec l'avènement et le développement de la culture de l'anacardier comme spéculation d'exportation ([9]; [10]). À l'instar des zones forestières, les zones de transition forêts-savanes et la zone sub-soudanaise semblent être parmi les régions les plus affectées par ces transformations [11]. À ce titre, des études réalisées par [12] dans le flan Est de la zone de transition savane-forêt de la Côte d'Ivoire, ont montré que 83 % de forêts ont disparu entre 1986 et 2000. Face à l'ampleur de ce fléau, la reconstitution du couvert forestier apparaît comme une priorité absolue pour la conservation de la biodiversité. Ainsi, l'évolution du couvert végétal a amené les scientifiques du monde entier en général et ceux de la Côte d'Ivoire en particulier à entreprendre diverses études sur la dynamique de la végétation. L'un des axes majeurs est la reconstitution des écosystèmes perturbés ([13]; [14]; [15]; [16]; [17]), ainsi que les facteurs influençant cette reconstitution ([18]; [19]). Cependant, la quasi-totalité des études scientifiques traitant de la reconstitution des formations secondaires, est focalisée sur la zone sud forestière et le secteur mésophile de la Côte d'Ivoire. Très peu d'investigations ont porté sur la partie Nord de la Côte d'Ivoire et celles qui y ont été menées ont porté de façon générale sur la diversité et la dynamique de la mosaïque de végétation sous l'emprise des activités anthropiques ([9]; [20]; [21]; [22]; [23]; [24]; [25]; [26]; [27]). Cependant, des études traitant de la résilience ou la capacité de reconstitution de la végétation post-culturale du secteur sub-soudanien de façon général et en particulier de la circonscription administrative de Dianra, s'avèrent pratiquement inexistantes. Il est cependant avéré que la zone de Dianra connait une croissance démographique induite par le déplacement des populations à la recherche de terres propices aux cultures de rentes [28] Cette croissance démographique associée à l'expansion des cultures pérennes a pour corolaire la réduction des terres cultivables et de la durée de la période de reconstitution de jachère. À ce constat, s'associe également le développement de l'élevage par divagation des animaux qui constitue aujourd'hui, l'une des activités majeures de la zone et qui se développe principalement dans les formations savanicoles [28] Toutes ces nombreuses pressions que subit la végétation du Nord en général et celle du secteur sub-soudanais en particulier, dans laquelle se trouve le Département de Dianra a conduit à initier cette étude. Elle vise à répondre aux interrogations suivantes: (1) quels sont les différents stades de reconstitution de la végétation post-culturale dans le Département de Dianra? (2) quels sont les traits fonctionnels caractéristiques de chaque stade de la succession post-culturale? En effet, un trait fonctionnel est défini comme une caractéristique morphologique, physiologique et phénologique mesurable à l'échelle de l'individu, de la cellule, à l'organisme entier, sans référence à l'environnement ou à tout autre niveau d'organisation [29]

L'objectif général fixé pour répondre à ces interrogations est d'améliorer les connaissances sur la résilience de la végétation du secteur sub-soudanais ivoirien après un épisode cultural.

De façon spécifique, il s'est agi de: (1) déterminer les différents stades de reconstitution de la végétation post-culturale dans le Département de Dianra; et (2) caractériser chaque stade de la reconstitution post-culturale.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

Le département de Dianra, auquel appartient la zone d'étude, est situé au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, dans la région du Béré (District du Woroba) entre 8° 46' de latitude Nord et 6° 15' de longitude Ouest (Figure 1). Ce Département appartient au secteur Sub-Soudanais du domaine Soudanais de la Côte d'Ivoire [30]. Ce secteur est soumis au climat tropical subhumide (sub-soudanien de transition).

Les sols de la zone sont de types ferralitiques faiblement désaturés ([31]; [32]). On y rencontre également les sols hydromorphes sur les alluvions des terrasses des fleuves et des bas-fonds. Le déficit hydrique annuel cumulé varie entre 700 et 800 mm [33] La Côte d'Ivoire septentrionale est le domaine des forêts claires et des savanes qui en dérivent. Il y existe des forêts galeries et des îlots forestiers denses d'un type plus sec [34].

Le site ayant fait l'objet de nos investigations est composé des espaces ruraux et de la zone naturelle (333 ha) du domaine privé Mamadou SANGARÉ, situé sur l'axe Manadougou-Ouahiéré (Figure 1).

2.2 COLLECTE DES DONNÉES

La collecte des données a débuté par une prospection auprès des paysans qui a permis de collecter des informations sur des parcelles anciennement cultivées, à savoir: l'âge des parcelles et le précédent cultural (la formation végétale d'origine). Après la prise en compte de ces informations, des placettes carrées de 400 m^2 (20 m×20 m) ont été installées dans chacune des formations végétales post-culturales identifiées lors des prospections effectuées. Cette technique est issue de la méthode de relevé de surface. Ainsi, à l'intérieur de chaque placette carrée, le nom de l'espèce et les paramètres dendrométriques des espèces végétales que sont la circonférence de tous les individus vasculaires de Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) supérieur ou égal à 2,5 cm à 1,30 m du sol, la hauteur de ces individus d'espèces en vue de la stratification de la végétation, le recouvrement des espèces herbeuses et le recouvrement global des différentes strates (arborée, arbustive et herbacée) ont été mesurés et notés. Bien est de noter que le recouvrement global est obtenu directement sur le terrain en faisant le rapport entre la superficie occupée par la strate et la superficie de la placette [35].

Au total, ce sont 105 placettes de 400 m^2 qui ont été implantées dans les différentes formations végétales post-culturales soit une superficie d'échantillonnage de 42 000 m^2 (4,2 hectares). Il s'agit de 14 placettes pour les jachères de 0-5 ans, 19 placettes pour les jachères de 6-10 ans, 17 placettes pour les jachères de 11-15 ans, 19 placettes pour les jachères de 16-20 ans, 18 placettes pour les jachères de 21-25 ans et 18 placettes pour les jachères de 26-30 ans.

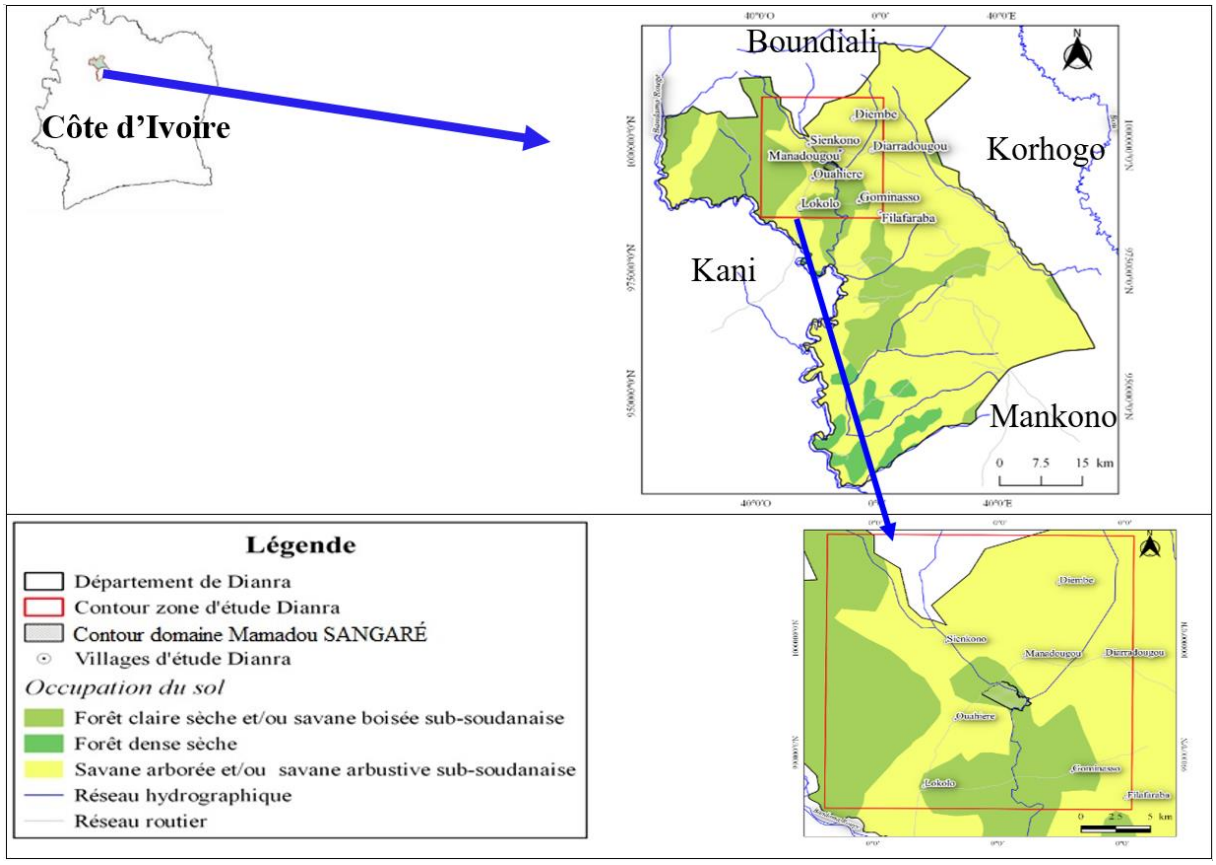


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude en Côte d'Ivoire et dans le Département de Dianra

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse des données phytoécologiques sur la reconstitution de la végétation post-culturale dans le secteur sub-soudanais s'est fait en deux étapes

2.3.1 IDENTIFICATION DES STADES DE LA RECONSTITUTION POST-CULTURALE

L'identification des stades de la reconstitution a été faite en soumettant les parcelles des différents âges de jachères à une ordination par Analyse Factorielle de Données Mixtes (AFMD). Elle a pour avantage de prendre en compte des variables qualitatives et quantitatives et de donner autant de poids à chacune d'entre elles en les considérant comme des variables actives [36]. Les variables descriptives utilisées pour la discrimination de ces stades sont:

- La structure horizontale à travers la densité qui est le nombre d'individus par unité de surface et aire basale qui représente la somme des surfaces de la section des troncs de tous les arbres à 1,30 m au-dessus du sol.
- La structure horizontale à travers les recouvrements (arborescent, arbustif et herbacé),
- Les strates (arborescente inférieure, arbustive supérieure et arbustive inférieure) suivant les travaux de [37] et le nombre de strates,
- Le stade de reconstitution (jachères jeunes moins de 5 ans, jachères intermédiaires 5-9 ans et jachères vieilles 10 ans et plus)
- Et l'antécédent cultural dont les modalités sont: jachère, savane arborée et mosaïque forêt claire/savane boisée.

Cette analyse a été suivie d'une classification hiérarchique ascendante des 105 relevés de jachères de manière à obtenir des groupes de relevés floristiquement homogènes correspondant aux stades déterminés de la succession post-culturale.

2.3.2 CARACTÉRISATION DES DIFFÉRENTS STADES DE LA RECONSTITUTION POST-CULTURALE

Les différents stades de la reconstitution post-culturale ont été décrits à travers l'analyse des attributs structurels que sont: richesse spécifique, indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélou. En plus des attributs structurels, des traits fonctionnels des espèces ont été utilisés. Un trait fonctionnel est défini comme une caractéristique morphologique, physiologique et phénologique mesurable à l'échelle de l'individu, de la cellule, à l'organisme entier, sans référence à l'environnement ou à tout autre niveau d'organisation [29]. Les traits fonctionnels des plantes peuvent être considérés comme des descripteurs de la niche écologique des espèces [38]. Ceux utilisés dans cette étude sont déduits de la composition floristique tels que les types biologiques, les types phytogéographiques, les types foliaires et les types des diaspores comme utilisé par l'auteur [39] dans une étude de la dynamique post-culturale de la végétation des jachères de la réserve naturelle forestière de Kigwena au Burundi.

La classification des types de diaspores utilisée suit celle de l'auteur [40] qui distingue l'anémochorie, la zoochorie l'hydrochorie et la barochorie. L'anémochorie est la dissémination des diaspores par le vent. La zoochorie est la dissémination des diaspores par les animaux. Ce mode de dissémination selon [41], peut être externe (épizoochorie) ou interne (endozoochorie). L'hydrochorie est la dissémination par l'eau lors de la saison des pluies et enfin la barochorie, qui, pour l'auteur [42], est la dissémination des diaspores sans adaptation apparente: à maturité, les diaspores se détachent et tombent par gravité.

Les types foliaires utilisés sont issus de la classification de [43] qui distingue les aphylles, les leptophylles, les nanophylles, les microphylles, les mésophylles, les macrophylles et les mégaphylles (Tableau 1).

Les stades de la reconstitution ont été caractérisés en utilisant les attributs structurels et traits fonctionnels comme variables descriptives.

Tableau 1. Types foliaires proposés par Raunkiær (1934) en fonction de la surface foliaire

N°	Types foliaires	Sigle	Surface foliaire correspondante
1	Aphylle	A	Pas de feuille
2	Leptophylle	Lp	< 0,2 cm^2
3	Nanophylle	na	0,2-2 cm^2
4	Microphylle	mi	2-20 cm^2
5	Mésophylle	ms	20-200 cm^2
6	Macrophylle	Ma	2 dm^2-20 dm^2
7	Mégaphylle	Mg	> 20 dm^2

3 RÉSULTATS

3.1 STADES DE LA RECONSTITUTION POST-CULTURALE

Les principaux axes de l'AFMD expriment 65,42 % des informations entre l'âge des parcelles et les variables. L'axe 1 exprime à la fois un gradient de maturité et un gradient structural. Il discrimine dans sa partie positive les parcelles âgées caractérisées par des aires basales, un recouvrement arborescent, un nombre de strates élevées et dominées par la strate arborescente inférieure. Il distingue dans sa partie négative, les parcelles des stades, jeune et intermédiaire dominées par le recouvrement herbacé, disposant d'un nombre de strates et des aires basales faibles. L'axe 2 par contre exprime un gradient de densité et de stratification. Il distingue ainsi dans sa partie positive les parcelles les plus denses dominées par les strates arbustives supérieure et inférieure et par le recouvrement arbustif. Dans sa partie négative, il discrimine les parcelles moins denses disposant d'un recouvrement arbustif et de strates arbustives supérieure et inférieure faibles (Tableau 2; Figure 2). L'AFMD discrimine 4 groupes de parcelles correspondant aux stades de reconstitution de la végétation post-culturale (Figure 3). Le stade 1 est constitué par des parcelles jeunes (2 ans) caractérisées par un recouvrement herbacé élevé. Le stade 2 comptabilise les parcelles jeunes de 3 ans, la quasi-

totalité des parcelles du stade intermédiaire (5-9 ans) et 11 parcelles âgées de 12 à 18 ans. Le stade 3 enregistre des parcelles âgées (10-32 ans) et deux parcelles de 7 et 9 ans. Ce groupe compte 9 parcelles ayant pour antécédent la mosaïque forêt claire /savane boisée et 28 parcelles ayant pour antécédent cultural la savane arborée. Le stade 4 compte également les parcelles âgées de 10-30 ans mais ayant en général comme antécédent cultural la mosaïque forêt claire_savane boisée comparativement au groupe précédent (Figure 4).

Tableau 2. Valeurs propres et contribution des variables descriptives des jachères.

Axes de l'AFMD	**Axe 1**	**Axe 2**	**Axe 3**
Valeurs propres	5,66	3,50	1,84
Pourcentage de variance	40,44	24,98	13,17
Pourcentage cumulé de variance	40,44	65,42	78,59
Corrélation entre variables quantitatives et axes de l'AFMD			
Aire basale	0,95	00	00
Age	0,85	00	00
Densité	0,40	0,87	00
Recouvrement arborescent	0,83	-0,49	00
Recouvrement arbustif	0,00	0,94	00
Recouvrement herbacé	-0,66	00	00
Strate arborescente inférieure	0,84	-0,43	00
Strate arbustive supérieure	0,35	0,82	00
Strate arbustive inférieure	-0,37	0,77	00
Nombre de strates	0,70	00	0,28
R^2			
Stade de reconstitution	0,83	00	0,85
Antécédent cultural	0,47	00	0,86

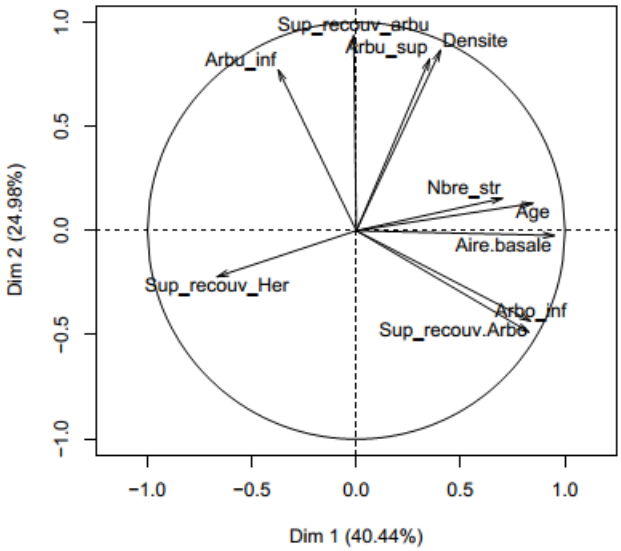


Fig. 2. Cercle de corrélation des variables descriptives des parcelles de jachère

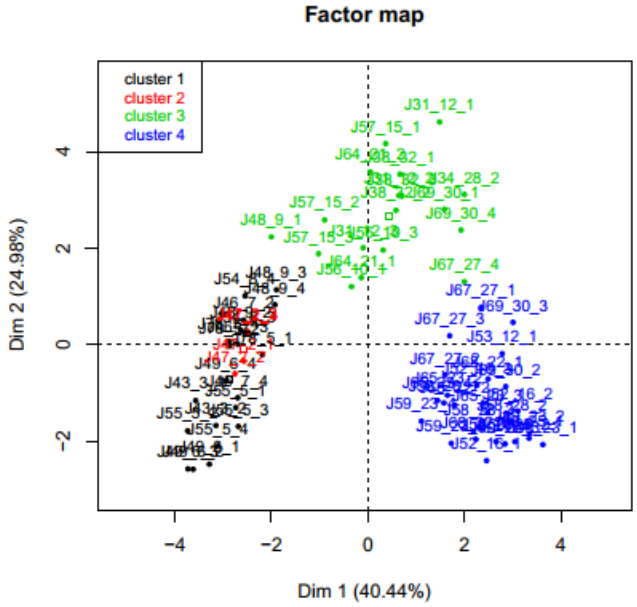


Fig. 3. Carte factorielle de l'ordination par AFMD des parcelles de jachère

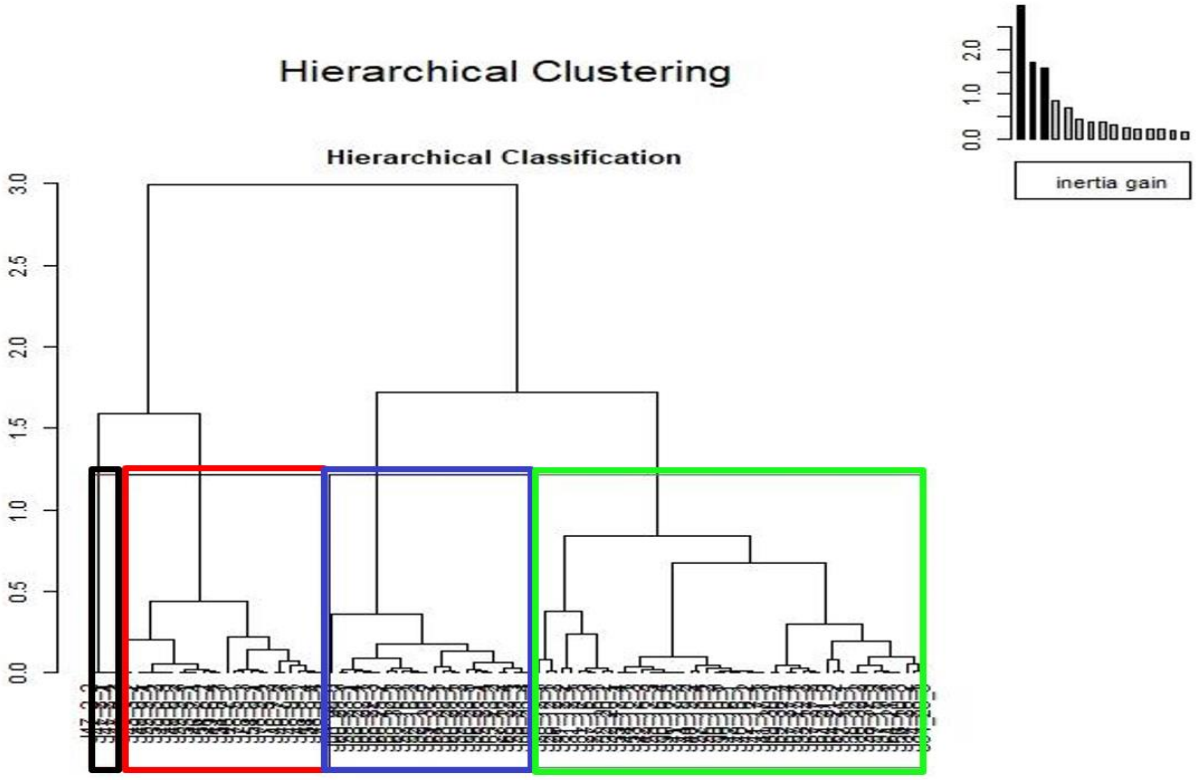


Fig. 4. Classification Hiérarchique ascendante des différents stades de la reconstitution post-culturale

	Stade I : Jachères jeunes (2 ans)
	Stade II : Jachères intermédiaires (3-9 ans)
	Stade IV : Jachères âgées (10-32 ans)
	Stade III : Jachères intermédiaires (7-9 ans) et Jachères âgées (10-30 ans)

3.2 CARACTÉRISTIQUES DES STADES DE LA RECONSTITUTION POST-CULTURALE

Les deux premiers axes de l'AFM restituent 91,97 % des informations entre les stades de reconstitution et les types phytogéographiques, les types biologiques, les modes de dissémination et les types foliaires des espèces (Tableau 4). L'axe 1 exprime un gradient de chacun des groupes de variables. Ainsi, il oppose, au titre du mode de dissémination, l'anémochorie de la zoochorie (épizoochorie et endozoochorie). Au niveau de la répartition phytogéographique, il sépare les stades dominés par les espèces SZ et introduites de ceux dominés par les espèces GC. En ce qui concerne les types biologiques, il discrimine les stades riches en thérophytes et nanophanérophytes de ceux qui comptent plus de mégaphanérophytes, de géophytes, d'épiphytes et de mésophanérophytes. Au niveau des types foliaires, il sépare les macrophylles, des mésophylles, mégaphylles et des aphylles (Figure 10). De même, l'axe 2 exprime un gradient des différents groupes de variables. Il discrimine dans sa partie supérieure, les stades qui enregistrent les plus grandes proportions d'espèces de transition GC-SZ de ceux qui disposent de proportions moindres. Au niveau des types biologiques, il sépare les hémicriptophytes des microphanérophytes. Il présente par ailleurs une corrélation négative avec la barochorie et distingue les stades riches en espèces de petites feuilles (leptophylle, nanophylle et microphylle de ceux qui enregistrent de faibles proportions de ces types foliaires. L'AFM permet donc de mettre en exergue les caractéristiques distinctes des différents stades de reconstitution post-culturale. Elle regroupe l'ensemble des stades en 3 groupes (Figure 11). Le stade_1 est caractérisé par une prépondérande des espèces soudano-zambésienne (SZ) et introduites (i), généralement des hémicriptophytes-pyrophytiques et des chaméphytes qui se disséminent par anémochorie et barochorie.

Le stade_2 regorge également d'espèces GC-SZ et SZ qui sont en grande partie des thérophytes et des nanophanérophytes dont les diaspores se disséminent principalement par anémochorie et disposant de feuilles de petite taille (nanophylle, leptophylle et microphylle). Les stades 3 et 4 partagent les mêmes caractéristiques. Ils comptent en leur sein la plus grande proportion des espèces GC, généralement de grande taille (mésophanérophytes et mégaphanérophytes) ainsi que des géophytes, qui disposent de feuilles de grande taille (mégaphylle) et qui se désiminent par zoochorie (épizoochorie et endozoochorie).

Tableau 3. Valeurs propres et contribution des variables et groupes des variables caractéristiques des stades de la reconstitution post-culturale

Axes de l'AFM		**Axe 1**	**Axe 2**	**Axe 3**
Valeurs propres		3,25	2,10	0,47
Pourcentage de variance		55,81	36,16	8,03
Pourcentage cumulé de variance		55,81	91,97	100,00
Groupe de variables	**Corrélations entre variables quantitatives et axes de l'AFM**			
Phytogéographie	GC-SZ	0,55	0,82	0,18
	SZ	0,99	0,11	0,12
	GC	-0,93	-0,30	-0,20
	i	0,91	-0,06	0,42
Biologie	Microphanérophyte	0,22	-0,97	-0,11
	Nanophanérophyte	0,83	0,51	0,24
	Mésophanérophyte	-0,63	-0,61	-0,49
	Hémicriptophyte	-0,14	0,98	0,17
	Geophyte	-0,78	0,56	0,29
	Thérophyte	0,70	0,50	-0,51
	Mégaphanérophyte	-0,74	0,60	0,32
	Chaméphyte	0,73	-0,66	0,14
	Hémicriptophyte pyrophytique	0,65	-0,66	0,38
	Epiphyte	-0,63	0,77	0,13
Modes de dissémination	Anémochorie	0,92	0,33	-0,22
	Endozoochorie	-0,95	0,09	0,29
	Barochorie	0,67	-0,74	-0,11
	Epizoochorie	-0,80	0,22	-0,56
Types foliaires	Mésophylle	-0,71	-0,65	0,26
	Microhpylle	0,56	0,79	-0,26
	Macrophylle	0,77	-0,62	-0,13
	Mégaphylle	-0,79	0,62	-0,05
	Nanophylle	0,30	0,95	0,09

	Aphylle	-0,93	-0,16	0,33
	Leptophylle	0,38	0,90	-0,22

Légende:

Phytogéographie: GC-SZ (espèces de transition entre les régions phytogéographiques Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne), SZ (espèces Soudano-Zambéziennes), GC (espèces Guinéo-Congolaise), i (espèces introduites).

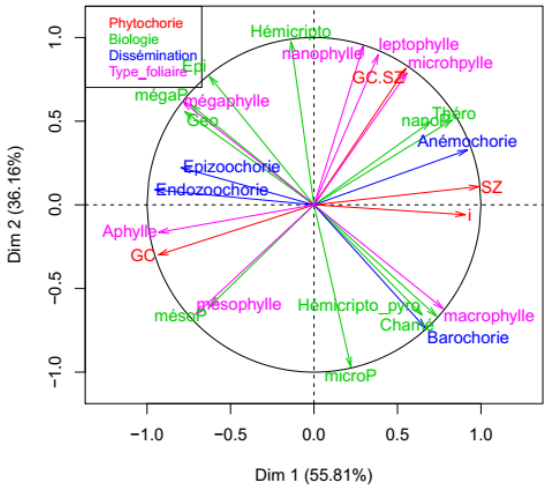


Fig. 5. Cercle de corrélation des variables caractéristiques des stades de la reconstitution post-culturale

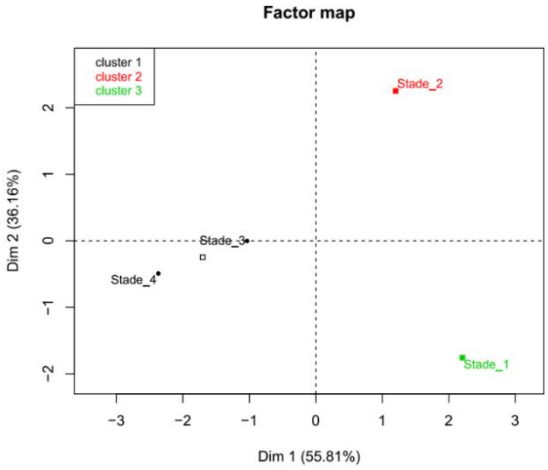


Fig. 6. Carte factorielle de l'AFM de caractérisation des stades de reconstitution post-culturale

4 DISCUSSION

4.1 STADES DE RECONSTITUTION POST-CULTURALE ET CARACTÉRISTIQUES FLORISTIQUES

Cette étude a mis en évidence, quatre groupes de parcelles correspondant à 3 stades de reconstitution post-culturale. Il s'agit du stade jeune jachère, du stade jachère intermédiaire et du stade jachère âgée. Cette subdivision a été adoptée par d'autres auteurs tels que [39] et [44] Selon ces auteurs, l'atteinte de ces stades peut se réaliser à des vitesses variables. Nos résultats sont conformes à ceux des auteurs précités. En effet, le constat est qu'en dehors du stade jeune jachère, l'âge ne constitue plus la variable principale dans la discrimination des groupes de parcelles. Cette explication est justifiée par le fait que des parcelles du stade intermédiaires (7 à 9 ans) se sont retrouvées dans le même stade que des parcelles plus âgées (12-18 ans) car présentant les mêmes caractéristiques. Cette observation montre que cette reconstitution est soumise à l'influence de divers facteurs. De telles observations avaient déjà été faites par les auteurs [45] dans des travaux menés en zone soudanaise. En effet, pour ces auteurs la structure de la végétation dans les formations post-culturales est le résultat des perturbations imposées par l'homme avant et après l'abandon de la culture. Contrairement à ces résultats, les auteurs tels que [13] et [19] ont montré que l'âge constitue le facteur déterminant dans la discrimination des parcelles de jachères. Les formations végétales originelles des zones étudiées seraient la raison probable.

En effet, les auteurs [13] et [19] ont travaillé en forêt dense semi décidue alors que notre étude s'est déroulée en zone sub-soudanaise où il existe plusieurs formations originelles. Par ailleurs, étudier la reconstitution d'espaces post-culturaux ayant le même antécédent cultural permettra de mieux apprécier l'influence de l'âge dans la reconstitution post-culturale en zone savanicole.

4.2 CARACTÉRISTIQUES DES STADES DE LA RECONSTITUTION

La caractérisation des différents stades a montré que l'anémochorie et la zoochorie sont les modes de dispersion dominants des différents stades de reconstitution. Ces deux modes de dissémination sont les plus dominants de la flore ivoirienne en général ([17]; [46]) et de la flore des espaces anciennement cultivés en particulier ([13]; [16]; [47])**.** L'anémochorie, prépondérante au sein des jeunes jachères régresse avec l'âge et concède la prépondérance à la zoochorie au niveau des jachères âgées. Des résultats similaires ont été obtenus par [39] et [48]. Selon plusieurs auteurs dont [16], [39], [49] et [50], l'anémochorie constitue une stratégie principale de dissémination pour les plantes des milieux ouverts comme c'est le cas des jeunes jachères. L'auteur [51] explique cette dominance par le fait que les espèces herbacées des champs cultivés forment la majorité de la banque du sol et sont donc capables de coloniser rapidement les milieux abandonnés. Nos résultats corroborent ceux de [39] qui affirment que les différents stades de la succession post-culturale apparaissent comme un remplacement temporel de plusieurs groupes fonctionnels de plantes depuis les thérophytes à diaspores anémochores vers les phanérophytes à diaspores zoochores. Au titre de la phytogéographie, les jachères jeunes sont caractérisées par les espèces Soudano-Zambéziennes (SZ), les jachères intermédiaires par les espèces de transition Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambéziennes (GC-SZ) et les jachères âgées par les espèces Guinéo-Congolaises (GC). En effet, les jeunes jachères étant des milieux ouverts, l'intensité lumineuse va favoriser la prolifération d'espèces héliophiles telles que les espèces SZ. Le développement des strates arbustive et arborée qui caractérisent les jachères âgées va défavoriser les héliophiles et favoriser l'implantation d'espèces de transition et forestières d'où la croissance de leur prépondérance avec l'âge des espaces anciennement cultivés.

5 CONCLUSION

L'étude de la dynamique de reconstitution post-culturale a montré que reconstitution post-culturale en zone sub-soudanaise se fait suivant 3 stades dont le stade jachère jeune, le stade jachère intermédiaire et le stade jachère âgée. Le stade jachère jeune est caractérisé par les espèces soudano-zambéziennes et le stade jachère intermédiaire par les espèces soudano-zambéziennes et de transition. Il s'agit généralement des nanophanérophytes, thérophytes, à dissémination anémochore, et à petite feuilles. Par contre, les stades âgés sont caractérisés par les espèces guinéo-congolaises, zoochores, mésophanérophytes, mésophiles et mégaphiles. Il ressort également de la présente étude que la reconstitution post-culturale en zone savanicole pourrait être liée à l'antécédent cultural et serait influencée par divers facteurs.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit de Mr Mamadou SANGARE, Directeur Général de la SODEFOR qui joue un rôle primordial dans la conservation de la Biodiversité par la mise en place d'un site de conservation de la Biodiversité et qui a été d'un appui considérable dans la réalisation de cette étude.

REFERENCES

[1] Y. Martineau, Modélisation des successions post culturales. Application à la gestion durable des agro- écosystèmes des hautes Andes tropicales. Thèse de Doctorat, Département d'Ecophysiologie Végétale, Laboratoire d'Ecologie, Systématique, Evolution. Université Paris-Sud, France, 120 p, 2004.

[2] J. N. Kassi, D. Soro, et M. N. Boraud, Successions Post-Culturales en Forêt Tropicale: Essai de Synthese Bibliographique. *Agronomie Africaine, 23* (1), 79-90; 2011.

[3] C. Gascon, G. B. Williamson and G. A. B. Da Fonseca, Receding forest edges andvanishing reserves. *Science* 288: 1356-1358; 2000.

[4] L. Fahrig, Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics,* 34: 487-515, 2003.

[5] FAO, Evaluation des ressources forestières mondiales 2000. Rapport principal, Étude FAO, Forêts, Rome, Italie, 140 p, 2001.

[6] FAO, Une régression alarmante du couvert végétal ivoirien entre 1986 et 2015 www.fao.org/ 24/02/2019, 2017.

[7] IFFN. Inventaire forestier et faunique national, Rapport final de l'inventaire forestier de Côte d'Ivoire (ONF International, ONF Côte d'Ivoire, IGN, IGN FI), 2021.

[8] M. B. K. Darkoh, Regional perspectives on agriculture and biodiversity in the drylands of Africa. *Journal of Arid Environments,* 54: 261-279, 2003.

[9] A. V. Koulibaly, Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la réserve de Lamto et du parc national de la Comoé, en côte d'ivoire. Thèse de doctorat, Laboratoire de Botanique, Université de Cocody, Abidjan, 150 p, 2008.

[10] Y. S. S. Barima, Dynamique, fragmentation et diversité végétale des paysages forestiers en milieux de transition forêt-savane dans le Département de Tanda (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université libre de Bruxelles, Belgique, 178 p, 2009.

[11] T.B. Smith, R. K. Wayne, D. J. Girman and M. W. Bruford,. A role for ecotones in generating forest biodiversity, *Science,* 276: 1855-1857, 1997.

[12] Y. S. S. Barima, N. Barbier, I. Bamba, D. Traoré, J. Lejoly and J. Bogaert, Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. *Bois & Forêts des Tropiques,* 299 (299): 15-25, 2009.

[13] N. J. Kassi, Successions secondaires post-culturales en forêt dense semi-décidue (Côte d'Ivoire): nature, structure et organisation fonctionnelle de la végétation. Thèse de Doctorat, Université de Picardie Jules Verne d'Amiens (France), 212 p. 2006.

[14] K. H. Kouassi, K. N'Guessan, G. M. Gnahoua and K. É. Kouassi,. Flore post-culturales en zone de forêt dense semi décidue de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences,* 19: 1026-1040, 2009.

[15] B. T. A. Vroh, Évaluation de la dynamique de la végétation dans les zones agricoles d'Azaguié (Sud-Est, Côte d'Ivoire). Thèse de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Spécialité Foresterie et Biodiversité Végétale, 250 p, 2013.

[16] K. A. D Koffi, Dynamique de la végétation et valeurs de conservation des espaces anciennement cultivés du parc national d'azagny (sud de la Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Systématique, Écologie et Biologie Végétales, Côte d'Ivoire, 234 p, 2016.

[17] O. M-M. A. Adingra, Dynamique du peuplement et stocks de carbone dans la mosaïque de végétation de la forêt classée de Bamo (Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat de l'Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Côte d'Ivoire 158 p, 2017.

[18] J. N. Kassi, R. H. Kouassi and D. O. Yongo, Analyse de la flore de la forêt classée de Sanaimbo à Bongouanou-Dimbokro (Côte d'Ivoire), *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6* (5): 2139-2148, 2012.

[19] A. E. N'Guessan, Dynamique de la végétation et facteurs de reconstitution de la biomasse dans les forêts secondaires: cas de la forêt classée d'agbo 1 (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire, 149 p, 2018.

[20] A. Koulibaly, Caractéristiques de la végétation et de la flore de la savane soudanienne de Cote d'Ivoire: cas des alentours de la ville de Korhogo. DEA, Université de Cocody, Abidjan, 84 p, 2000.

[21] A. N. N. Boko-Koiadia, G. Cissé, B. Koné and D. Séri, Variabilité Climatique et Changements dans l'environnement à Korhogo en Côte d'Ivoire, Mythes Ou Réalité ? *European Scientific Journal,* 12 (5): 158-176, 2016.

[22] L. Coulibaly, K. H. Kouassi, G. E. Soro and I. Savané, Analyse du processus de savanisation du Nord de la Côte d'Ivoire par télédétection: Cas du département de Ferkessédougou. *International Journal of Innovation and Applied Studies,* 17 (1): 136, 2016.

[23] A. Koulibaly, N. Akédrin, M. Diomandé, I. Konaté, D. Traoré, R. Bill and J. K. Yatty, Conséquences de la culture de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) sur les caractéristiques de la végétation dans la région du Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies,* 17 (4): 1416-1426, 2016.

[24] D. Ouattara, D. Kouamé, M. S. Tiébré, Y. J. C Kouadio and K. E. N'Guessan, Biodiversité végétale et valeur d'usage en zone soudanienne de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* 10 (3): 1122-1138, 2016.

[25] M-S. Tiébré, O. Djakalia, K. B. Kpangui, D. F. Kouassi and K. É. N'Guessan, Diversité floristique de la région de Foungbesso en zone de transition forêt-savane à l'Ouest de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* 10 (3): 1007–1016, 2016.

[26] E. A. Konan, C. B. Pene and E. Dick, Caractérisation agro-climatique du périmètre sucrier de Ferké 2 au Nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences,* 116 (1): 11532-11545. 2017.

[27] N. O. Yao, A. E. N'Guessan, W. M. Égnankou, M. Sangaré and K. É. N'Guessan, Structure et composition de la végétation en zone sub-soudanaise (Département de Dianra, Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire): étude descriptive et comparative. *Afrique SCIENCE* 14 (2): 304–315, 2018.

[28] P. Dugué, F. R. Koné, G. Koné and F. Akindes, Production agricole et élevage dans le centre du bassin cotonnier de Côte d'Ivoire. *Cahiers Agricultures,* 13 (6): 504-509. 2004.

[29] C. Violle, M. L. Navas, D. Vile, E. Kazakou, C. Fortunel, I. Hummel and E. Garnier, Let the concept of trait be functional! *Oikos,* 116 (5): 882-892. 2007.

[30] A. Aubréville, À la recherche de la forêt en Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques,* 57: 12-29. 1958.

[31] Monnier Y., Carte de la végétation de la Côte d'Ivoire. *In:* Vennetier P. & Laclavère G. (eds): Atlas de Côte d'Ivoire. 2e édition., *Jeune Afrique,* Paris, 72 p. 1983.

[32] J-L. Devineau, Structure et dynamiques de quelques forêts tropophiles de l'Ouest Africain (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat d'État, Université Paris VI (France), 294 p, 1984.

[33] Eldin, M., Le climat in le milieu naturel de Côte d'Ivoire. *Mémoire. ORSTOM* (Paris), 50: 73-108, 1971.

[34] J. L. Guillaumet and E. Adjanohoun, La végétation de la Côte d'Ivoire. *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire,* (50), 166-262, 1971.

[35] A. Bene and A. Fournier, Végétation naturelle et occupation des terres au Burkina Faso (Afrique de l'ouest). Cinq décennies de changement dans un terroir du pays sm. Gwena¨elleFABRE, Anne FOURNIER, Lamine SANOGO. Regards scientifiques croisés sur le changement global et le développement - Langue, environnement, culture: Actes du Colloque internationalde Ouagadougou (8-10 mars 2012), Sciences conf.org, 143-164, 2014.

[36] K. R. Glèlè, V. K. Salako, E. A. Padonou and A. M. Lykke, Méthodes statistiques multivariées utilisées en écologie. *Annales Des Sciences Agronomiques,* 20: 139-157, 2016.

[37] N. F. Kouamé, Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de 3e Cycle, UFR Biosciences, Université Cocody- Abidjan. 227 p, 1998.

[38] B. J. McGill, B. J. Enquist, E. Weiher and M. Westoby, Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in ecology & evolution,* 21 (4): 178-185, 2006.

[39] F. Bangirinama, M. J. Bigendako, J. Lejoly, N. Noret, C. De Cannière and J. Bogaert, Les indicateurs de la dynamique post-culturale de la végétation des jachères dans la partie savane de la réserve naturelle forestière de Kigwena (Burundi). *Plant Ecology and Evolution* 143 (2): 138–147, 2010.

[40] Lebrun, La végétation de la plaine alluviale au sud Lac Édouard. Institut des Parcs Naturels du Congo-Belge, Mission Lebrun (1937 - 1938), (2), 800 p, 1947.

[41] L. Aké-Assi, Flore de la Côte d'Ivoire: Etude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 1206 p, 1984.

[42] J-L. Guillaumet, Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire). *Mémoires de l'ORSTOM,* 20: 1-247, 1967.

[43] C. Raunkiaer, The life forms of plants and statistical plant geography. London: *Clarenden Press,* 632 p, 1934.

[44] A. Fournier, C. Floret and G. M. Gnahoua, Végétation des jachères et succession post- culturale en Afrique tropicale. *In:* Floret C., Pontanier R, La jachère en Afrique tropicale. II, *John Libbey Eurotext,* Paris, France, 123-168, 2001.

[45] C. Floret and P. Donfack, La succession post-culturale en zone soudanienne. In: Floret Christian. Raccourcissement du temps de jachère, biodiversité et développement durable en Afrique Centrale (Cameroun) et en Afrique de l'Ouest (Mali, Sénégal): rapport final. Dakar, *ORSTOM,* 71-73, 1998.

[46] J. N. D. Kassi, Y. Tuo and I. C. Zo-Bi, Diversité floristique et infiltration humaine de la forêt classée de la Besso (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences,* 114 (1): 11299-11308, 2017.

[47] A. E. N'Guessan and N. J. Kassi, Analyse de La diversité floristique de la forêt classée D'agbo I (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal,* 14 (9): 1857-7881, 2018.

[48] F. Koubouana, A. Ngoliele and G. Nsongola, Evolution des paramètres floristiques pendant la régénération des forêts de la réserve de la Lefini (Congo Brazzaville). *Annales de l'Université Marien Ngouabi,* 8: 10–21, 2007.

[49] M. K. F. X. Habiyaremye, Étude phytosociologique de la dorsale orientale du lac Kivu. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. *Annales Sciences Economiques,* 24: 276 p, 1997.

[50] B. Senterre, Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 343 p, 2005.

[51] Smit R., The colonization of woody species in old fields, old field succession in the Netherlands. Wageningen, Agricultural University, Department of terrestrial ecology and nature, 46 p, 1996.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 593-612
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effets du paiement des prestations sociales par la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS) sur la vie socioéconomique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu en République Démocratique du Congo

[The payement effects of social prestations by the national savings loan of social security on socioeconomic life of the beneficiaries in Bukavu town, Democratic Republic of Congo]

Makelele Masirika Emmanuel

Détenteur d'un diplôme d'études approfondies (DEA) en Sciences Economiques et de Gestion, Assistant d'enseignement à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Nyangezi (ISTM, NYANGEZI), Bukavu, RD Congo

Copyright © 2023 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 research focuses on the determining the effects of social prestations of the National Savings loan of Social Security (NSSS) on the social and economic life of the beneficiaries in Bukavu. It uses the primary data collected on 138 persons by using a quantitative investigation questionnary. The methodology adopte dis analytic, using the descriptive purely statistics obtened by the SPSS 20.0 logicial. The results of this study indicate that the social prestations of the NSSS have positive effects on the social life of beneficiaries, but not on their economic life, because of the modicity of the amount received, sometimes by irregular periods. The conclusion of this paper calls out the government to diversify the social security organisations and to improve the social prestation amount for the beneficiaries (social prestatories) so that their well-being should grow.

KEYWORDS: Social prestations, beneficiaries or social prestatories, retireds, Bukavu, NSSS, socioeconomic life.

RESUME: Ce papier est intitulé « Effets des prestations sociales de la CNSS sur la vie socioéconomique des prestataires sociaux de Bukavu en République Démocratique du Congo ». Cette recherche vise à déterminer les effets des prestations sociales de la CNSS/Bukavu sur la vie sociale et économique des bénéficiaires. Elle utilise des données primaires récoltées auprès de 138 individus à l'aide d'un questionnaire d'enquête quantitatif. La méthodologie adoptée est analytique, utilisant des statistiques purement descriptives obtenues en recourant au logiciel SPSS 20.0. Les résultats de cette étude indiquent que les prestations sociales de la CNSS ont des effets positifs sur la vie sociale des bénéficiaires mais pas sur leur vie économique vu la modicité du montant perçu, parfois par périodes irrégulières (inégales). La conclusion de cette étude interpelle les dirigeants du pays à diversifier les organismes de sécurité sociale et d'améliorer le montant de prestation sociale pour tous les régimes de pension pour une meilleure vie socioéconomique des prestataires sociaux.

MOTS-CLEFS: Prestations sociales, prestataires sociaux, retraités, Bukavu, CNSS.

1 INTRODUCTION GENERALE

Depuis quelques décennies, la sécurité sociale fait l'objet de nombreuses études. En termes de doctrine, elle se conceptualise et se défend toujours davantage non pas seulement en tant qu'outil pour résister aux crises, mais, plus fondamentalement, en tant qu'investissement social dans une croissance inclusive et de bien-être des populations (Damon, 2016). La sécurité sociale, appelée également protection sociale par certains, est un système de prestations sociales pour parer

aux risques et aléas sociaux. Produit de l'ère industrielle et liée à un emploi, elle visait à répondre à certaines urgences (accidents du travail et maladie en particulier), mais aussi à institutionnaliser la solidarité dans la société afin que les individus ne dépendent plus de la charité. La sécurité sociale s'est élargie progressivement à d'autres domaines et couvre de nos jours une large palette de risques et aléas sociaux (chômage, maternité, vieillesse, invalidité, perte de revenu, nécessité d'une aide à la famille et à l'enfant et de prestations pour les survivants et orphelins).

Partie du cœur de l'Europe à la fin du XIXe siècle, la sécurité sociale s'est étendue progressivement à tous les continents. Elle connait une forte extension à travers ses différentes branches: Retraite, Invalidité, Survie, Accidents du travail, Santé, Maternité, Famille et enfants, Chômage (Damon, 2016). Le pourcentage des pays disposant des systèmes de sécurité sociale est passé d'environ 5% en 1900 à environ 95% en 2010 (Damon, 2016). Il y a extension de la sécurité sociale, mais pas forcément généralisation ni universalisation. Malgré l'impressionnante extension de la sécurité sociale au cours du dernier siècle, une minorité seulement de la population mondiale est complètement couverte. En 2012, seulement 27 % de la population mondiale avait accès à des systèmes complets de sécurité sociale (avec les huit branches citées ci-haut), tandis que 73 % ne bénéficie que d'une couverture partielle, ou n'est pas couverte du tout (Damon, 2016).

La sécurité sociale est, en fait, une branche de la protection sociale. Elle désigne tous les mécanismes de prévoyance collective, permettant aux individus de faire face aux conséquences financières des "risques sociaux". Il s'agit de situations susceptibles de compromettre la sécurité économique de l'individu ou de sa famille en provoquant une baisse de ses ressources ou une hausse de ses dépenses (vieillesse, maladie, invalidité, chômage, maternité, charges de famille, etc.). Celle-ci est de plus en plus reconnue par les gouvernements d'Afrique subsaharienne. La plupart des pays mettent en œuvre des programmes de protection sociale. Les dépenses moyennes de protection sociale sur l'ensemble du continent sont passées de 2,7 % en 1990 à 5,2 % du produit intérieur brut (PIB) en 2010. La couverture est minime dans les pays à faible revenu où l'assistance sociale est la forme la plus prédominante. Dans ces pays, l'appropriation nationale et l'institutionnalisation sont limitées. En revanche, les pays d'Afrique australe aux revenus intermédiaires comme l'Afrique du Sud, le Botswana et la Namibie ont des systèmes de protection sociale mieux établis incluant des régimes d'assurance sociale, mais limités au secteur formel. La couverture de risques sociaux est plus basse en Afrique par rapport au reste du monde.

Sur le plan mondial, la proportion des personnes bénéficiant d'au moins une prestation sociale s'élève actuellement à 45% de la population; celle des enfants 38%; celle des mères et nouveau-nés 41%; celle des personnes gravement handicapées 25%; celle des chômeurs 21% et celle des personnes âgées 65%.

Au niveau des pays développés surtout ceux de l'Europe et de l'Asie centrale, ces proportions sont très élevées et sont de 82%; 89%; 81%; 89%; 42% et 95% respectivement. Et plus d'un risque est couvert par la sécurité sociale. De plus, dans ces pays, les personnes qui ne sont pas couvertes par la sécurité sociale sont majoritairement nantis et ne se soucient pas de cette assistance (Ortiz, 2018; Burrow, 2020).

En parlant de l'Afrique, où les pays sont à faible revenu, ces proportions sont aussi très faibles. Elles représentent 19%; 17%; 17%; non disponible; 7% et 30% respectivement pour les personnes bénéficiant d'au moins un service, pour les enfants, pour les mères et nouveau-nés, pour les handicaps, pour les chômeurs et pour les personnes âgées (Ortiz, 2018; Burrow, 2020); les données pour les personnes gravement handicapées n'étant pas disponibles**.**

Sur le plan macroéconomique toujours, cette exiguïté du champ de la couverture sociale explique la faiblesse des budgets alloués à la fonction de redistribution qu'elle véhicule. Ainsi, la moyenne des dépenses publiques consacrées à la sécurité sociale se situe autour des moyennes de 5% en Afrique, de 7% en Asie, et de 10% en Amérique latine alors qu'elle dépasse 25% en Europe; et ce, par rapport au PIB. La RDC en tant que pays de l'Afrique subsaharienne à très faible revenu ne fait pas exception. Un seul organisme est chargé d'assurer la sécurité sociale: la caisse nationale de sécurité sociale (CNSS). La RDC est en défaveur par rapport aux autres pays africains qui disposent de plusieurs organismes tant publics que privés, chargés d'assurer la sécurité sociale, comme le Gabon, l'Algérie, le Cameroun, la Tunisie. La proportion des personnes couvertes par la sécurité sociale est de moins de 7% de la population en RDC et ses plaintes sont toujours énormes. Au niveau des pays de l'Afrique centrale dont la RDC, les statistiques disponibles montrent que le système de sécurité sociale mis en place reste quantitativement et qualitativement insuffisant: la branche assurance-maladie n'est pas encore couverte et les travailleurs du secteur informel ne bénéficient pas d'une sécurité sociale. Les pensions-retraite se taillent la part belle, avec plus de 50% des prestations offertes par la branche prestations vieillesse, d'invalidité et de décès.

Au niveau microéconomique, on démontre que dans les pays développés, les personnes qui ne bénéficient pas de couverture de sécurité sociale sont des personnes qui sont économiquement aisées. Elles ne se soucient pas de chercher l'information concernant les risques qui peuvent être couverts par la sécurité sociale (Kadidiatou, 2018). Dans les pays à faible revenu, la majorité des ménages ne bénéficie pas d'une prestation sociale de la sécurité sociale suite à la mauvaise organisation

de ce secteur, ce qui plonge lesdits ménages dans une vie de précarité. Les personnes âgées par exemple, sont dans une situation socioéconomique misérable; et méritent pour cela une attention particulière. Il est démontré que les régimes bien conçus de sécurité sociale garantissent des prestations bien appropriées aux ménages. De plus, ils réduisent la pauvreté et les inégalités; contribuent à une croissance inclusive en augmentant la productivité et l'employabilité (renforce le capital humain) et dopent la consommation et la demande intérieure. Ils favorisent le développement humain et assurent la stabilité politique ainsi que la paix sociale.

Ce papier a pour objectif d'étudier les effets des prestations sociales de la CNSS sur la vie socioéconomique des prestataires sociaux. Son importance est de vérifier si la CNSS contribue à améliorer les conditions de vie socioéconomiques des prestataires sociaux, afin de pouvoir interpeller les dirigeants à améliorer, le cas échéant, les régimes de gestion de la sécurité sociale en RDC. En effet, la capacité de direction et de gestion des régimes de prestations sociales est un indicateur du niveau de développement d'un pays. De tous nos prédécesseurs dans la recherche sur ce thème, personne, à notre connaissance, n'a utilisé les données primaires. Ils ont utilisé des données secondaires tirées d'ailleurs ou des enquêtes de la banque mondiale surtout. Nous, nous avons utilisé des données primaires en allant sur terrain pour rencontrer les prestataires sociaux.

Sur base de ce qui précède, un certain nombre de questions mérite d'être posées, à partir desquelles nous formulons les hypothèses suivantes:

Hypothèse 1: Le paiement des prestations sociales par la CNSS/Bukavu aurait des effets positifs sur la vie sociale des prestataires sociaux.

Hypothèse 2: Le paiement des prestations sociales par la CNSS/Bukavu aurait des effets positifs sur la vie économique des prestataires sociaux.

Ce papier commence par une introduction générale et se compose de trois chapitres. Le premier chapitre porte sur la revue de la littérature. Le deuxième traite du cadre méthodologique et décrit l'institution d'étude (la CNSS). Le troisième enfin présente et analyse les résultats. Une conclusion générale assortie des recommandations clôture cette étude.

2 REVUE DE LA LITTERATURE

2.1 SÉCURITÉ SOCIALE ET PROTECTION SOCIALE

Le terme **sécurité sociale** est un sous-groupe de la **protection sociale,** assurée par l'État-providence. La protection sociale regroupe la sécurité sociale (système d'assurance), l'action sociale et l'aide sociale (système d'assistance). Elle désigne le système d'indemnisation, par les administrations publiques, des citoyens victimes des aléas de la vie comme le chômage, la maladie, les accidents, la vieillesse, le décès d'un parent pour un mineur, etc. Il s'agit d'assurer un minimum de ressources ainsi que l'accès aux besoins essentiels (éducation, eau, nourriture, hygiène) à tous les citoyens hors catastrophe, guerre ou calamité (qui relèvent, elles, de la sécurité civile).

La sécurité sociale désigne un ensemble d'organismes publics à but non lucratif, chargés de gérer différents régimes d'assurance sociale fondée sur des cotisations obligatoires des personnes qui en bénéficient.

Le principe de la protection sociale, mutualisée au niveau professionnel ou national est né en Europe à la fin du 19ème siècle en réaction à l'apparition d'une misère ouvrière importante lors de l'industrialisation. Le développement de risques sociaux (accidents du travail, maladie, chômage,...) compromettant la sécurité économique des individus, a favorisé la mise en place d'une protection sociale publique, visant à protéger tous les individus. La première forme de protection sociale est le système d'**assurance sociale** mis en œuvre en Allemagne par le Chancelier Bismarck en 1883. La deuxième forme de protection sociale est le système de **sécurité sociale** mis en œuvre en Grande Bretagne, sous l'influence de l'économiste Beveridge en 1945.

Aujourd'hui, la protection sociale dans les pays européens est relativement généreuse, et ses dépenses représentent en moyenne 27,7% du PIB. Les systèmes les plus développés de protection sociale sont surtout le fait des pays européens. Leurs ressources sont constituées principalement par les impôts et les cotisations sociales. En France, le système de protection sociale représente environ 500 milliards d'euros chaque année, soit plus de 30% du produit intérieur brut (PIB). Quatre grands risques sont couverts par cette protection sociale: maladie, retraite, famille, chômage

La protection sociale peut fonctionner selon trois logiques:

- Une logique d'assurance sociale, dont l'objectif est de prémunir contre un risque de perte de revenu (chômage, maladie, vieillesse, accident du travail). Les prestations sociales sont financées par des cotisations sur les salaires (comme dans une assurance privée) et sont donc réservées à ceux qui cotisent;
- Une logique d'assistance, qui a pour objectif d'instaurer une solidarité entre les individus pour lutter contre les formes de pauvreté. Elle consiste à assurer un revenu minimum, qui ne couvre pas forcément un risque spécifique. Il est versé sous condition de ressources, mais non de cotisations préalables (revenu minimum d'insertion, allocation adulte handicapé);
- Une logique de protection universelle, qui a pour but de couvrir certaines catégories de dépenses pour tous les individus. Les prestations sont donc accordées sans conditions de cotisations ni de ressources, mais sont les mêmes pour tous (prestations familiales).

La protection sociale institutionnalisée a été introduite en Afrique subsaharienne par le colonisateur sous la forme de fonds de prévoyance qui couvre les employés de la Fonction publique. Les nouveaux États postcoloniaux se sont fortement inspirés des modèles sociaux des anciennes métropoles (France et Angleterre).

2.2 LES COMPOSANTES DE LA PROTECTION SOCIALE

2.2.1 PROTECTION SOCIALE NON CONTRIBUTIVE

La protection sociale peut être définie comme un ensemble de programmes de transfert et de subventions publiques, normalement financés par les recettes fiscales générales en vertu du principe de solidarité. Ses prestations ne sont pas liées aux contributions précédentes. Ces programmes ciblent souvent les personnes vivant dans l'extrême pauvreté, pauvreté et vulnérabilité, pour subvenir aux besoins les plus élémentaires des individus et des ménages, fournir un revenu minimum à ceux qui vivent dans la pauvreté ou stopper la baisse des revenus et des capacités de consommation des personnes en situation de vulnérabilité.

2.2.2 PROTECTION SOCIALE CONTRIBUTIVE

Traditionnellement, la protection sociale contributive (sécurité sociale) englobe tous les programmes destinés à fournir aux travailleurs et aux personnes à leur charge une assurance actuelle et future leur permettant de maintenir une qualité de vie minimale durant leur vie active et inactive, par exemple en période de chômage, retraite, maladie ou invalidité. Cette composante comprend également l'assurance maladie, l'ensemble des prestations et garanties liées à la maternité et, dans certains cas, d'autres prestations, telles que les allocations familiales. Fondamentalement, ce sont des prestations contributives, bien que le montant de la contribution puisse varier considérablement (et peut ou non être compensé par des contributions non contributives de l'Etat) en fonction du statut socioéconomique des travailleurs et de leur durée sur le marché du travail formel. Cette composante englobe une grande variété d'instruments (assurances, plans de sécurité et autres formes de contribution), intervenants (privés, publics et mixtes) et domaines couverts (accès aux systèmes de santé, régimes de retraite et assurance chômage, invalidité et survivants). Notons que les deux programmes de sécurité sociale les plus importants sont les pensions de vieillesse, d'invalidité et de survivants et la maternité / paternité, de maladie et les prestations de soins de santé.

2.3 GOUVERNANCE ET SÉCURITÉ SOCIALE

La capacité du gouvernement à gérer un régime de sécurité sociale est essentielle pour déterminer le régime le plus approprié au pays. De nombreux gouvernements ont connu de graves problèmes de gestion de leurs régimes de sécurité sociale. Ces problèmes ont été dus à des erreurs dans la conception du régime, à des difficultés dans le recouvrement des cotisations et à des insuffisances de gestion. La capacité de direction et de gestion des pays restreint les types de régimes de retraite qu'ils peuvent administrer correctement. Cette capacité tend à s'améliorer au fur et à mesure du développement du pays concerné.

2.4 QUELQUES PRESTATIONS SOCIALES DE LA CNSS EN RDC

2.4.1 LES DÉPENSES TECHNIQUES DE LA BRANCHE « VIEILLESSE », sont des prestations allouées aux retraités ou à leurs ayants droits en cas de décès. Elles sont composées de :

- La retraite

Les personnes atteignant 60 ans et qui ont cotisé au moins un trimestre à l'assurance vieillesse du régime général de la Sécurité sociale, peuvent bénéficier d'une pension, si elles la demandent. Cette pension représente une proportion du revenu moyen perçu par le travailleur durant les derniers mois d'activité. Cependant, le bénéficiaire peut décider d'anticiper sa retraite; dans ce cas, il bénéficie d'une pension de retraite anticipée, calculée en appliquant un coefficient d'abattement à sa pension de vieillesse.

- Les prestations de survivant: Il s'agit de pensions ou de rentes de réversion octroyées aux ayants droit en cas de décès de l'assuré.

-**Autres prestations:** Il s'agit, entre autres, des allocations vieillesse et aux survivants. À cela peuvent s'ajouter les frais des soins médicaux, de transport, funéraires et les autres charges techniques.

2.4.2 LA PENSION DE RÉVERSION

Au décès d'un assuré, le conjoint survivant bénéficie d'un certain pourcentage de la pension du bénéficiaire sous une condition de ressources.

2.4.3 L'ALLOCATION AUX ADULTES HANDICAPÉS

Elle vient compléter les ressources existantes (s'il en existe) ou assurer un revenu tout court, pour garantir un minimum d'existence. Il faut avoir de 20 à 60 ans (limite d'âge la plus courante avant de passer au système de retraite vieillesse).

2.4.4 PRESTATIONS DE DÉCÈS

Une prestation de décès est payable aux ayants droit d'un individu qui a cotisé pendant une période minimale (de trois à dix ans) selon la durée de la période de cotisations. La prestation représente une somme forfaitaire égale à six mois de pension de retraite dans la limite d'un plafond.

2.4.5 PENSION DE CONJOINT SURVIVANT

La pension de survivant est une allocation versée au conjoint survivant d'une personne prédécédée qui avait acquis, de son vivant, des droits à une retraite ou à une pension au titre de l'assurance vieillesse. L'assuré décédé doit avoir cotisé auprès d'un régime de pension pendant au minimum 1/3 (selon le pays) de sa période d'activité ayant pu donner lieu à versement de cotisations. Le conjoint survivant doit être âgé d'au moins quarante-cinq ans ou de moins de quarante-cinq ans s'il est invalide ou s'il a un enfant à charge. Le montant de la pension du conjoint survivant est fonction de l'âge auquel cet avantage est demandé.

2.4.6 L'ORPHELIN, âgé de moins de 18 ans ou de moins de 25 ans en cas de poursuite d'études peut prétendre à une allocation dont le montant fixe est fixé selon le pays.

2.5 PRESTATIONS SOCIALES ET VIE SOCIOÉCONOMIQUE DES BÉNÉFICIAIRES

Il est démontré que les régimes bien conçus de protection sociale, assortis de prestations sociales appropriées réduisent la pauvreté et les inégalités, et garantissent la paix sociale. Mais, les prestataires sociaux ne sauraient vivre des seules prestations leur octroyées par les organismes de sécurité sociale couvrant leur risque**.** D'autres ressources sont mobilisées pour que le prestataire parvienne à nouer les deux bouts du mois (Braham & Pétron, 2012; Kadidiatou, 2018). En Tunisie par exemple, la seule pension de retraite ne suffit pas pour nourrir les personnes âgées; d'autres ressources sont mobilisées quant à ce: en ville, seul 25,8% vit de la pension seulement, et en milieu rural, 17,9%; ce qui fait que la personne âgée est obligée de recourir soit à la famille, à l'aide sociale, à des activités génératrices de revenus pour nouer les deux bouts du mois.

Plusieurs travaux sur les effets des prestations sociales sur les conditions de vie des prestataires existent dans la littérature. Ils peuvent être regroupés en deux catégories.

La première catégorie montre l'impact positif des prestations sociales sur la vie socioéconomique des bénéficiaires qui sont les retraités, les veufs, les invalides, les incapables, les orphelins, ou les rentiers. De plus, ces diverses prestations sociales apportent des éléments essentiels à la cohésion et à la paix sociale en permettant à chacun de se sentir aidé et secouru contre

les conséquences aléatoires des accidents de la vie quotidienne (Menahem, 2007; Hammouda, Moudden et Mercouani, 2018; Ruberangeyo, Ayebare et Laminne de Bex, 2015; Daha, 2017;...).

La deuxième catégorie d'études atteste que les prestations sociales jouent un rôle important dans l'amélioration des conditions de vie des bénéficiaires, certes, mais cette amélioration est constante lorsque lesdites prestations sont appuyées par des aides, des transferts de fonds par des familiers en faveur du prestataire social (ou le bénéficiaire); pour ainsi dire que les prestations sociales exercent une signification plus forte pour des bénéficiaires issus des familles nanties au départ (Turner, 1997; Braham et Pétron, 2012; Kadidiatou, 2018;...).

Toutes ces recherches ont utilisé certains indicateurs pour mesurer l'amélioration de la vie socioéconomique des prestataires sociaux, notamment l'alimentation, les soins médicaux, l'habitat, la scolarité,... La présente étude essaie de se pencher sur ces mêmes indicateurs, mais de manière plus détaillée que les études précédentes, en vue de bien estimer l'appréciation des effets socioéconomiques des prestations sociales de la CNSS par les bénéficiaires de Bukavu.

3 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

3.1 DESCRIPTION DE LA CNSS/BUKAVU

Nous avons jugé bon de mener notre étude sur l'institution dénommée "CNSS", siège de Bukavu, avenue P.E. Lumumba N° 352 à Nguba, Province du Sud Kivu, République démocratique du Congo. Il s'agit ici d'une étude qui concerne les **prestataires sociaux** (retraités, veufs, invalides, incapables, orphelins, rentiers) de la CNSS vivant dans la ville de Bukavu à travers ses trois communes qui sont Ibanda, Bagira et Kadutu pour la période de 2016 à 2021.

La ville de Bukavu, capitale de la province du Sud-Kivu, est située dans la partie Est de la République démocratique du Congo (RDC). Séparée du Rwanda par le lac Kivu et la rivière Ruzizi, elle est subdivisée administrativement en trois communes (Ibanda, Bagiraet Kadutu) avec 20 quartiers et 5 000 avenues. Elle a une superficie de 60 km^2 avec une population de 1 625 785 habitants (en 2019) dont 412 065 femmes, 268 868 hommes, 425 566 Garçons et 519 286 Filles.

Pour réaliser sa mission, la CNSS s'est assignée trois objectifs principaux à savoir l'assujettissement des employeurs et des travailleurs; la perception des cotisations sociales (+ contrôle et recouvrement); ainsi que la prise en charge des prestataires sociaux (liquidation et services de prestations).

PERCEPTION DES COTISATIONS SOCIALES PAR LA CNSS

A) ASSIETTE DES COTISATIONS

On entend par "**assiette de cotisation du travailleur**", la rémunération du travailleur sur laquelle les cotisations sont perçues. Cette somme comprend notamment le salaire ou traitement, les commissions, la participation aux bénéfices, les sommes versées au titre de gratification ou de mois complémentaire, les sommes versées pour prestation supplémentaire, la valeur des avantages en nature, l'allocation de congé ou indemnité compensatoire de congé, et les sommes payées par l'employeur pendant l'incapacité de travail et pendant la période précédant et suivant l'accouchement.

B) CALCUL DES COTISATIONS

Les taux des cotisations sociales sont tels que fixés par le Décret du Premier Ministre, sur proposition du Ministre ayant la sécurité sociale dans ses attributions et après avis du conseil national du travail et de la sécurité sociale. Le tableau **1** donne plus d'informations

Tableau 1. Répartition des différents taux de cotisations sociales par branche

Répartition des différents taux de cotisations sociales par branche			
Branche	**Taux part travailleur**	**Taux part patronale**	**Total**
Pensions (de retraite, d'invalidité, de survivant)	5%	5%	10%
Risques professionnels (accident de travail, maladies professionnelles, et de maladies d'origine professionnelle)	0%	1,5%	1,5%

Prestations aux familles (allocations prénatales, allocations de maternité et allocations familiales)	0%	6,5%	6,5%
TOTAL	5%	13%	18%

Source: Kabila, K. J. (2016). LOI n° 16-009 fixant les règles relatives au régime général de sécurité sociale.

On constate par ce tableau que le taux de cotisation sociale s'élève à 18% du salaire du travailleur; dont 10% de pensions, 1,5% de risques professionnels et 6,5% de prestations aux familles. La quote-part patronale et la quote-part du travailleur sont égales pour les pensions (5%); tandis que pour les risques professionnels et les prestations aux familles, c'est seulement la part patronale qui intervient.

3.2 APPROCHE METHODOLOGIQUE

Nous avons recouru à la méthode **analytique** pour analyser les données. Deux grandes techniques à savoir la technique documentaire et la technique de sondage par questionnaire d'enquête ont été mobilisées pour collecter les données. Des **tableaux d'analyse** ont servi pour les **analyses statistiques** (purement descriptives) que nous avons faites.

OBJECTIF DE L'ENQUÊTE

Il s'agit d'une étude réalisée par le biais d'un questionnaire d'enquête dont l'objectif est de récolter des données sur l'amélioration de la vie socioéconomique des bénéficiaires des prestations sociales de la CNSS/BUKAVU

PRÉSENTATION DE L'ENQUÊTE

A. LA PRÉ-ENQUÊTE

Une pré-enquête a été menée, du 20 au 30 novembre 2022, dans les trois communes de la ville de Bukavu dans le but de déceler les difficultés que pourront éprouver les enquêtés pour répondre convenablement aux questions de l'enquête proprement dite, afin d'y remédier à l'avance. Nous avons effectué un pré-test auprès d'une dizaine de personnes. En effet, le pré-test nous a permis de nous assurer de la clarté, la simplicité et la bonne compréhension des questions par les répondants. Il nous a alors facilité, après apport de quelques modifications, de valider le questionnaire définitif.

Pour ce faire, nous avons lancé un questionnaire de pré-enquête à 10 retraités, dont 5 de la commune d'Ibanda, 3 de la commune de Bagira et 2 de la commune de Kadutu. Le choix de ces 10 personnes s'est fait par tirage à priori car nous les connaissons bien.

L'administration de ce questionnaire de pré-enquête s'est faite par un agent de la CNSS/Bukavu qui a bien accepter de nous aider. Jacques ISHIECHUMBE, c'est son nom, est l'agent payeur de ces prestataires sociaux de la CNSS/Bukavu. Ces répondants rencontraient l'enquêteur dans son bureau, complétaient et retournaient immédiatement le questionnaire étant donné que les questions étaient fermées ou semi-fermées.

Le questionnaire de pré-enquête contenait deux questions principales: 1) Depuis que vous êtes retraité, est-ce que c'est cette prestation sociale qui vous supporte sur le plan alimentation, sanitaire, de l'habitat et du social ? 2) Depuis que vous êtes retraité, réalisez-vous de projets ou activités à caractère économique sur base de la pension que vous touchez ? Ces questions étaient détaillées pour permettre à l'enquêté de répondre facilement c.à.d. ces questions comprenaient des sous-questions.

B. L'ÉCHANTILLON D'ÉTUDE

La population cible de notre enquête est constituée des prestataires sociaux qui sont des personnes retraitées, des orphelins, des veufs (ves), des invalides et des incapables, habitant la ville de Bukavu et bénéficiant des prestations sociales de la part de la CNSS. Les petites occupations éphémères et informelles n'enlèvent en rien le statut de prestataire social à l'individu. Le nombre total des prestataires sociaux que la CNSS encadre dans la ville de Bukavu s'élève à **231** personnes. Nous avons lancé **173** questionnaires c'est-à-dire environ les trois quarts de notre population; ce qui constitue notre échantillon d'étude.

C. DESCRIPTION DU QUESTIONNAIRE

Le questionnaire d'enquête visait à collecter des données concernant les effets des prestations sociales sur la vie socioéconomique de retraités et autres prestataires sociaux de la CNSS/Bukavu. Ce questionnaire comprenait en tout 26 questions adressées à des prestataires sociaux de la ville de Bukavu dans les 3 communes. La quasi-totalité de ces questions étaient fermées, facilitant aux enquêtés de répondre rapidement et permettant à l'enquêteur un accès direct et aisé à l'information voulue. Le questionnaire était subdivisé en trois sections. La première section, composée de 9 questions, se rapportait aux caractéristiques démographiques de l'enquêté. Spécifiquement, il s'agissait de demander son quartier de résidence, son âge, son sexe, son état civil, son niveau d'études, sa religion, la taille de son ménage, son régime de prestataire. La deuxième section cherchait à effectuer une description globale des indicateurs sociaux liées à l'enquêté et qui peuvent être influencés par la perception des prestations sociales, entre autres la nourriture, les soins médicaux, les habits, le transport, l'eau et l'électricité, la valeur sociale du prestataire. Cette section comprend 9 questions. La troisième section s'est préoccupée à décrire les effets économiques liées à l'enquêté et qui peuvent être influencés par les prestations sociales perçues par le prestataire social: l'achat parcelle, construction ou réhabilitation de maison, achat voiture, lancement d'activité génératrice de revenus à caractère commercial, agro-pastoral ou artisanal. Cette section est constituée de 8 questions.

D. DÉROULEMENT DE L'ENQUÊTE PROPREMENT DITE

L'enquête s'est déroulée durant la période du 15 mai au 20 juin 2023, soit une durée de 36 jours. Nous avons profité de la période de paiement des prestations sociales pour avoir la grande majorité des bénéficiaires répondants. L'enquêteur Jacques ISHIECHUMBE s'est fait aider par deux amis qui sont aussi du domaine de gestion et qui étaient en mesure de pouvoir bien comprendre le questionnaire et bien l'administrer aux enquêtés. Nous avons d'abord pris soin d'expliquer aux enquêteurs le contenu du questionnaire et la façon de l'administrer, pendant deux heures de temps avant de les lancer à l'œuvre.

L'enquête s'est déroulée directement dans l'enceinte de la CNSS pendant que les répondants attendaient la paie de leurs prestations sociales; et ces répondants complétaient immédiatement le questionnaire. Pour certains enquêtés, les questionnaires leur étaient remis et un rendez-vous de revenir les déposer à la réception de la CNSS était pris. Les enquêteurs s'adonnaient à expliquer à ces enquêtés les objectifs de l'étude et aidaient au décodage de questions qui pourraient leur sembler difficiles à comprendre. Pour éviter la perte de questionnaires et l'oubli, les enquêteurs leur accordaient un délai court de 4 jours pour revenir déposer les réponses ou pour aller les récupérer chez les répondants qui n'étaient pas disponibles. D'autres répondants encore complétaient le questionnaire à domicile en présence de l'enquêteur. En cas de refus de l'enquêté de répondre, celui-ci était abandonné par l'enquêteur et un autre était sollicité pour le même service. L'enquête a été dirigée par nous- même. Nous avons tenu à éviter que deux enquêteurs n'interrogent la même personne séparément. Ainsi, les trois enquêteurs se sont partagés les trois communes de la ville de Bukavu. Un suivi régulier nous a permis de récupérer **150** questionnaires de réponse. De ces **150** questionnaires retournés, **12** étaient mal complétés et nous les avons alors déclassés. Nous sommes restés avec **138** questionnaires exploitables sur les **173** qui avaient été lancés. C'est donc un taux de réponses de **79,8 %;** il est très suffisant.

TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Dans cette partie, nous présentons les techniques utilisées pour traiter les données recueillies par l'enquête, ainsi que les outils auxquels nous avons fait recours.

Des statistiques descriptives ont été calculées. Pour effectuer ces calculs, le logiciel SPSS 20.0 a été mobilisé afin de faciliter les calculs. Nous avons utilisé des tableaux croisés dans l'extraction des résultats et dans leur présentation

4 PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Ce chapitre s'articule autour de 3 sections. La première présente les caractéristiques démographiques des enquêtés dans des tableaux croisés. La deuxième aborde les analyses relatives aux relations entre les prestations sociales perçues par le prestataire social et les indicateurs de la vie sociale de son ménage. La troisième enfin, montre les analyses relatives aux relations entre les prestations sociales perçues et les indicateurs de la vie économique du ménage du prestataire social.

4.1 CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES DE L'ECHANTILLON

4.1.1 RÉPARTITION DE L'ÉCHANTILLON PAR COMMUNE, GENRE ET RÉGIME DE PENSION

Il existe plusieurs catégories (ou régimes) de prestataires sociaux, comme décrites dans la littérature, notamment les retraités, les veufs, les orphelins, les invalides, les incapables. Nous les caractérisons, dans le tableau 2, selon la commune de provenance, l'âge et le sexe.

Tableau 2. Répartition des répondants par régime de pension, par âge et par sexe.

			Retraités	Veufs	Orphelins	Invalides	Incapables	Total
COMM	Kadutu	Effectif	36	29	4	1	3	73
		% du total	26,1%	21,0%	2,9%	0,7%	2,2%	52,9%
	Ibanda	Effectif	12	19	4	0	0	35
		% du total	8,7%	13,8%	2,9%	0,0%	0,0%	25,4%
	Bagira	Effectif	20	9	1	0	0	30
		% du total	14,5%	6,5%	0,7%	0,0%	0,0%	21,7%
	Total	**Effectif**	**68**	**57**	**9**	**1**	**3**	**138**
		% du total	**49,3%**	**41,3%**	**6,5%**	**0,7%**	**2,2%**	**100,0%**
SEXE	Hommes	Effectif	8	51	4	0	2	65
		% du total	5,8%	37,0%	2,9%	0,0%	1,4%	47,1%
	Femmes	Effectif	60	6	5	1	1	73
		% du total	43,5%	4,3%	3,6%	0,7%	0,7%	52,9%
	Total	**Total effectif**	**68**	**57**	**9**	**1**	**3**	**138**
		% total	**49,3%**	**41,3%**	**6,5%**	**0,7%**	**2,2%**	**100,0%**
AGE	De 18 à 25 ans	Effectif	0	0	8	0	3	11
		% du total	0,0%	0,0%	5,8%	0,0%	2,2%	8,0%
	De 36 à 49 ans	Effectif	0	1	0	0	0	1
		% du total	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
	De 50 à 59 ans	Effectif	0	12	0	0	0	12
		% du total	0,0%	8,0%	0,7%	0,0%	0,0%	8,7%
	De 60 à 70 ans	Effectif	18	31	0	1	0	50
		% du total	13,0%	22,5%	0,0%	0,7%	0,0%	36,2%
	Plus de 70 ans	Effectif	50	14	0	0	0	64
		% du total	36,2%	10,1%	0,0%	0,0%	0,0%	46,4%
Total		**Effectif**	**68**	**57**	**9**	**1**	**3**	**138**

Source: Résultats de l'enquête, par SPSS 20.0

Les résultats révèlent que les retraités sont majoritaires (68/138) et représentent 49,3% du total des prestataires sociaux ayant répondu à notre questionnaire d'enquête (Tableau n°2). Ils habitent en majorité la commune de Kadutu (36/68 soit 52,9%des retraités). Les veufs (veuves) viennent en seconde position et sont à 57 sur un total de 138; c'est-à-dire 41,3% de l'échantillon. Ils habitent aussi en majorité la commune de Kadutu (29/57 soit 50,8% des veufs). En effet, la Commune de Kadutu est appelée "commune mère" de la ville de Bukavu, car c'est elle qui regorgeait le plus grand nombre d'habitants dans le temps, et qui par conséquent fournissait le plus grand nombre de travailleurs; celle de Bagira étant appelée "commune dortoir"; et celle d'Ibanda, "commune administrative". Les Orphelins viennent en troisième position 9/138 soit 6,5% de l'échantillon. Ils sont suivis par les incapables (3/138) soit 2,2%.

Les résultats révèlent que l'échantillon est constitué de 73 hommes représentant 52,9% du total et 65 femmes soit 47,1% dudit échantillon. Les effectifs des hommes et des femmes sont presque égaux. Ces résultats affichent aussi que les retraités hommes sont majoritaires par rapport aux femmes: 60/68 soit 88,2% contre 11,8% des femmes. Il est compréhensible car ce sont les hommes qui accèdent plus au travail que les hommes. Les veuves (51/57 soit 89,5%) sont plus nombreuses que les veufs (6/57 soit 10,5%). On peut penser que comme ce sont les hommes qui accèdent plus au travail que les femmes, alors à leur mort, leurs épouses devenues veuves bénéficient ainsi des prestations sociales de la CNSS. Les orphelins et les orphelines sont presque en nombre égal: 5 (soit 55,6%) contre 4 (44,4%) dans l'échantillon (Tableau n°2).

Les résultats montrent encore que les prestataires sociaux âgés de 18 à 25 ans sont majoritairement des orphelins (8/11 soit 72,7%) et des incapables (3/11 soit 27,3%). Ce qui est logique. Les prestataires sociaux dont l'âge est compris entre 50 et 59 ans sont exclusivement des veufs (12/12 soit 100%). Ceux dont l'âge est compris entre 60 et 70 ans sont en majorité des

veufs (31/50 soit 62%) et des retraités (18/50 soit 36%). L'échantillon contient 64 répondants âgés de plus de 70 ans (soit 46,4% du total); parmi lesquels 50 retraités (50/64 soit 78,1%) et 14 veufs (21,9%). Comme on le voit, l'échantillon est composé en majorité des retraités (68/138 soit 49,3%) et des veufs (57/138 soit 41,3%) (Tableau n°2). En effet, ce sont surtout ces deux catégories de personnes qui bénéficient des prestations sociales de la CNSS, elles sont plus sensibles et leurs pièces administratives justificatives de leur droit s'obtiennent plus facilement.

4.1.2 RÉPARTITION DES PRESTATAIRES SOCIAUX PAR SEXE, PAR ÉTAT CIVIL ET PAR TAILLE DE MÉNAGE

Les parmi les répondants à notre enquête, certains sont des mariés, d'autres des célibataires, d'autres encore des divorcés ou même des séparés. La taille de ménage représente le nombre de personnes vivant dans un ménage. Nous avons regroupé les âges des répondants en 3 tranches pour des raisons de simplification. La première tranche regroupe les individus dont la taille de ménage va de 1 à 5 personnes; la deuxième, de 6 jusqu'à 10 personnes; et la dernière, de plus de 10 personnes. Le tableau 3 nous donne de plus amples informations.

Tableau 3. Répartition de l'échantillon par genre, par état civil, par niveau d'études et par taille de ménage

		SEXE					
		Femme		***Homme***		***Total***	
		Effectif	***% du total***	***Effectif***	***% du total***	***Effectif***	***% du total***
ETAT CIVIL	*Mariés*	*4*	*2,9%*	*51*	*37,0%*	*55*	*39,9%*
	Célibataires	*4*	*2,9%*	*5*	*3,6%*	*9*	*6,5%*
	Veufs	*56*	*40,6%*	*17*	*12,3%*	*73*	*52,9%*
	Divorcés	*1*	*0,7%*	*0*	*0,0%*	*1*	*0,7%*
	TOTAL	*65*	*47,1%*	*73*	*52,9%*	*138*	*100,0%*
NIVEAU D'ETUDES	*Pas d'études*	*10*	*7,2%*	*6*	*4,3%*	*16*	*11,6%*
	Primaires	*34*	*24,6%*	*39*	*28,3%*	*73*	*52,9%*
	Secondaires	*16*	*11,6%*	*22*	*15,9%*	*38*	*27,5%*
	Universitaires	*5*	*3,6%*	*6*	*4,3%*	*11*	*8,0%*
	TOTAL	*65*	*47,1%*	*73*	*52,9%*	*138*	*100%*
TAILLE DE MENAGE	*De 1 à 5 pers*	*25*	*18,1%*	*42*	*30,4%*	*67*	*48,6%*
	De 6 à 10 pers	*32*	*23,2%*	*21*	*15,2%*	*53*	*38,4%*
	Plus de 10 pers	*8*	*5,8%*	*10*	*7,2%*	*18*	*13,0%*
	Total	*65*	*47,1%*	*73*	*52,9%*	*138*	*100,0%*
Source: Résultats de nos analyses, par SPSS.20.0							

L'échantillon comprend en majorité des veufs et des veuves (73/138 soit 52,9%), au sein duquel 56 femmes (76,7%) et 17 hommes (23,3%). Les mariés vivant en couple représentent 39,9%de l'échantillon total dont 92,7% des hommes (soit 51/55) et 7,3% des femmes (4/55). Les célibataires ne représentent que 6,5% (9/138) du total; et les divorcés 0,7% de l'échantillon (Tableau 3). Cette prédominance des veufs (veuves) s'explique en partie par le caractère frustrant et chagrinant de la mort. Ainsi, la pension de veuf ou de veuve est libérée plus facilement que les autres formes de prestations sociales par la CNSS.

Les résultats montrent aussi que 73 répondants sur 138 ont fait seulement les études primaires et représentent alors 52,9% de l'échantillon. Ils sont donc majoritaires. Parmi ces 73 prestataires sociaux, 39 sont des hommes (soit 53,4%) et 34 sont des femmes (soit 46,6%). Les répondants ayant fini l'école secondaire représentent 27,5% de l'échantillon soit 38/138 individus. Les répondants analphabètes sont à 16 sur un total de 138 soit 11,6%. Les universitaires sont à 11 sur 138 et représentent seulement 8% (Tableau 3). La prédominance des prestataires sociaux de niveau scolaire bas (niveau primaire) s'expliquerait en partie par le fait que les retraités sont plus majoritaires, et dans l'ancien temps, ce n'était pas facile d'étudier beaucoup. La majorité de ceux qui obtenaient du travail devraient être de niveau scolaire très bas.

Les répondants ayant à leur charge au plus 5 personnes sont majoritaires dans l'échantillon. Ils représentent 48,6%. Parmi eux, 62,7% sont des hommes et 37,3% sont des femmes. Les prestataires sociaux dont le ménage contient entre 6 et 10 personnes à charge représentent 38,4% du total. Enfin, ceux dont la taille de ménage est de plus de 10 personnes sont moins

nombreux et représentent 13% de l'échantillon (Tableau 3). En effet, les retraités étant majoritaires, ceux-ci sont déjà très âgés tellement qu'ils n'ont plus assez de dépendants dans leur ménage, leur enfants étant déjà aussi responsables de leur vie.

4.2 Effets Du Paiement Des Prestations Sociales Sur La Vie Sociale Des Prestataires Sociaux De La Cnss/Bukavu

Dans cette section, nous analysons comment les individus (prestataires sociaux) affirment (ou refusent) obtenir grâce à ces prestations sociales, leur nourriture quotidienne, leurs habits, l'eau, l'électricité, les frais de transport, les frais d'organisation d'un événement tant heureux (mariage) ou malheureux (deuil), les frais de scolarité, les frais des soins médicaux, et le moyen de se faire valoriser dans la famille et dans la société toute entière. Le tableau **4** compile les résultats obtenus après enquête.

Tableau 4. Prestations sociales et indicateurs sociaux de la vie des prestataires sociaux

Tableau croisé NOURR * REGIME								
Je paie ma nourriture quotidienne grâce aux prestations sociales en grande partie:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve***	***Orphelin***	***Invalid***	***Incapabl***	
NOURR	Non	Effectif	6	1	0	0	0	7
		% compris dans REGIME	8,8%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	5,1%
	Oui	Effectif	62	56	9	1	3	131
		% compris dans REGIME	91,2%	98,2%	100,0%	100,0%	100%	94,9%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100%	100%
Je finance mon habillement en grande partie par les prestations de la CNSS:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve***	***Orphelin***	***Invalide***	***Incapabl***	
HABIT	Non	Effectif	16	8	0	0	0	24
		% compris dans REGIME	23,5%	14,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,4%
	Oui	Effectif	52	49	9	1	3	114
		% compris dans REGIME	76,5%	86,0%	100,0%	100,0%	100,0%	82,6%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Je paie l'eau en grande partie grâce aux prestations sociales de la CNSS:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve)***	***Orphelins***	***Invalide***	***Incapabl***	
EAU	Non	Effectif	20	15	4	0	2	41
		% compris dans REGIME	29,4%	26,3%	44,4%	0,0%	66,7%	29,7%
	Oui	Effectif	48	42	5	1	1	97
		% compris dans REGIME	70,6%	73,7%	55,6%	100,0%	33,3%	70,3%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Je paie la facture de l'électricité grâce aux prestations sociales de la CNSS:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve)***	***Orphelins***	***Invalide***	***Incapabl***	
ELECTR	Non	Effectif	28	22	4	0	2	56
		% compris dans REGIME	41,2%	38,6%	44,4%	0,0%	66,7%	40,6%
	Oui	Effectif	40	35	5	1	1	82
		% compris dans REGIME	58,8%	61,4%	55,6%	100,0%	33,3%	59,4%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Je paie régulièrement le transport grâce aux prestations sociales, en grande partie:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve***	***Orphelin***	***Invalide***	***Incapabl***	
TRANSP	Non	Effectif	33	26	2	0	2	63
		% compris dans REGIME	48,5%	45,6%	22,2%	0,0%	66,7%	45,7%
	Oui	Effectif	35	31	7	1	1	75
		% compris dans REGIME	51,5%	54,4%	77,8%	100,0%	33,3%	54,3%

Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
J'ai financé un mariage par les prestations sociales en grande partie:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veufs***	***Orphelin***	***Invalide***	***Incapabl***	
MARIAG	Non	Effectif	52	35	9	1	3	100
		% compris dans REGIME	76,5%	61,4%	100,0%	100,0%	100,0%	72,5%
	Oui	Effectif	16	22	0	0	0	38
		% compris dans REGIME	23,5%	38,6%	0,0%	0,0%	0,0%	27,5%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
L'argent de prestations sociales m'a aidé à organiser un événement malheureux:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve***	***Orphelin***	***Invalide***	***Incapabl***	
DEUIL	Non	Effectif	49	37	9	1	3	99
		% compris dans REGIME	72,1%	64,9%	100,0%	100,0%	100,0%	71,7%
	Oui	Effectif	19	20	0	0	0	39
		% compris dans REGIME	27,9%	35,1%	0,0%	0,0%	0,0%	28,3%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
L'argent de prestations sociales m'aide à payer les frais scolaires des enfants:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve***	***Orphelin***	***Invalid***	***Incapabl***	
FRAISCOL	Non	Effectif	33	25	2	0	1	61
		% compris dans REGIME	48,5%	43,9%	22,2%	0,0%	33,3%	44,2%
	Oui	Effectif	35	32	7	1	2	77
		% compris dans REGIME	51,5%	56,1%	77,8%	100,0%	66,7%	55,8%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
L'argent des prestations sociales m'aide à financer la grande partie des soins médicaux de la famille:			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve***	***Orphelin***	***Invalid***	***Incapabl***	
SOINMED	Non	Effectif	31	25	4	1	0	61
		% compris dans REGIME	45,6%	43,9%	44,4%	100,0%	0,0%	44,2%
	Oui	Effectif	37	32	5	0	3	77
		% compris dans REGIME	54,4%	56,1%	55,6%	0,0%	100,0%	55,8%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Je me sens valorisé par les prestations sociales de la CNSS			***REGIME***					***Total***
			Retraité	***Veuf (ve***	***Orphelin***	***Invalide***	***Incapabl***	
VALEUR	Non	Effectif	3	2	0	0	0	5
		% compris dans REGIME	4,4%	3,5%	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%
	Oui	Effectif	65	55	9	1	3	133
		% compris dans REGIME	95,6%	96,5%	100,0%	100,0%	100,0%	96,4%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source: Résultats de nos analyses, par SPSS.20.0

Les résultats révèlent que les prestataires sociaux (94,9% soit 131 sur 138) obtiennent leur nourriture quotidienne grâce essentiellement à l'argent reçu de la CNSS. Dans cette proportion, les retraités sont majoritaires et représentent 49,3% de l'échantillon. Ils sont suivis par les veufs (41,3%), puis les orphelins (6,5%), ensuite les incapables 2,2% et enfin les invalides 0,7% (Tableau 4). Ce pourcentage dominant s'expliquerait, en partie, par le fait que ce revenu de la CNSS constitue leur dernier

rempart. Cela ne veut pas dire qu'il s'agit d'un montant suffisant avec lequel ils joignent les deux bouts du mois; mais plutôt qu'ils n'ont aucune autre façon de vivre.

Ces résultats montrent aussi que la majorité des retraités, soit 76,5%, affirment que leur habillement est assuré en grande partie grâce aux prestations sociales de la CNSS. Tandis que 23,5% d'entre eux disent s'habiller surtout grâce à d'autres fonds qui ne proviennent pas de la CNSS. Dans le régime des veufs (ves), encore la majorité (86%) déclare s'habiller grâce au paiement de la CNSS en grande partie. La totalité (soit 100%) des autres catégories des prestataires sociaux affirme pouvoir s'habiller grâce exclusivement aux prestations sociales de la CNSS (Tableau 4). Dans l'ensemble, la majorité des répondants (soit 82,6%) affirme que les prestations sociales financent en grande partie son habillement.

Les résultats montrent les factures de l'eau et de l'électricité sont payées grâce aux prestations sociales de la CNSS. En effet, la majorité des répondants (70,3%) affirme que la facture de l'eau est payée, dans leur ménage, en grande partie grâce aux prestations sociales dont ils bénéficient à la CNSS. On trouve les pourcentages affirmatifs de 70,6% pour les retraités, 73,7% pour les veufs, 55,6% pour les orphelins, 100% pour l'invalide. Seul le régime des incapables présente un pourcentage faible de 33,3%. De plus, la majorité (59,4%) des prestataires sociaux dans toutes les catégories (sauf pour les incapables) affirme que la facture d'électricité est payée en recourant surtout au fonds reçu de la CNSS comme prestations sociales dans leurs ménages. Pour les retraités 58,8%, les veufs 61,4%, les orphelins 55,6% et l'invalide 100%. Une proportion de 40,6% utiliserait un autre financement à part les prestations sociales de la CNSS (Tableau 4). En effet, ces factures de l'eau et de l'électricité étant mensuelles, elles peuvent se payer trimestriellement sans dommage d'un côté comme de l'autre, étant donné que la CNSS paie par trimestre.

Ces résultats indiquent qu'une légère majorité des prestataires sociaux utilise l'argent reçu comme prestations sociales pour se payer le transport lors de leurs divers déplacements. On voit des proportions de 51,5% pour les retraités, 54,4% pour les veufs. Les orphelins et l'invalide présentent une grande majorité: 77,8% et 100% respectivement. Les incapables qui utilisent les prestations sociales pour le transport sont minoritaires: 33,3%. Globalement, une très légère majorité (54,3%) des prestataires sociaux utilisent, en grande partie, l'argent des prestations sociales pour leur transport quotidien (Tableau 4).

Les résultats révèlent encore que la majorité des prestataires sociaux n'utilise pas les fonds reçu de la CNSS pour financer le mariage ou autre cérémonie de joie en famille (Tableau 5). Les pourcentages de refus sont de 76,5% pour les retraités, 61,4% pour les veufs (ves), 100% pour les orphelins, l'invalide et les incapables; ce qui donne en somme 72,5% (Tableau 4). En effet, des telles cérémonies très coûteuses ne sauraient être financées par un montant aussi minime que la prestation sociale trimestrielle de la CNSS, qui ne représente même pas plus de 1/30ème de la facture totale. Le concours des familiers, amis et connaissances est indispensable.

La grande majorité (71,7%) des prestataires sociaux n'utilise pas l'argent des prestations sociales de la CNSS pour supporter financièrement les événements malheureux. En effet, le caractère imprévu du malheur et le paiement périodique (trimestriel) des prestations sociales ne peuvent être conciliés.

Les résultats révèlent encore que pour tous les régimes de pensions contenus dans notre échantillon, une légère majorité (55,8%) des prestataires sociaux affiirme financer la grande partie des frais scolaires par les fonds reçus de la CNSS comme prestations sociales en sa faveur. Les pourcentages de 51,5%, 56,1%, 77,8%, 100% et 66,7% sont visibles respectivement pour les retraités, les veufs, les orphelins, l'invalide et les incapables (Tableau 4). Les prestations sociales ont donc un effet positif sur le paiement des frais scolaires.

Une légère minorité des retraités, des veufs et des orphelins déclare utiliser les fonds des prestations sociales pour financer les soins médicaux de la famille. On trouve 54,4% pour les retraités, 56,1% pour les veufs, 55,6% pour les orphelins comme pourcentage. En somme, les prestataires sociaux affirment à 55,8% qu'ils financent les soins médicaux de la famille en grande partie par les prestations sociales de la CNSS (Tableau 4). En effet, cette légère majorité concernerait les prestataires sociaux dont les frais à payer sont insignifiants (comme pour l'école primaire); sinon le montant trimestriel des frais scolaires est de loin supérieur à celui des prestations sociales.

Enfin, les résultats attestent que les prestations sociales ont un effet positif sur la valorisation sociale du bénéficiaire. En effet, presque toute la totalité des répondants affirme se sentir valorisé dans la société par la perception de l'argent de la CNSS comme prestations sociales (96,4%) (Tableau 4). Dans nos sociétés africaines, un adulte qui ne contribue pas au vécu quotidien de son ménage est considéré comme un vaurien et n'a droit à aucune estime sociale. Il constitue une charge inutile pour ses cohabitants, et l'exclusion sociale s'ensuit.

CONCLUSION PARTIELLE SUR LES EFFETS DES PRESTATIONS SOCIALES DE LA CNSS SUR LA VIE SOCIALE DES PRESTATAIRES SOCIAUX

A partir des résultats trouvés ci-haut, nous constatons que la majorité des prestataires sociaux dans son ensemble, affirme que, grâce aux prestations sociales de la CNSS en grande partie, obtient la nourriture quotidienne (94,9% de l'effectif total), finance son habillement (82,6%), paie la facture de l'eau dans le ménage, paie l'électricité (59,4%) et le transport (54,3%), finance les frais scolaires des enfants (55,8%) et les soins médicaux de la famille (55,8%), et dit se sentir valorisé dans la société (96,4%). Par contre la majorité de ces prestataires sociaux refuse d'avoir utilisé, en grande partie ces prestations sociales de la CNSS pour financer un mariage de la famille (72,5%). Nous constatons le plus des indicateurs de la vie sociale est influencé en grande partie par les prestations sociales de la CNSS. Nous concluons que les prestations sociales de la CNSS ont un impact positif sur la vie sociale des bénéficiaires dans la ville de Bukavu.

4.3 EFFETS DES PRESTATIONS SOCIALES DE LA CNSS SUR LA VIE ECONOMIQUE DES PRESTATAIRES SOCIAUX DE LA VILLE DE BUKAVU

Les indicateurs de la vie économique concerne l'achat d'une parcelle, la construction ou la réfection d'une maison, l'achat ou la réparation d'un véhicule de transport en commun, le lancement d'un magasin ou d'une boutique ou encore son approvisionnement, le lancement ou l'amélioration d'une activité génératrice de revenu à caractère industriel, artisanal, informatique, ou agro-pastoral. Le tableau 5 présente les résultats y relatifs.

Tableau 5. Prestations sociales et indicateurs économiques de la vie des prestataires sociaux.

j'ai acheté une **parcelle** grâce à l'argent de la CNSS			REGIME					Total
			Retraité	Veuf (ve)	Orphelins	Invalide	Incapable	
PARCEL	Non	Effectif	58	50	9	1	3	121
		% compris dans REGIME	85,3%	87,7%	100,0%	100,0%	100,0%	87,7%
	Oui	Effectif	10	7	0	0	0	17
		% compris dans REGIME	14,7%	12,3%	0,0%	0,0%	0,0%	12,3%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
L'argent des prestations sociales m'a permis de **construire ou de réfectionner une maison**			REGIME					Total
			Retraité	Veuf (ve)	Orphelins	Invalide	Incapable	
MAISON	Non	Effectif	50	32	2	0	3	87
		% compris dans REGIME	73,5%	56,1%	22,2%	0,0%	100,0%	63,0%
	Oui	Effectif	18	25	7	1	0	51
		% compris dans REGIME	26,5%	43,9%	77,8%	100,0%	0,0%	37,0%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
j'ai acheté ou réparé un **véhicule** avec l'argent des prestations de la CNSS			REGIME					Total
			Retraité	Veuf (ve	Orphelin	Invalide	Incapabl	
VEHIC	Non	Effectif	61	57	4	1	3	126
		% compris dans REGIME	89,7%	100,0%	44,4%	100,0%	100,0%	91,3%
	Oui	Effectif	7	0	5	0	0	12
		% compris dans REGIME	10,3%	0,0%	55,6%	0,0%	0,0%	8,7%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
J'approvisionne mon **magasin** régulièrement avec l'argent des prestations sociales			REGIME					Total
			Retraité	Veuf	Orphelin	Invalid	Incapabl	
MAGASIN	Non	Effectif	51	41	6	1	2	101
		% compris dans REGIME	75,0%	71,9%	66,7%	100%	66,7%	73,2%
	Oui	Effectif	17	16	3	0	1	37
		% compris dans REGIME	25,0%	28,1%	33,3%	0,0%	33,3%	26,8%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138

		% dans REGIME	100,0%	100,0%	100%	100%	100,0%	100%
j'ai une **activité industrielle ou artisanale** grâce à l'argent de la CNSS			Retraité	Veuf (ve	Orphelin	Invalide	Incapabl	Total
ACTINDUS	Non	Effectif	59	49	7	0	1	116
		% compris dans REGIME	86,8%	86,0%	77,8%	0,0%	33,3%	84,1%
	Oui	Effectif	9	8	2	1	2	22
		% compris dans REGIME	13,2%	14,0%	22,2%	100,0%	66,7%	15,9%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Je fais de **l'élevage** grâce aux prestations sociales reçues de la CNSS			REGIME					Total
			Retraité	Veuf	Orphelins	Invalide	Incapabl	
ELEVAG	Non	Effectif	40	38	5	1	3	87
		% compris dans REGIME	58,8%	66,7%	55,6%	100,0%	100,0%	63,0%
	Oui	Effectif	28	19	4	0	0	51
		% compris dans REGIME	41,2%	33,3%	44,4%	0,0%	0,0%	37,0%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Je fais de **l'agriculture** grâce aux prestations sociales de la CNSS			REGIME					Total
			Retraité	Veuf (ve	Orphelins	Invalide	Incapabl	
AGRICUL	Non	Effectif	41	32	6	1	2	82
		% compris dans REGIME	60,3%	56,1%	66,7%	100,0%	66,7%	59,4%
	Oui	Effectif	27	25	3	0	1	56
		% compris dans REGIME	39,7%	43,9%	33,3%	0,0%	33,3%	40,6%
Total		Effectif	68	57	9	1	3	138
		% compris dans REGIME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Source: Résultats de notre enquête, par SPSS.20.0

Les résultats montrent que les prestations sociales de la CNSS n'aident pas les bénéficiaires à se procurer des parcelles ou des maisons. Ceux qui ont acheté une parcelle en se servant en grande partie des fonds de la CNSS ne représentent que 12,3% contre 87,7% de ceux qui refusent. Aucun incapable, aucun invalide et aucun orphelin ne déclare avoir acheté une parcelle. De plus, 87,7% des veufs et 85,3% des retraités refusent avoir acheté une parcelle, contre seulement 12,3% et 14,7% respectivement qui ont accepté (Tableau 5). On peut alors affirmer que les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'effet sur l'achat de parcelle ou de maison par les prestataires sociaux.

Les résultats montrent que la grande majorité des prestataires sociaux (soit 63%) n'a pas utilisé l'argent des prestations de la CNSS pour construire ou réfectionné leur maison. En effet, 73,5% des retraités, 56,1% des veufs et 100% des incapables disent n'avoir pas construit ou réfectionné de maison. Seulement les orphelins et l'invalide affirment avoir utilisé en grande partie l'argent des prestations sociales de la CNSS pour réfectionner ou construire une maison (Tableau 5). En effet, à la mort d'un travailleur, le décompte final peut aider l'orphelin à se faire un projet économique comme la construction d'une maison. On conclut que les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'effet sur la construction ou la réfection de maison par les prestataires sociaux.

La très grande majorité des retraités (61/68 soit 89,7%) n'a pas acheté ou réparé un véhicule de transport en commun grâce au fonds reçu de la CNSS. Il en est de même de la totalité des veufs, des invalides et des incapables. On conclue alors que le paiement des prestations sociales par la CNSS n'a pas d'impact sur le commerce de service par véhicule de transport en commun dans la ville de Bukavu. En effet, le tableau montre que globalement 91,3% des prestataires sociaux ont donné une réponse négative à cette question (Tableau 5). Cela s'explique aisément par le fait que l'achat d'un véhicule relève d'un signe de bien-être économique; ce qui ne pourrait être le cas pour les prestataires sociaux.

Les résultats affichent que la majorité des prestataires sociaux, pour tous les régimes, n'a pas lancé ou approvisionné des boutiques ou magasins grâce aux fonds qu'ils reçoivent de la CNSS. Pour cette réponse négative, les retraités affichent 75%, les veufs (veuves) 71,9%, les orphelins 66,7%, les incapables 66,7% et l'invalide 100%; ce qui donne une moyenne de 73,2% de réponse négative contre 26,8% de réponse positive (Tableau 5). D'où, les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'impact sur la mise sur pieds ou l'approvisionnement des boutiques de petit commerce des bénéficiaires.

Les résultats attestent que la majorité des prestataires sociaux (84,1%) n'a pas a utilisé le fonds reçu comme prestations sociales de la CNSS pour lancer ou entretenir des unités de production artisanale ou industrielle (Tableau 5). Les prestations sociales n'ont pas d'impact positif sur le lancement et l'entretien des unités de production industrielle ou artisanale. En effet, cette réponse négative est partagée par 86,8% des retraités, 86% des veufs et 77,8% des orphelins.

Non plus, la majorité des prestataires sociaux (89,9%) n'a pas utilisé le fonds reçu comme prestations sociales de la CNSS pour lancer ou entretenir des unités génératrices de revenu à caractère informatique. Les prestations sociales n'ont pas d'impact positif sur le lancement et l'entretien des unités de production informatique ou communicationnelle. Cette réponse négative est partagée par 94,1% des retraités, 89,5% des veufs et 88,9% des orphelins et 100% d'invalides (Tableau 5). En effet, le lancement ou la mise sur pieds des telles activités exige un montant élevé tellement que celui des prestations sociales d'un trimestre ne saurait être utile pour cette fin.

Les résultats montrent que les activités pastorales n'ont pas été financées en grande partie par les prestations sociales reçues de la CNSS. Un pourcentage global de 63% peut être lu dans le tableau 6 pour l'ensemble des régimes des prestataires sociaux. En effet, pour chaque régime, le pourcentage de réponse négative est prépondérant: 58,8% pour les retraités, 66,7 % pour les veufs, 55,6% pour les orphelins, 100% pour les incapables et l'invalide (Tableau 5). D'où, les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'impact sur les activités pastorales des bénéficiaires de ces prestations. Cela aurait une explication complémentaire en ce sens qu'en ville les activités pastorales ne sont pas faciles à gérer, faute d'espace.

La majorité des répondants affirme que les activités agricoles n'ont pas été financées en grande partie par les prestations sociales reçues de la CNSS. Un pourcentage global de 59,4% peut être lu dans le tableau 6 pour l'ensemble des régimes, quant à cette réponse négative. En effet, pour chaque régime, le pourcentage de réponse négative est prépondérant: 60,3% pour les retraités, 56,1% pour les veufs, 66,7% pour les orphelins, 66,7% pour les incapables et 100% pour l'invalide (Tableau 5). D'où, les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'effet positif sur les activités agricoles des bénéficiaires de ces prestations. Les activités agricoles ne sont pas praticables en ville faute d'espace, et Bukavu est une ville à forte densité démographique.

CONCLUSION PARTIELLE SUR LES EFFETS DES PRESTATIONS SOCIALES DE LA CNSS SUR LA VIE ÉCONOMIQUE DES BÉNÉFICIAIRES

A partir des résultats trouvés ci-haut à l'aide des statistiques, nous concluons que la majorité des prestataires sociaux dans son ensemble, refuse avoir acheté une parcelle (à 87,7% de l'effectif total), avoir réalisé la construction ou la réfection de maison (à 63%), avoir lancé ou entretenu le commerce de service par véhicule de transport en commun (à 91,3%), avoir mis sur pieds ou avoir approvisionné une boutique ou un magasin (à 73,2%), avoir lancé ou entretenu des unités de production artisanale ou industrielle (84,1%), avoir lancé ou entretenu des unités de production à caractère informatique (89,9%), avoir financé les activités pastorales (63%), et avoir financé les activités agricoles (59,4%) grâce aux prestations sociales de la CNSS en grande partie.

Nous concluons que les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'effet positif sur la vie économique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu.

4.4 DISCUSSION DES RESULTATS

Le premier résultat de notre recherche montre que le plus grand nombre d'indicateurs sociaux est impacté en grande partie par les prestations sociales de la CNSS. Alors ces prestations sociales ont un effet positif sur la vie sociale des bénéficiaires dans la ville de Bukavu. Notre **première hypothèse est donc confirmée;** ce qui corrobore le résultat trouvé par Hammouda, Moudden et Mercouani (2018) selon lequel les chefs de ménages retraités sont mieux lotis que les autres inactifs âgés. Il en est de même de Ruberangeyo, Ayebare et Laminne de Bex (2015) qui, dans leur rapport sur la sécurité sociale, ont démontré que les régimes de protection sociale, notamment les pensions de retraite des employés du secteur formel, ont beaucoup amélioré les conditions sociales des rwandais. Ce résultat a aussi été trouvé par Menahem (2007) dans un article qui démontre entre autre résultat, des corrélations positives observées dans 20 pays européens entre les prestations sociales et la sécurité socioéconomique de l'individu.

Le deuxième résultat conclut que les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'impact sur la vie économique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu. D'où, notre **deuxième hypothèse est infirmée**. Ce résultat contredit notre hypothèse selon laquelle les prestations sociales de la CNSS auraient un impact positif sur la vie économique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu. Ce résultat contredit aussi celui obtenu par **Ruberangeyo, Ayebare et Laminne de Bex (2015) qui,** dans leur rapport sur la sécurité sociale, ont démontré que les régimes de protection sociale, notamment les pensions de retraite des employés du secteur formel, ont beaucoup amélioré les conditions économiques des rwandais. De même, Menahem (2007) a

produit un article qui évalue en quoi les prestations sociales contribuent à assurer une part importante de la sécurité économique des populations; et cela est infirmé par notre résultat. Donc, les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'effet positif sur la vie économique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu.

5 CONCLUSION GENERALE

Nous sommes au bout de cet article dont l'objectif est l'identification des effets du paiement des prestations sociales par la CNSS sur la vie sociale et économique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu. La méthode analytique statistique, usant des techniques documentaires et de sondage par questionnaire d'enquête a été mobilisée. Les outils utilisés pour analyser les données sont des tableaux croisés obtenus grâce au logiciel SPSS 20.0.

L'échantillon d'étude est composé de 138 prestataires sociaux issus des trois communes de la ville de Bukavu. Concernant les effectifs par régime de pension, les retraités sont majoritaires (68/138 soit 49,3%). Les veufs viennent en seconde position (57/138 soit 41,3%). Ensuite, les Orphelins (6,5%), les incapables (2,2%) et un seul invalide (0,7%). Les retraités hommes sont majoritaires (60/68 soit 88,2%) par rapport aux femmes (11,8%). Il est compréhensible car ce sont les hommes qui accèdent plus au travail que les femmes. Les veuves (51/57 soit 89,5%) sont plus nombreuses que les veufs (6/57 soit 10,5%). On interprète ce résultat par le fait que les hommes accèdent plus au travail que les femmes, alors à leur mort, leurs épouses devenues veuves, bénéficient ainsi des prestations sociales de la CNSS. Concernant l'état civil, l'échantillon comprend en majorité des veufs et des veuves (73/138 soit 52,9%). Les mariés vivant en couple représentent (55/138 soit 39,9%). Les célibataires ne représentent que 6,5% (9/138) du total; et les divorcés 0,7% de l'échantillon. Quant au niveau d'instruction, 73 répondants sur 138 ont fait seulement les études primaires et représentent 52,9% de l'échantillon. Ils sont donc majoritaires. Les répondants ayant fini l'école secondaire représentent 27,5% et ceux qui sont analphabètes 11,6%. Les universitaires représentent seulement 8%. Pour ce qui est de la taille de ménage, les répondants ayant à leur charge au plus 5 personnes sont majoritaires (48,6%). Les prestataires sociaux dont le ménage contient entre 6 et 10 personnes à charge représentent 38,4% du total.

Concernant les analyses des effets des prestations sociales sur la vie sociale, les résultats montrent que la majorité des prestataires sociaux **affirme** qu'en grande partie, grâce aux prestations sociales de la CNSS, elle obtient la nourriture quotidienne (94,9%), finance son habillement (82,6%), paie la facture de l'eau dans le ménage (70,3%), paie l'électricité (59,4%), se paie le transport fréquemment (54,3%), finance les frais scolaires (55,8%) et les soins médicaux de la famille (55,8%), et dit se sentir valorisé dans la société (96,4%). Par contre la majorité de ces prestataires sociaux **refuse** avoir utilisé, en grande partie ces prestations sociales de la CNSS pour financer un mariage de la famille (72,5%). Comme le plus grand nombre d'indicateurs de la vie sociale est impacté en grande partie par les prestations sociales de la CNSS, nous concluons que ces prestations ont un effet positif sur la vie sociale des bénéficiaires dans la ville de Bukavu. Cela **confirme notre première hypothèse: les prestations sociales de la CNSS ont effet positif sur la vie sociale des bénéficiaires**. Ce résultat est similaire à ceux trouvés par Hammouda, Moudden et Mercouani (2018), Ruberangeyo, Ayebare et Laminne de Bex (2015), Menahem (2007),...qui démontrent tous dans le même sens l'impact positif des prestations sociales de la sécurité sociale sur la vie socioéconomique des bénéficiaires.

Quant aux analyses des effets des prestations sociales sur la vie économique des prestataires sociaux, nos résultats attestent que la majorité des répondants **refuse** avoir acheté une parcelle (à 87,7%), avoir réalisé la construction ou la réfection de maison (à 63%), avoir lancé ou entretenu le commerce de service par véhicule de transport en commun (à 91,3%), avoir mis sur pieds ou avoir approvisionné une boutique ou un magasin (à 73,2%), avoir lancé ou entretenu des unités génératrices de revenus artisanales ou industrielles (à 84,1%), avoir lancé ou entretenu des unités de service à caractère informatique (à 89,9%), avoir financé les activités pastorales (à 63%) et avoir financé les activités agricoles (à 59,4%) et cela grâce aux prestations sociales de la CNSS en grande partie. Nous concluons que **les prestations sociales de la CNSS n'ont pas d'effet positif sur la vie économique des prestataires sociaux de la ville de Bukavu.** Ce résultat contredit notre deuxième hypothèse selon laquelle les prestations sociales de la CNSS auraient un effet positif sur la vie économique des prestataires sociaux. Notre deuxième **hypothèse est donc infirmée.**

Ce travail n'est nullement pas parfait. Des incohérences et inexactitudes éventuelles peuvent y être décelées. Les corrections et suggestions sont les bienvenues.

Nous reconnaissons sincèrement les limites de ce travail. Nous aurions dû, par exemple, faire une bonne modélisation et utiliser des analyses économétriques plus approfondies au lieu de nous contenter des simples calculs des effectifs et pourcentages des répondants. Nous pourrions aussi faire l'étude transversale ou longitudinale d'impact. Faute de temps et de moyens, nous n'y sommes pas arrivés. Un chercheur plus ambitieux pourra nous corriger et nous compléter.

Nous recommandons au gouvernement de la République Démocratique du Congo à travers son ministère de l'emploi, travail et prévoyance sociale, de revoir à la hausse le montant à payer aux prestataires sociaux afin d'améliorer leur vie sociale et économique; de diversifier les organismes devant s'occuper de la sécurité sociale afin d'amener la CNSS à améliorer la qualité de sa prestation. Nous recommandons aussi aux employeurs de respecter leur engagement de cotisations sociales régulières au profit de leurs employés (futurs pensionnés) afin de leur préparer une bonne vie socioéconomique car les prestations sociales en dépendent.

ANNEXES

ANNEXE 1. QUESTIONNAIRE DE PRÉ-ENQUÊTE

Je m'appelle Jacques I, étudiant de L2 Sciences Commerciales et Financières à l'ISM/BUKAVU. Je mène une enquête sur l'impact des prestations sociales de la CNSS sur la vie socioéconomique des retraités de Bukavu pour l'élaboration de mon mémoire de fin d'études. Je vous prie de m'aider à compléter ce questionnaire.

1. Dans quelle commune habitez-vous? Etes-vous régulièrement payé par la CNSS ?

2. Depuis que vous êtes retraité, est-ce que c'est cette prestation sociale qui vous supporte sur le plan alimentation, sanitaire, de l'habitat et social ? Autrement dit: qui vous nourrit ? qui vous achète des habits ? qui vous fait soigner quand vous souffrez ? qui nourrit votre femme ou votre mari ainsi que vos enfants ?

3. Depuis que vous êtes retraité, réalisez-vous de projets ou activités à caractère économique ? Autrement dit: Ne faites-vous pas un peu de commerce ? N'avez-vous pas l'idée de créer votre propre occupation économique pour éviter d'être trop dépendant ? Que manquez-vous pour le faire?

ANNEXE 2: QUESTIONNAIRE D'ENQUËTE

QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE

Nous c'est Emmanuel MAKELELE MASIRIKA, chercheur en Sciences de Gestion et enseignant à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Nyangezi. Nous venons vers vous pour solliciter votre indulgence afin de nous fournir des renseignements dans le cadre de l'élaboration d'un article scientifique qui porte sur les effets des prestations sociales sur la vie socioéconomique des prestataires sociaux de la CNSS dans la ville de Bukavu. Nous vous garantissons de la confidentialité des données que vous nous fournirez, et celles-ci ne seront utilisées que dans ce cadre de cette recherche scientifique. Merci d'avance !

A. QUESTIONS RELATIVES AUX FACTEURS DÉMOGRAPHIQUES LIES AU PRESTATAIRE SOCIAL

1. Dans quelle **commune** résidez-vous ?		Kadutu (1)	Ibanda (2)	Bagira (3)	
2. Dans quel **quartier** résidez-vous ?**...** contact, si vous voulez...					
3. Votre âge est compris entre:		50–59 ans...	60-69ans...	+ de 70 ans...	
4. Votre **genre**			Femme...	Homme...	
5.Votre religion	Catholique (1)	Protestant (2)	Musulman (3)	kimbanguiste (5)	autre religion (5)
6. Votre niveau d'**études**		Pas d'études (1)	Primaires (2)	Secondaires (3)	Universitaires (4)
7.Votre **état civil**	Marié (1)	Célibataire (2)	Veuf (3)	Divorcé (4)	séparé (5)
8. La **taille** de votre **ménage**	De 1 à 5 pers (1)		de 6 à 10 pers (2)	Plus de 10 personnes (3)	
9. Votre regime est:	Retraité (1)	Veuf (veuve) (2)	Orphelin (3)	Invalide (4)	Incapable (5)

B. QUESTIONS RELATIVES AUX FACTEURS SOCIAUX LIÉS AU PRESTATAIRE SOCIAL

Depuis 2016, cet argent de pension ou de rente vous a aidé à exécuter une activité sociale ? Laquelle ?	**Réponse**	
	Oui	**Non**
10. Payer la nourriture		
11. Payer les habits		

12. Payer l'eau		
13. Payer l'électricité		
14. Payer le transport régulièrement quand vous vous déplacez		
15. Organiser votre mariage ou celui d'un enfant		
16. Payer les frais de scolarité de votre enfant		
17. Payer les soins médicaux de la famille		
18. Vous sentez-vous valorisé dans la société grâce à votre revenu de pension par rapport à votre entourage ?		

C. QUESTIONS RELATIVES AUX INDICATEURS ÉCONOMIQUES LIÉS AU PRESTATAIRE SOCIAL.

Veuillez completer ce tableau

Quelle activité économique avez-vous déjà réalisée avec l'argent de prestations sociales de la CNSS, depuis 2016 ?	**Réponse**	
	Oui	**Non**
21. Achat d'une parcelle ou maison		
22. Construction ou réfection d'une maison		
23. Achat d'un véhicule pour transport en commun ou sa réparation		
24. Approvisionnement régulier de votre magasin, votre boutique		
25. Lancer ou améliorer une activité industrielle ou artisanale: boulangerie, cordonnerie, salon de coiffure,...		
26. Lancer ou améliorer une activité de service Informatique		
27. Lancer ou améliorer une activité d'élevage: poule, chèvre,...		
28. Lancer ou améliorer une activité agricole au village		

REFERENCES

[1] Bilubi, M. U. (2020). Au-delà de la réponse immédiate à la pandémie Covid-19 et des villes plus sûres. Bukavu: Mairie de Bukavu.

[2] Braham, B., & Pétron, A. (2012). *Pension sociale et niveau de vie des retraités en Tunisie: un essai de simulation.* Paris: Groupe international de recherche ESIRAMed.

[3] Burrow, S. (2020). Investissement dans la protection sociale: impacts sur la croissance économique. Belgique: Development Pathways.

[4] Caisse marocaine des retraites. (2005). Changement démographique et ses répércussions à long terme sur les charges de protection sociale: cas des retraites. Rabat: Haut-commissariat du plan du Maroc.

[5] Cecchini, S., Gilbert, R., & Morales, B. (2018). *Renforcer la protection sociale: L'expérience de l'Amérique latine et des Caraïbes.* Santiago: Publication des Nations Unies.

[6] Chemillier-Gendreau, D., & al. (2018). Les regimes de retraite en Afrique, à l'épreuve du vieillissement démographique. Genève: FINACTU.

[7] CNSS. (2021). Rapport trimestrielss de paiement des prestations sociales. Bukavu: CNSS.

[8] Daha, E. C. (2017). Protection sociale: une étude comparative franco-Mauritanienne. Université de Perpignan via Domitia.

[9] Damon, J. (2016). *L'impact socio-économique de la sécurité sociale.* Genève: Association internationale de la sécurité sociale.

[10] Eyinga, E. C. (2001). *La situation socioéconomique des personnes âgées.* Yaoundé, Cameroun: 3e RGPH.

[11] GBONGUE, F., PLANCHET, F., & OULIDI, A. (2014). État des lieux des systèmes de retraite en Afrique subsaharienne francophone, Version 2.7. *PRIM'ACT*, 17.

[12] Hammouda, N.-e., Moudden, C. E., & Mercouani, W. (2018). *L'impact de la couverture retraite sur les conditions de vie des personnes âgées.* Alger: Centre de recherche en économie appliquée pour le développement.

[13] Kabila, K. J. (2016). LOI n° 16-009 fixant les règles relatives au régime général de sécurité sociale. *J.O.RDC; 28 juillet 2016, n° spécial, p. 5),* 16 pages.

[14] Kadidiatou, K. (2018). Politique publique de protection sociale au Burkina Faso: Vers une compréhension des logiques des acteurs de la mise en forme et de la mise en oeuvre. Montréal, Canada: Université de Montréal.

[15] LeFebvre, F. (2019). L'aide-mémoire de la prévoyance et de la retraite; 11e édition. Paris: Ed. Francis leFebvre.

[16] Les serices publiques et l'Union européenne. (2010). *La protection sociale en Europe.* Paris: europa.

[17] Melik, Ö. (2012). *Le droit à la sécurité sociale.* Genève: Centre Europe Tiers-Monde CETIM, ISBN: 978-2-88053-095-2.
[18] Menahem, G. (2007). Prestations sociales, sécurité économique et croissance en Europe. *Revue de l'OFCE 103*, 32 pages (291-322).
[19] Ortiz, I. (2018). Pourquoi une protection sociale universelle ? *Finances et développement*, 32-34.
[20] Planchet, F., & Gbongué, F. (2014). *État des lieux des systèmes de retraite en Afrique subsaharienne francophone.* Paris: Université de Lyon - Université Claude Bernard Lyon 1 / ISFA.
[21] Ruberangeyo, T., Ayebare, C., & Laminne de Bex, A. d. (2015). *Protection sociale: un processus continu au Rwanda.* Kigali: Ministère de l'Administration locale, et l'OIT.
[22] Spaeth, J.-M. (2005). *La protection sociale en France.* Paris: ADECRI.
[23] Turner, J. (1997). Les régimes de retraite dans différents contextes économiques, démographiques et politiques. Paris: OCDE_BIT.
[24] Unité d'études et de planification (SEIPH). (2009). *ABC sur la Protection Sociale et Études de cas.* Port-au-Prince: Unité d'études et de planification.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 613-621
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Évaluation des risques sanitaires liée à l'utilisation de l'eau de pluie récupérée et stockée dans une cuve en béton: Cas du site de stockage Ivory sud, Fianarantsoa, Madagascar

[Assessment of health risks linked to the use of rainwater collected and stored in a concrete tank: Case of the storage Ivory sud, Fianarantsoa, Madagascar]

Andry Hariniaina RABEARISOA[1], Anasthasie Miharisoa JIBO[2], Hajandrainy RABEARISOA[1], Bruno RAZANAMPARANY[2], Sedravola Nasolo RANDIMBIARISON[1], Ravo Victoire NASOLOMAMPIONONA[1], and Faralahy Paul RAMALAZA[1]

[1]Sciences et technologies, Ecole Normale Supérieur, Fianarantsoa, Madagascar

[2]Laboratoire de chimie, Université d'Ankatso, Antananarivo, Madagascar

Copyright © 2023 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: Numerous studies have shown the variability of the physico-chemical and microbiological characteristics of meteorite waters collected and stored in recovery tanks. This variability can have negative impacts for users, physico-chemical and microbiological analyzes reflecting the quality of rainwater collected downstream from the roof and stored in a concrete tank were carried out. The chosen site is a rainwater tank whose use is not limited to laundry, some households use it for washing, for domestic uses in the kitchen, and even for drinking. The objective of this work is to assess the risks to which users are exposed when consuming collected and stored rainwater. The hydrogen potential analysis revealed an average content of 7.05. The turbidity value is less than 5NTU.The conductivity has an average value of 0,01005 µs/cm. The quantity of chloride ion is very varied for each sample analyzed, with an average of 227.47 mg/l in Cl-. The samples show considerable number of total coliforms.

KEYWORDS: rainwater, recovery, physicochemical quality, health risk.

RESUME: Nombreuses études ont montré la variabilité de la caractéristique physico-chimique et microbiologique des eaux météorites collecté et stockée dans des cuves de récupérations. Cette variabilité pouvant avoir des impacts négatifs pour les utilisateurs, des analyses physico-chimiques et microbiologique traduisant la qualité d'une eau pluviale collectée en avale de toiture et conserver dans une cuve en béton ont été effectué. Le site choisi est un réservoir d'eau de pluie dont l'usage ne se limite pas à la lessive, certains ménages l'utilisent pour la toilette, pour les usages domestiques en cuisine, et même pour la consommation. L'objectif de ce travail est d'évaluer les risques auxquels s'exposent les usagers à la consommation de l'eau de pluie récupéré et stockée. L'analyse du potentiel hydrogène a révélé une teneur moyenne de 7,05. La valeur de la turbidité est inférieure à 5NTU. La conductivité a une valeur moyenne de 0,01005µs/cm. La quantité d'ion chlorure est très varié pour chaque échantillon analysé, avec une moyenne de 227,47 mg/l en Cl^-. Les échantillons présentent un nombre considérable de coliformes totaux.

MOTS-CLEFS: eau de pluie, récupération, qualité physico-chimique, risque sanitaire.

Corresponding Author: Andry Hariniaina RABEARISOA

1 INTRODUCTION

L'eau est vitale pour tout être vivant sur terre, d'où l'importance de l'avoir en quantité suffisante [1]. Le problème de sécheresse lié au changement climatique, provoquant le manque d'eau prolongé pourrait entrainer de nombreuses victimes. Dans ce contexte, l'une des principales exigences de la vie sur terre est l'économie en eau [2]. Selon des études, une économie de la consommation d'eau du réseau public serait possible grâce aux systèmes de récupération des eaux pluviales [3]. En Europe, ainsi que dans d'autres pays développés, tels que l'Australie et les Etats-Unis, dans le cadre d'un développement durable et d'une gestion plus rationnelle des ressources en eau, la récupération des eaux de pluie gagne du terrain et est vitalement nécessaire face à des épisodes de sécheresse fréquents [4]. Le taux moyen à l'utilisation de l'eau de pluie récupérée en Australie est de 11% au niveau national, 3,2% dans le capital et 24,3% dans les autres régions [5]. Pour pallier les problèmes de rareté de l'eau, aussi que ce taux est beaucoup plus élevé dans les îles de l'océan pacifique: 69% pour l'île de Marshale; 67% pour Palau et 49% au Micronésie [6], [7].

Cependant, son utilisation pour la consommation humaine pourrait présenter des risques. Des cas de maladie hydrique liée à l'usage domestique des eaux de pluie stockée ont été observés dans l'étude menés par Dovounou et son équipe au sud du Bénin, dans la commune de Toffo [8].

Le but de la recherche est donc d'observer les éventuelles détériorassions de l'eau de pluie stockée dans une cuve en béton afin d'évaluer le degré de pollution ainsi que les risques auxquels les usagers s'exposent à l'utilisation de cette eau.

Les paramètres: PH, température, Turbidité, conductivité, quantité d'ion chlorure; ainsi que les coliformes totaux ont été analysés sur les 20 échantillons prélevés.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La province de Fianarantsoa se situe dans la région Haute Matsiatra, dans le centre de Madagascar, en Afrique de l'Est. Elle regroupe 7 districts (Fianarantsoa I, Ambohimasoa, Ikalamavony, Ambalavao, Isandra, Vohibato, Lalangina). Le prélèvement des échantillons a été effectué dans le district de Fianarantsoa I, village Ivory Sud. La cuve de récupération de l'eau de pluie se situe dans la cour d'une école, le lycée Luthérien RAKOTO Andrianarijaona, un établissement d'enseignement secondaire se situant à proximité de l'institut luthérien pour la santé (SALFA). Elle est localisée à 21°27.108'Sud et 047°05.665' Est (fig.1).

2.2 PRÉSENTATION DU SYSTÈME

L'eau de pluie récupérée provient de la toiture inclinée d'environ 45° d'une maison d'une hauteur d'à peu près 6 m. Cette toiture est en tôle ondulé et présente de la rouille. Un arbre à feuilles se situe à sa proximité. Cependant, ils sont à la même hauteur; les feuilles ne risquent pas de tomber sur le toit ainsi que dans la gouttière sauf en cas de vent fort. La gouttière ouverte située à la bordure du toit est en zinc, tandis que le tuyau dirigeant l'eau récupéré vers le point de stockage est en plastique (fig.2). La cuve a été fabriquée avec du béton. Une majeure partie est visible à la surface et la partie restante est enfouie dans le sol. L'ouverture située sur la surface supérieure possède un couvercle en bois. Un bassin où les usagées fond leurs lessives, se trouve sur une des côtés. Le robinet se trouve à l'extrémité de l'une des autres côtés (fig.2).

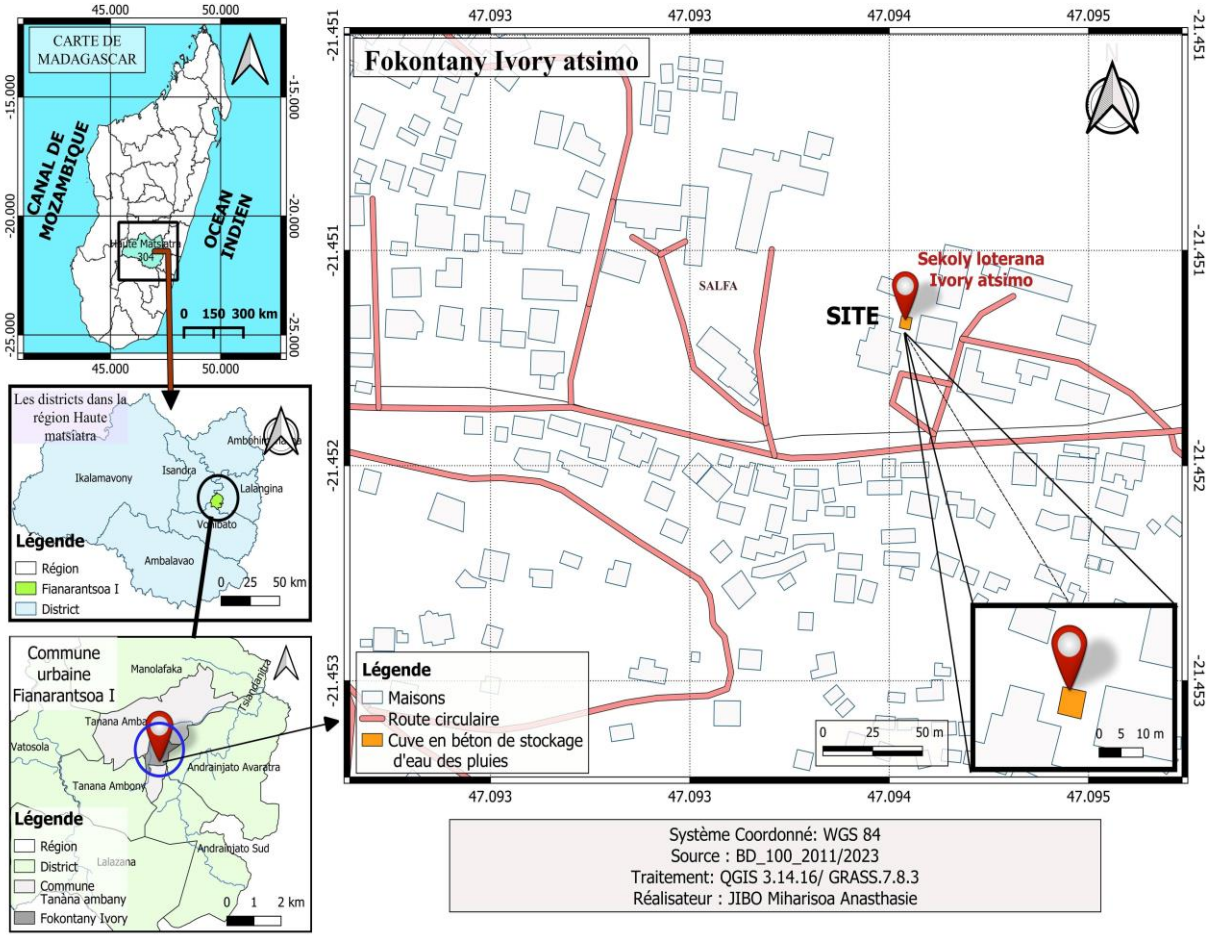


Fig. 1. Cartographie de la zone d'étude



Fig. 2. Caractéristiques de la toiture et de la cuve

2.3 ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage a été effectué durant 2 semaines. Deux échantillons par jours ont été prélevés dont: un échantillon la matinée vers 8h, et un autre l'après-midi vers 15h. Le but est de voir si dans une même journée, les paramètres changent. Les 14 premiers prélèvements ont été faits 7 jours successifs du 13 Mars 2023 au 19 Mars 2023. Les 6 derniers échantillons ont été prélevé à un écart de 6jours après les 14 premiers échantillons; du 25 Mars 2023 au 27 Mars 2023; afin d'évaluer la variabilité de la qualité de l'eau de pluie stockée dans un intervalle de jours plus large. Le robinet est hors service. Les prélèvements ont été effectués à l'aide des sceaux d'eau muni d'une corde que les usagers utilisent pour puiser l'eau dans la cuve. le but étant d'utilisé le matériel qui est en contact régulière avec l'eau stockée afin d'éviter le risque de contamination nouvelle. Les échantillons prélevés ont été ensuite mis dans des bouteilles plastiques d'eau minérale de capacité 1L, préalablement désinfecté puis rincé trois fois avec l'eau à prélever. Les bouteilles remplie sont ensuite placées dans une glacière munie d'un bloc de glace et conserver à une température inférieure à 10°C, afin de le transporter jusqu'au laboratoire et sera conserver à 4°C avant que les analysés soient effectués. Durant tout le procédé, tout contacte de l'échantillon avec le rayonnement solaire a été évité pour la préservation de celui-ci d'une potentielle modification des paramètres causés par le rayon UV.

2.4 PARAMÈTRES ET MÉTHODES D'ANALYSE

Les paramètres choisis pour les analyses sont les fréquemment utilisés pour déterminer la qualité d'une eau destinée à des fins d'usages humaine. La température et la CE ont été analysées à l'aide de l'appareil E-1 TDS and EC meter multifonction. L'analyse de la turbidité a été faite à l'aide de l'appareil Turbidimètre marque palintest ®. Le pH a été mesuré sur un pH-mètre marque pH-S. Le dosage titrimétrie effectué en laboratoire a permis de connaitre les concentrations des ions chlorures présent dans les échantillons. La méthode utilisée pour l'analyse microbiologique se réfère au protocole ISO 9308-1: 2000; les principes étant: le Filtration sur membrane, puis l'Incubation à 37 °C, ensuite le dénombrement des colonies confirmées. Les méthodes d'analyse correspondent aux protocoles AFNOR et ISO.

3 RESULTATS

3.1 PH

L'eau de pluie est naturellement acide, elle a une PH comprise entre 5 et 6. Après analyse des échantillons prélevés dans la cuve de stockage en béton, l'eau de pluie stockée a, en générale, une PH comprise entre 6,66 et 7,23 avec une moyenne de 7,05. La majorité des échantillons se situe entre 6,96 à 7,11. Professeur J. POUQUET a insisté sur l'instabilité du PH des eaux pluviales [9]. L'évolution de PH d'un même échantillon de PH acide vers un PH neutre a été observée dans une recherche menée par Frederic Magin. Ce même auteur a pu constater durant ces études sur la récupération d'eau de pluie qu'avec le temps, le PH évolue toujours d'une valeur acide vers une valeur moins acide [10]. Pour une eau destinée à la consommation humaine, la norme de potabilité malagasy décrète qu'une eau potable doit avoir une PH de 6 à 9,0 [11]. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), cette valeur doit se situer entre 6,5 à 8,5 [12]. Conformément à ces normes, l'eau de pluie stockée dans la cuve en béton analysé entre dans cette catégorie.

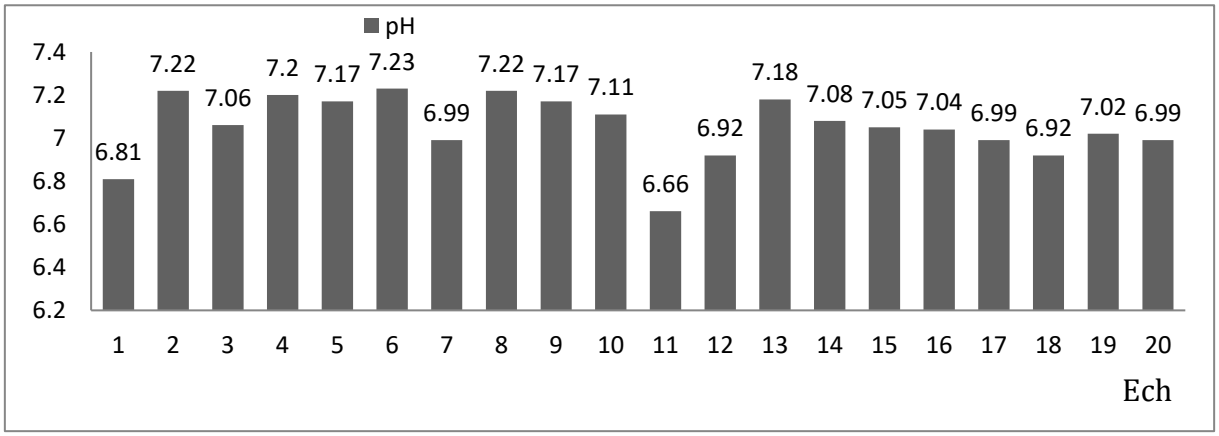


Fig. 3. Valeurs du pH de chaque échantillon

3.2 LA TEMPÉRATURE

La température est un paramètre de confort pour les usagers. Celles des échantillons analysés oscillent entre 11,09°C minimum et 22, 37°C maximum, avec une valeur moyenne de 17,24°C. La majorité se situe à température entre 16,73 à 18,61. Les valeurs obtenues sont généralement conformes à la norme fixée par l'OMS qui ne doit pas dépasser les 25°C pour les eaux destinée à l'usage humaine [12].

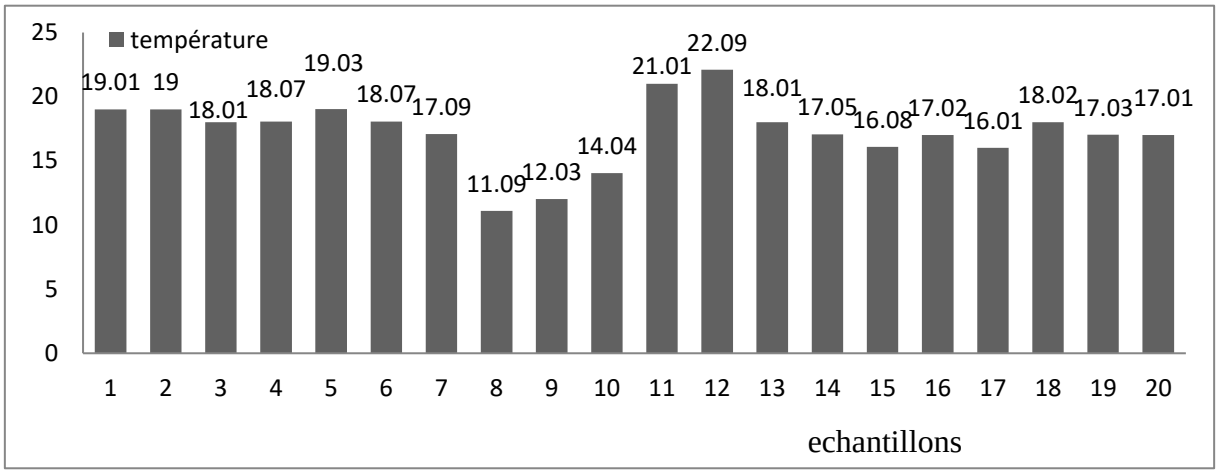


Fig. 4. Valeurs de la température de chaque échantillon

3.3 LA TURBIDITÉ

La turbidité correspond à la quantité de matières en suspensions permettant de surveiller la qualité esthétique de l'eau. Lors d'un traitement de l'eau, il est nécessaire de connaitre cette valeur parce qu'il peut agir comme protection des virus et des agents pathogènes [13]. Selon les normes de potabilités, la turbidité de l'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas dépasser 5NTU (Néphélométrie Turbidity Unit) [12]. La norme malagasy décrète la même valeur [11]. La valeur maximum de la turbidité sur les échantillons analysés est de 4,18 NTU, avec une valeur minimum de 0,02NTU et une moyenne de 1,39NTU. Elle est donc conforme à ces normes.

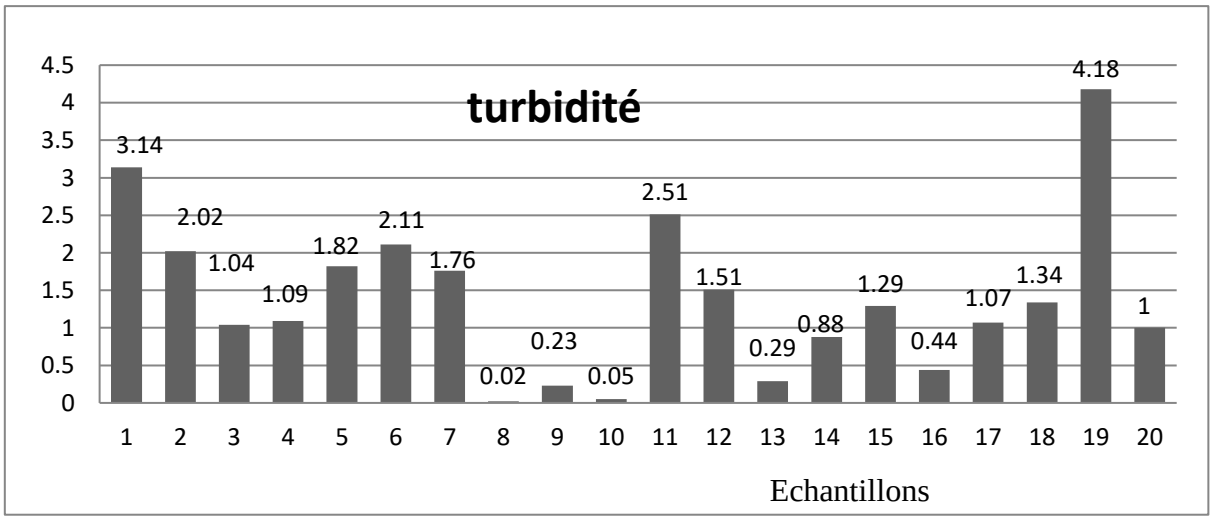


Fig. 5. Valeurs de la turbidité de chaque échantillon

3.4 LA CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

Ce paramètre traduit le degré de minéralisation. Sur les échantillons analysés, les valeurs moyennes d'EC sont de 0,01005µs/cm, avec un minimum de 0,006 µs/cm et un maximum de 0,013µs/cm. Une faible valeur de conductivité peut être traduit par le fait que l'eau de pluie ne s'est pas chargée en matière organique et minérale dissoute [8]. La valeur limite de l'OMS sur la CE pour l'eau utilisée à la consommation est de 1000 µs/cm [12]. Les échantillons analysés montrent des résultats inférieurs à ce seuil.

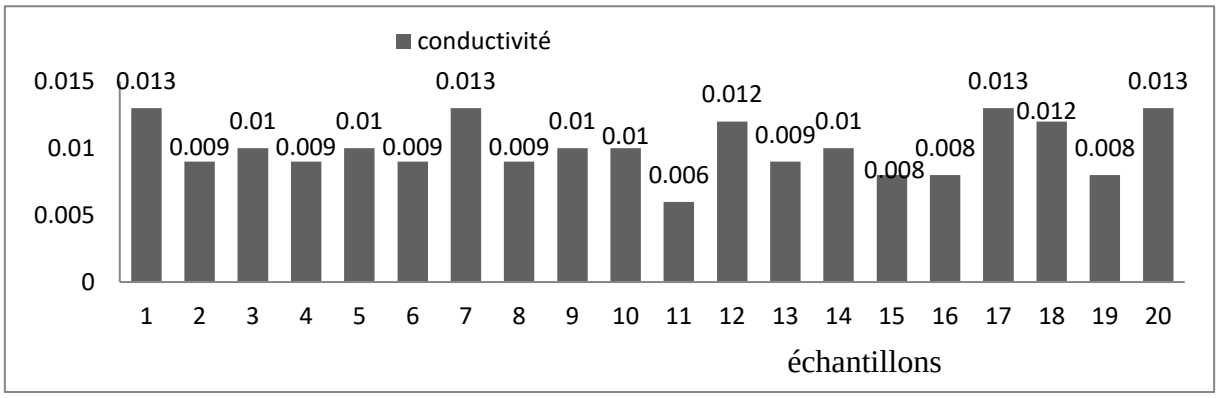


Fig. 6. Valeurs de l'EC de chaque échantillon

3.5 LES IONS CHLORURE

Souvent utilisées comme un indicateur de polluant, ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux [14]. La norme de l'OMS, ainsi que le décret malagasy fixent à 250mg/l de Cl^- pour les eaux destinées à l'usage humaine [11], [12]. La quantité maximum d'ion Cl^- dans l'eau de ruissellement de toiture analysés est de 799,02 mg/l, dépassant largement la norme de potabilité. La valeur minimum est à 50,73mg/l. conformément à cette norme, l'analyse montre que l'eau de pluie de cette cuve ne suit pas le standard de potabilité de l'eau par variation de la quantité de chlorure.

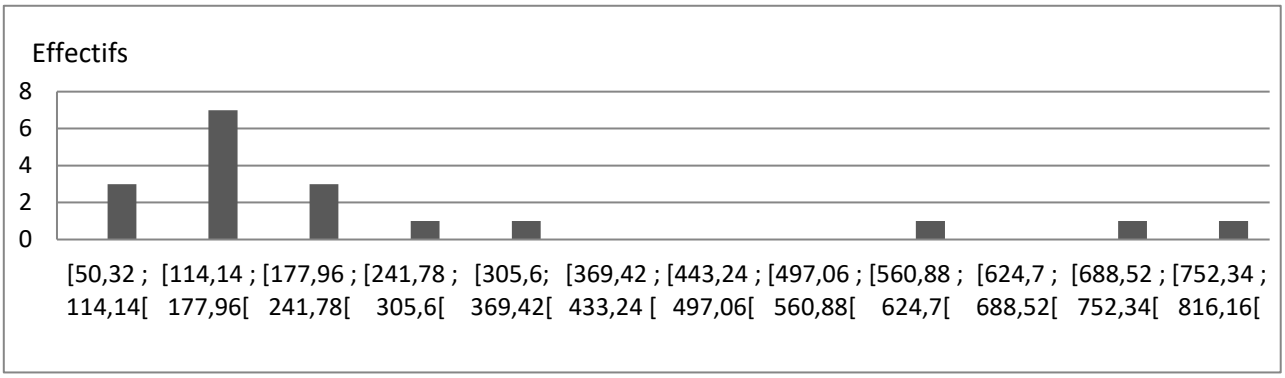


Fig. 7. Effectifs des échantillons par rapport à la quantité en ion chlorure

3.6 LES COLIFORMES TOTAUX

En générale, ils n'indiquent pas de contamination fécale. Cependant, cela est présentatif d'une dégradation de la qualité bactérienne de l'eau. Le résultat conforme à la norme pour cette catégorie de bactérie doit être soit inférieure, soit égale à 0ufc/100ml d'eau [12]. Des colonies de coliformes totaux ont été observées. L'effectif moyenne de CT des échantillons analysées est de 46,50 ufc/100ml. La présence de bactérie dans l'eau de pluie récupérée n'est pas étonnante car la cuve de stockage est considérée comme un écosystème aquatique [15], [16]. En effet, l'origine significative de certain niveau de base de bactéries hétérotrophes est due à un développement normal des germes banaux environnementaux issus de la cuve et de la toiture [13].

4 DISCUSSION

Les eaux météorite sont connues pour leur caractéristique acide. Cependant, l'analyse de l'eau de pluie stockée dans la cuve en béton a montré une valeur de PH comprise entre [6,66 – 7,11] avec une moyenne de 7,05 (fig.4). Zhu et al se sont intéressés aux facteurs faisant augmenter le PH de l'eau de pluie stockée dans des citernes en béton et attribue la cause de cette augmentation à un relargage de carbonate de calcium par les parois de la cuve [17]. M.Makhoukh confirme que la présence de carbonate permet de tamponner les eaux [14]. Un article de Claude Daou, s'intéressant sur la qualité physico-chimique d'une eau de baignade a rapporté des valeurs moyenne seuil de potentiel hydrogène comprise entre 7,3 et 8,2. Selon cet auteur, cette valeur est favorable à la vie aquatique et ne présente pas de risque d'irritation cutanée pour les individus utilisant ces eaux pour les bains [18].

Connaitre la température d'une eau est primordiale car elle joue un rôle très important dans la solubilité des gaz et des sels [19]. Des pathogènes peuvent vivre et se développer dans des conditions de températures favorables. Et certains de ces pathogènes présentent alors des dangers pour l'homme. La température mesurée lors de l'analyse des échantillons ont montré une variation de 11,09°C à 22, 37°C (fig.5), avec une valeur moyenne de 17,24°C. Kouamé a écrit dans sa thèse que la condition de température favorable au développement bactérienne se situe entre 20°C à 40°C [20]. NhungBguyen a comparé, lors de son étude sur l'eau de pluie récupérée, la température de l'eau pluviale stockée dans une cuve enterrée et une cuve extérieure. Il a observé une variation entre les deux cuves de stockage durant des périodes différente : en printemps et en hiver, l'eau météorite stockée dans la cuve enterrée a une température oscillante entre 7°C à 15°C; tandis qu'elle est à 15°C dans la cuve externe durant la même période. En été et en automne, cette valeur augmente à 15°C et 16°C pour la cuve enterrée, et 19°C dans la cuve externe [21].

La turbidité de l'eau analysée a une valeur moyenne de 1,3895NTU, avec un minimum de 0,02NTU, et un maximum de 4,18NTU (fig.6). Dans l'étude de Nhung Bguyen-Deroche, la valeur de la turbidité de l'eau de pluie stockée dans une cuve enterrée est 0,69NTU à 3,41NTU [21]. Cette valeur se rapproche des résultats analysés sur l'eau pluviale stockée dans la cuve en béton. Un article de Douvenu qui traite également de la qualité des eaux pluviales stockées a rapporté des valeurs de turbidité allant de 0,67 NTU à 2,95 NTU, ce qui les a amenés à conclure que l'eau de la citerne comporte une faible quantité de matière en suspension. Elle pourrait donc être facilement traité avec du chlore et pourrait être considérer comme source d'eau de consommation [8]. Cependant, il est possible que des résidus de matières se maintiennent au fond de la cuve.

La mesure de la conductivité électrique a montré des quantités très faibles ; avec une moyenne de 0,010µs/cm, un minimum de 0,006µs/cm, et un maximum de 0,013µs/cm (fig.7). Or, la valeur enregistrée pour les eaux météorites est de 30µs/cm [22]. Comparé à cette valeur, l'eau de pluie stockée dans la cuve en béton a une faible conductivité électrique. Elle est aussi inférieure aux valeurs trouvées durant l'analyse d'eau de pluie stockée rapporté dans l'article écrite par DOVONOU et al qui a un minimum de 42,5µs/cm et un maximum de 151µs/cm [8]. Or, nombreux arguments se contredisent sur la consommation d'eau à faible minéralisation ou déminéralisé. Certaines disent que ces minéraux, lors de son ingurgitation, encombre les fonctions du corps et peuvent entraîner des maladies. D'autres déclarent que la consommation d'eau à faible minéralisation pourrait entraîner une carence minérale du au saisie des minéraux de notre corps [23].

Les échantillons ont relevé une quantité maximum de 794,01 mg/l, avec un minimum de 50,32 mg/l, et une moyenne de 227,647mg/l en ion chlorure (fig.8). Des calcules par influence des différents critères et en fonction de conditions géographique particulière ont rapportés des moyennes de 0,9 mg/l à 1,6 mg/l en chlorure dans les eaux météorite [24], [25]. En comparant ces valeurs, l'eau de pluie récupérée et stockée dans la cuve a une quantité plus importante en ion chlorure par rapport à l'eau de pluie naturelle. D'un autre côté, des études montrent que le chlorure ne présente aucuns effets néfastes pour la santé des consommateurs. Cela s'explique par la présence de chlorure en concentration bien réglées au moyen d'un système complexe faisant intervenir le système nerveux et le système hormonal. L'équilibre de chlorure dans le corps humain se maintient donc même après ingestion d'une quantité importante. Elle se maintient surtout par l'excrétion de chlorure dans l'urine [26]. D'après Celle-Jeanton, le fait est que la présence d'ion chlorure dans les eaux météorites pourrait provenir des aérosols marins, des activités humaines telles que les industries du papier, et de dissolution de dolomite (carbonates de magnésium) [27].

Les deux modes de contamination microbiologique des eaux de ruissellement de toiture sont l'activité directe d'insectes, d'oiseaux et petits mammifères et les dépôts atmosphériques d'organismes environnementaux [28], [29]. La diminution de la contamination peut s'expliquer par les températures plus faibles qui ne favoriseraient pas la croissance des microorganismes [30]. En outre, des articles parlent du fait de faible risque de contamination fécale d'origine humaine dans les eaux de pluie récupérée et stockée comparée à d'autres ressources en eau [15].

5 CONCLUSION

L'utilisation d'eau de pluie récupérée en avale de toiture et stockée dans une cuve de récupération semble être une contrainte qui vient compenser le manque d'eau provoqué par la sécheresse. La pratique se développe partout dans le monde sous des directives réglementaires. En effet, l'eau de pluie ne peut être considérée comme source d'eau potable. L'analyse des échantillons prélevés sur ce site a permis d'avoir des données sur les paramètres souvent utilisés comme indicateurs de qualité de l'eau. Les suivis de ces paramètres sont nécessaires pour surveiller l'évolution de la qualité et le respect des périmètres de sécurité pour l'eau destinée à la consommation humaine. Bien que certaines résultats des analyses menées sur les échantillons prélevés dans cette citerne de récupération en béton ont montrée des valeurs conformes à la norme fixée pour les eaux destinées à la consommation humaine; cela n'écarte pas d'éventuelles contaminations et de pollutions conduisant à des risques liés à la santé des usagers. Néanmoins, une faible teneur en turbidité est déterminante pour une efficacité de traitement en chloration. La même méthode pourrait en même temps éliminer la contamination en coliformes totaux.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le laboratoire CNRE (Centre Nationale de Recherche et de l'Environnement) d'Antananarivo, Madagascar pour avoir permis de procéder à l'analyse microbiologique dans leur institution.

REFERENCES

[1] F Benrejdal etH Ghoualem, «contribution à la caractérisation physico-chimique des eau de pluie de la régioon de Tizi-Ouzou; traitement par filtres plantes», Larhyss journal, vol *12*, no 3, pp. 41-52.2015.
[2] C König «l'importance de l'eau pour l'homme et les autres êtres vivants», futura, 2016.
[3] E L Villarreal et A Dixon«analysis of arainwater collection system for domestic water supply in ringdansen, Norrköping», building and environments, vol*40,* pp. 1174-1184.2005.
[4] C VIALLE,: etude de comportement hydrolique, physico-chimique et microbiologique d'un système derécupération d'eaux de toiture. evaluation de l'empreinte environnementale.2011.
[5] I. M Sinclaire, S k Leder etH Chapman«public health aspects of rainwater tanks in urban Australia», CRC for water quality and treatmrnt, ed.1, pp. 88.2005.
[6] PFranz«a guide for rainwater catchment systems in the pacific». p. 20. 2002.
[7] P Macomber«guidelines on rainwater catchment systems for Hawai» p. 15.2010.
[8] D. E Flavien, H B Mathieu, S W Gédéron, A Constant, N Farida etM Daouda«qualité des eaux pluviales stockées dans les citernes pour la consommation dans la commune de Toffo: cas de l'arrondissement de Damé», journal of applied biosciences, vol *154,* no 1, pp. 15871-15880.2020.
[9] J.Pouquet*la pluie et ses effets (techniques de travail).* Ann. Fac. Lettres d'Aix: Imp.Louis-Jean.Gap.1956.
[10] M Frederic «quelques éolutions sur le pH des eaux de pluie en provence. Methodes en premiers résultats», Méditerranéa, vol 3, pp. 79-84.1984.
[11] Décret n°2004-6, norme se potabilité malagasy, 2004.
[12] OMS, surveillance de la qualité de l'eau de boisson, 2014.
[13] T.L.N-Nguyen-Deroche, B.-G. F.-L.-G. «évaluation de la qualité de l'eau de pluie en vue de son utilisation; vers la définition des paramètres et de protocoles adaptés», européen journal of water quality, vol 44, pp.1-12,2013.
[14] M Makhoukh, M Sbaa, A Berraha et MVan-Clooster, «contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielle de l'Oued Mouloya (Maroc Orientale)», LarhyssJournal, vol*8*, no 2, pp. 149-169.2011.
[15] C Evans, P Combes, R Dunstan et Harrisson, T, «extensive bacterial diverssity indicates the potentiel operation of a dynamic micro-écology within domestic rainwater storage systems», science of the total environment, vol*407,* pp. 5206-5215.2009.
[16] M Kim et M Han «composition and distribution of bacteria in an operating rainwater harvesting tank», water Sciences and technologie, vol *63*, no 7, pp. 1524-30. 2011.
[17] Zhu-K, Zhang-L, Hart-W, Liu-M, & Chen-H, «quality issues harvested rainwwater in arid and semi-aride less plateau of nothern China»; journal of arid enironments, vol *57,* pp. 487-303, 2011.
[18] Claude Daou, R. M, «étude physico-chimique et microbiologique de la qualité des eaux de baignade au Liban», international conference on land-sea interactions in the coastal zone, pp.199-206, 2012.
[19] M.Makhoukh, M.Sbaa, A.Berraha, & M.Van-Clooster, «contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielle de l'Oued Mouloya (Maroc Orientale)», LarhyssJournal, vol*8*, no 2, pp.149-169.2011.

[20] K Kouamé, «pollution physico-chimique des eaux dans la zone de la décharge d'Akouedo et analyse du risque de contamination de la nappe d'Abidjan par un modèle de simulation des écoulements et du transport des polluants», journal of water resource and protection protection, vol *10*, no 1, pp.212, 2007.

[21] N Nguyen-Deroche, «évaluation de la qualité microbiologique de l'eau de pluie récupérée», Européen journal of water quality, vol*44,* pp. 1-12.

[22] S Hababaze, A Nahli, A Sabbar, Badriw et M Chlaida, «diagnostic de la qualité des eaux pluviales des toitures en vue de leur réutillisation paysagère: cas d'un établissement pulic à cassablanca (Maroc)», larhyss journal, vol*12*, no 4, pp.143-160,2015.

[23] Kozisek, F. (2004). health risks from drinking demineralised water. p.148

[24] V. Colandini, LCPC: «effets des structures réservoirs à revêtement poreux sur les eaux pluviales», 1999.

[25] K.S Dembele, « étude de la maladie hémorroïdaire dans le service de chirurgie générale de l'hôpitalesomine dolo de mopti», thèse, faculté de médecine, de pharmacie et d'oddontostomatologi2009.

[26] Kahoul et Touhani, «évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie)», Larhyss Journal, vol 19, pp.129-138, 2014.

[27] Celle-Jeanten, Travi, Loye-Pilot, etG H Bertrand, «rainwater chemistry at a mediterranea inland station (Avignon, France)», Atmosphéric Research, vol *91,* pp.118-126, 2009.

[28] M Yaziz, HGunting, N Sapari etA Ghazali, «variations in rainwater quality from roof catchments», water research, vol*23,* pp.761-765,1989.

[29] C A Evans, P J Coobes, R HDunstan et T Harrison, «identifying the major influences on the microbial composition of roof harvested rainwater and the implication for ater quality», water sciences and technology, pp. 245-53.2007.

[30] C Despins, K Farahbakhsh etC Leidi, « assessment of rainwater quality from rainwater harvesting systems in Ontario, Canada», (j. o. technologie-aqua, Ed.), vol *58,* no 2, pp. 117-134.2009.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 622-632
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

La prévalence de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de 5 ans et facteurs associés en milieu rural: Cas de la zone de santé de Vaku en 2020

[The prevalence of severe acute malnutrition in children under 5 years of age and associated factors in rural areas: Case of Vaku health zone in 2020]

Nono Koka Ngombe, Junior Biankadi Ndudi, Jospin Mbele Nguvulu, Flavien Nimi Nsungu, Eric Mukomena Sompwe, and Ghislain Mashini Ngongo

Institut Supérieur de Techniques Médicales de Tshela (ISTM, TSHELA), RD Congo

Copyright © 2023 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: Severe acute malnutrition is a real public health problem in the Vaku health zone, we note the persistence of cases and the increase in infant and child mortality. This study aims to determine the prevalence and determinants of severe acute malnutrition.
This is a cross-sectional analytical study of 479 children under 5 years of age with acute malnutrition, received in the structures of this health zone in 2020. Selected according to the Z-score weight/height or mid-upper arm circumference.
The prevalence of severe acute malnutrition was 3.8%, the Khele health area (6.6%) was in first position. Male sex was more concerned and age between 12 and 24 months had the highest prevalence (4.7%).
We performed multivariate analysis with logistic regression of associated factors. Non-exclusive breastfeeding, inadequate complementary feeding, monthly income ≤ US$ 30 of heads of household and non-attendance at SPC have been identified as potential determinants of severe acute malnutrition in this health zone. Incomplete immunization status, household size of more than six people and access to difficult food were identified as protective factors for severe acute malnutrition. The other factors studied did not present the link with malnutrition in this health zone. Several cited studies found similar results.
We suggest the effective integration of infant and young child feeding activities into the structures of this health zone that could reduce this prevalence.

KEYWORDS: Acute-severe malnutrition, Vaku health zone, prevalence, associated factors.

RESUME: La malnutrition aiguë sévère est un véritable problème de santé publique dans la zone de santé de Vaku, On note la persistance de cas et l'augmentation de mortalité infanto-juvénile. Cette étude vise à déterminer la prévalence et les déterminants de la malnutrition aiguë sévère.
C'est une étude analytique transversale portant sur 479 enfants de moins de 5 ans avec malnutrition aiguë, reçus dans les structures de cette zone de santé en 2020. Sélectionnés selon le Z-score poids/taille ou périmètre brachial.
La prévalence de la malnutrition aiguë sévère était de 3,8%, l'aire de santé de Khele (6,6%) était en première position. Le sexe masculin était plus concerné et l'âge entre 12 à 24 mois affichait la prévalence la plus élevée (4,7%).
Nous avons réalisé l'analyse multivariée avec la régression logistique des facteurs associés. L'allaitement maternel non exclusif, l'alimentation de complément non adéquat, la revenu mensuel ≤ à 30USD de chefs de ménages et la non fréquentation à la CPS ont été identifiés comme déterminants potentiels de la survenue de malnutrition aiguë sévère dans cette zone de santé. Le statut vaccinal incomplet, la taille de ménage supérieure à six personnes et l'accessibilité à la nourriture difficile ont été retenus des facteurs protecteurs de la malnutrition aiguë sévère. Les autres facteurs étudiés, n'ont pas présenté le lien avec la malnutrition dans cette zone de santé. Plusieurs études citées ont trouvé les résultats similaires.
Nous suggérons l'intégration effective des activités de l'alimentation du nourrisson et jeune enfant dans les structures de cette zone de santé qui pourrait réduire cette prévalence.

MOTS-CLEFS: Malnutrition aiguë-sévère, zone de santé Vaku, prévalence, facteurs associés.

Corresponding Author: Nono Koka Ngombe

1 INTRODUCTION

Bien que la malnutrition terme désignant à la fois la sous-alimentation et la suralimentation, il indique généralement sous-nutrition, y compris la malnutrition protéino-énergétique et les carences en micronutriments (World Vision Corée, 2012).

La malnutrition aiguë sévère se définit par un très faible rapport poids/taille (score z inférieur à -3 écarts réduits par rapport à la valeur médiane de référence de l'OMS), par une émaciation visible et sévère ou par la présence d'un œdème nutritionnel. Chez les enfants âgés de 6 à 59 mois, une circonférence du bras inférieure à 115 mm est également une indication. (PRONANUT RDC, 2017).

La dénutrition englobe généralement un retard de croissance, émaciation, ainsi que les carences de vitamines et de minéraux essentiels. La dénutrition des enfants est un problème de santé dans le monde entier, ce qui provoque souvent des dommages irréversibles à la santé physique et mentale des enfants ainsi que nuit également à la santé et la productivité à l'âge adulte. Selon les données de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), il est estimé que 60% des 10,9 millions de décès annuels parmi les enfants de moins de cinq ans dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire sont directement associées à la dénutrition. En outre, la sous-alimentation des enfants est un indicateur important des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) fixés entre 1990 et 2015, qui visent à réduire de moitié la proportion de personnes qui souffrent de la faim. (Leilei P., et al., 2014).

La sous-alimentation concerne plus les Pays en voie de développement. Dans le monde 7 pays rassemblent environs 65%: Inde, Chine, République Démocratique du Congo, Indonésie, Pakistan, Bangladesh et Ethiopie. (Luboya N.O., 2014). La malnutrition aiguë déclenche plus de 50% de la mortalité infantile chez les enfants de moins de 5 ans, ce qui implique qu'environ 3,5 millions d'enfants meurent de malnutrition chaque année. (World Vision Corée, 2012).

La dénutrition aiguë de l'enfant est l'un des principaux problèmes de santé publique dans le monde en développement coûtant la vie à de nombreux enfants de moins de cinq ans. Dans ce cadre, le problème est omniprésent et environ 55 à 60 millions de ces enfants sont émaciés. L'ampleur de l'émaciation est importante et persistant dans l'Afrique sub-saharienne, y compris l'Ethiopie, où de nombreux enfants de moins de cinq ans sont touchés par les conséquences de la dénutrition de l'enfant. La preuve a révélé que la malnutrition des enfants est responsable de 54% des décès d'enfants de moins de cinq ans (près de 11 millions d'enfants) à l'échelle mondiale. (Gudina E., et al., 2014).

Par rapport aux conséquences de la malnutrition des enfants, il est important de comprendre les facteurs de risque à différents niveaux dans la société donnée comme ils sont nombreux et hiérarchiquement liés entre eux et pas uniformément dans les différentes régions du monde. Ainsi, une compréhension approfondie de ces facteurs est nécessaire pour une meilleure intervention. À cet égard, le Fonds des Nations Unies pour l'Enfance (UNICEF), dans le cadre conceptuel de la malnutrition et d'autres littératures connexes, a identifié trois principaux facteurs de risque qui pourraient conduire à la malnutrition des enfants, à savoir, de base ou de structure, sous-jacents (comportement) et immédiat (facteurs biologiques) de risque. (Gudina E., et al., 2014).

Si on veut réduire la malnutrition infantile, il est nécessaire d'en comprendre d'abord les causes. Les déterminants immédiats du statut nutritionnel d'un enfant sont les rations alimentaires et la santé, qui sont à leur tour influencées par trois déterminants sous-jacents au ménage: la sécurité alimentaire, les soins adéquats aux mères et aux enfants et un environnement sain. Ces trois déterminants sont à leur tour influencés par des déterminants de base: les ressources potentiellement disponibles pour un pays ou un groupe de personnes, et un nombre de facteurs politiques, culturels et sociaux qui influencent l'utilisation de ces ressources. (Lisa C.S. & Lawrence H., 2000).

Chaque année, la malnutrition est à l'origine de la moitié des décès des enfants de moins de 5 ans; le risque de décès est particulièrement élevé chez les enfants souffrant de malnutrition aigüe sévère. Il peut être 20 fois supérieur à celui correspondant chez les enfants en bonne santé (Unicef, 2010).

En RDC, plusieurs enquêtes étaient faites donnant la prévalence de la malnutrition chez les enfants de moins de cinq ans. Nous citons l'enquête MICS 2017-2018, donne la prévalence de la malnutrition aigüe (émaciation), modérée: 6,5% et sévère: 2%, pour le retard de croissance, modérée: 41,8% et sévère 20,8%, et l'insuffisance pondérale modérée 23,1% et sévère 7,1%. (Ministère du Plan de la RDC, 2019). Pour le seuil d'intervention, on estime en général qu'un taux de malnutrition aiguë globale (sévère et modérée) de 5 à 10% indique une situation précaire et qu'un taux entre 11 et 20% indique une situation grave. Pour la malnutrition aiguë sévère le seuil supérieur ou égal à 2% indique une situation précaire. (ACF international Network, 2012). En termes de santé publique, l'OMS reconnaît quatre niveaux de prévalence de l'émaciation: < 5%: faible; ≥ 5% et < 10%: moyen; ≥ 10% et < 15%: élevé; ≥ 15%: très élevé (Ministère du Plan de la RDC, 2019).

En dépit des dispositions prises pour lutter contre la malnutrition, la province du Kongo Central reste parmi les 5 premières provinces avec des taux élevés de malnutrition aigüe, aussi pour le retard de croissance et l'insuffisance pondérale. Nous pensons bien que plusieurs facteurs pourront être à la base de cette situation de malnutrition (Ministère du Plan de la RDC, 2019).

La problématique liée à la prévalence et facteurs associés de la malnutrition aigüe sévère date de longtemps. Autant d'auteurs s'y sont penchés d'une manière ou d'une autre. En dépit des dispositions prises sur la prise en charge de malnutrition aiguë sévère, il y a persistance de cas de la malnutrition aiguë sévère et contribue à l'augmentation de la mortalité infanto-juvénile dans cette zone de santé. A ce jour, Aucune étude n'a été menée dans la zone de santé de Vaku pour déterminer la prévalence et les facteurs déterminants de la malnutrition aiguë sévère. D'où quelle est la prévalence de la malnutrition aiguë sévère et ses facteurs associés dans cette zone de santé.

C'est à cet effet que notre étude vise à documenter la prévalence de la malnutrition aiguë sévère et les différents facteurs qui influencent sa morbidité dans la zone de santé rurale de VAKU. L'objectif de l'étude est de déterminer la prévalence de la malnutrition aigüe sévère ainsi les déterminants de cette prévalence.

2 METHODOLOGIE

La zone de santé de Vaku est l'une de 31 zones de santé de la province du Kongo Central en République Démocratique du Congo. Elle est située dans le territoire de TShela. En 2020, elle avait une population totale de 89 263 habitants et la population de moins de 5 ans était de 16871 habitants. Elle s'étend sur une superficie totale de 2265 Km^2 et elle est entièrement rurale. Elle est limitée au nord par les zones de santé de Seke Banza et de Kinkonzi, au sud par les zones de Kangu et Kuimba, à l'Est par les zones de santé Lukula et Seke Banza et à l'Ouest par les zones de santé de Kizu et de Kuimba.

La population de la zone, vivent principalement de l'agriculture et petits commerces. Aucune société moderne n'est implantée dans la zone de santé. Les tradi-praticiens (Guérisseurs, féticheurs) sont implantés à travers toutes les aires de la zone de santé. Il existe de nombreux interdits alimentaires chez les enfants et chez les femmes enceintes tels que la viande de Bouc, l'avocat, le safu, les œufs des poules et canard, les arachides crues pour les filles, la noix de palme mur non coupé pour les garçons. Le taux de scolarité est de 33% dans la zone de santé (Zone de santé de Vaku, 2020).

Elle est subdivisée à 10 aires de santé représentées par 10 centres de santé, à savoir: Centre santé de Khesa, Centre de santé de Kikadulu, Centre de santé de Kikuembo, Centre de santé de Kiolo, Centre de santé de Khele, Centre de santé de Khami, Centre de santé de Loango Bendo, Centre de santé de Loango centre, Centre de santé de Mbala et le centre de santé de Bula. Les pathologies suivantes sont courantes dans cette ZS: paludisme, diarrhée, infection respiratoire aiguë (IRA), la malnutrition**.**

Il s'agit d'une étude analytique transversale conduite dans les 10 centres de santé de la zone de santé de VAKU ayant porté sur les enfants de moins de 5 ans entre le 01/01/2020 au 31/12/2020. L'échantillon était exhaustif de 479 enfants dont le paramètre Poids-taille était inférieur à -2 Ecart-type ou une circonférence du bras inférieure à 125 mm avec ou sans œdème durant la période d'étude. En plus était exclus de l'étude, tout enfant dont le paramètre Poids-taille est supérieur ou égale à -2 Ecart-type ou une circonférence du bras supérieure ou égale à 125 mm, aussi tout enfant de plus de 5 ans. Nous avons considéré comme malade, tout enfant de moins de 5 ans avec Z-score < à -3 écarts-types et pour le non malade tout enfant de moins de 5 ans avec Z-score ≥ à -3 écarts types.

Nous avons fait recours à la revue documentaire pour la récolte de données. C'est ainsi une fiche de collecte de données était élaborée et les données sont collectées sur les différents registres (Registre de CPS et de vaccination, registre de la maternité, registre de CPN, registre de Naissance désirable et registre de soins curatifs) et fiches utilisées dans les centres de santé (Fiche de PCIMA et fiche ou carte de CPS).

2.1 LES VARIABLES D'ÉTUDES

Nous avons étudié les variables suivantes: la variable dépendante: MAS; les variables indépendantes: a) Les facteurs biologiques (Statut vaccinal de l'enfant, sexe, tranche d'age, déparasitage en Mebendazole et supplémentation en vitamine A), b) les facteurs liés aux comportements (l'allaitement maternel exclusif à 6 mois, l'alimentation de complément adéquate, l'aliment de base familiale, les interdits ou le tabou et l'alimentation active de l'enfant par le nourrisseur), c) les facteurs liés à l'environnement: (le niveau d'instruction des mères des enfants malnutris, l'âge des mères des enfants malnutris, le type de famille, la taille de ménage, la source d'eau de boisson, l'accessibilité à la nourriture, la situation professionnelle de chef de ménage, la situation matrimoniale, les pathologies infectieuses développées et le revenu mensuel du chef de ménage); et d) les facteurs lies aux services (la fréquentation à la consultation préscolaire, l'utilisation du service de planning familial et les distances des structures de CPS).

2.2 ANALYSES STATISTIQUES

Après vérification de la cohérence, les données étaient encodées, saisies, traitées et analysées grâce aux logiciels SPSS Statistics 22, Excel 2019 (présentation des variables en tableaux et graphiques) ainsi que Anthro V3.2.2 (calcul de Z-score).

Les calculs des fréquences et des proportions étaient effectués pour le variable uni varié. Pour déterminer les facteurs associés de MAS, nous avons effectué une analyse bivariée en utilisant les mesures d'associations Odds Ratio brut (ORb) ainsi que le test du Chi2 ou

le test exact de Fisher pour déterminer le P-value, et qui ont permis de mesurer la force d'association de la malnutrition aiguë avec les facteurs de risque, l'intervalle de confiance à 95%. Les variables ayant un degré de signification inférieur à 0,05 dans l'analyse bivarié ont été inclues dans l'analyse multivariée avec la régression logistique en utilisant la méthode pas à pas. Nous avons retenu dans le modèle final les détermniants à la MAS avec les mesures d'associations Odds Ratio ajusté (ORa).

2.3 CONSIDÉRATION ÉTHIQUE

Le respect des principes éthiques notamment la confidentialité des informations sont garanties.

3 LES RESULTATS

3.1 LA PRÉVALENCE DE LA MALNUTRITION AIGUË SÉVÈRE

En général, le taux de prévalence de la malnutrition aiguë sévère en 2020 dans la zone de santé de VAKU était de 3,8% soit 371 cas sur 9696 enfants de moins de 5 ans qui ont consulté les centres de santé. Par contre une prévalence de 4,9% de la Malnutrition aiguë était Observée.

Tableau 1. Répartition des malnutris selon les aires de santé

Aire de Sante	Reçus	Malnutris	%	MAS	%
Bula	1408	89	6,3	64	4,5
Khami	873	17	1,9	16	1,8
Khele	984	80	8,1	65	6,6
Khesa	715	31	4,3	25	3,5
Kikadulu	1130	84	7,4	58	5,1
Kikuembo	843	51	6,0	41	4,9
Kiolo	818	32	3,9	28	3,4
Loango Bendo	779	30	3,9	28	3,6
Loango Centre	1262	44	3,5	32	2,5
Mbala	884	21	2,4	14	1,6
Total	**9696**	**479**	**4,9**	**371**	**3,8**

Au tableau I: l'aire de santé de Khele affichait la prévalence de malnutrition aiguë sévère la plus élevée, suivie par l'aire de santé de Kikadulu. Par contre la prévalence de la malnutrition aiguë sévère la moins élevée était observée dans les aires de santé de Khami et Mbala. Nous notons la même tendance pour la malnutrition aiguë.

3.2 ANALYSE BIVARIÉE DES FACTEURS DÉTERMINANTS LA MALNUTRITION AIGUË SÉVÈRE CHEZ L'ENFANT DE MOINS DE 5 ANS DANS LA ZONE DE SANTÉ DE VAKU

Tableau 2. Les facteurs biologiques

Caractéristiques	Z-score P/T <-3 (%) n=371	Z-score P/T ≥-3 (%) n=108	OR (IC à 95%)	Valeur p
Statut vaccinal				
Incomplet	194 (52,3)	70 (64,8)	**1,68 (1,07-2,62)**	**0,021**
Complet	177 (47,7)	38 (35,2)	1	
Sexe				
Masculin	193 (52)	53 (49,1)	1,12 (0,73-1,73)	0,590
Féminin	178 (48)	55 (50,9)	1	
Age de l'enfant (Mois)				
<=12	110 (29,6)	30 (27,8)	0,59 (0,21-1,65)	0,651
>12 - 24	116 (31,3)	40 (37,0)	0,47 (0,17-1,28)	
>24 - 36	75 (20,2)	23 (21,3)	0,53 (0,18-1,51)	
>36 - 48	31 (8,4)	5 (4,6)	1	
>48 - 59	39 (10,5)	10 (9,3)	0,63 (0,19-2,03)	
Déparasitage au Mebendazole				
Irrégulier	119 (32,1)	37 (34,3)	0,91 (0,57-1,43)	0,670
Régulier	252 (67,9)	71 (65,7)	1	
Supplémentation vitamine A				
Irrégulière	37 (10,0)	17 (15,7)	0,59 (0,32-1,10)	0,095
Régulière	334 (90,0)	91 (84,3)	1	

Le tableau II a montré que parmi les cinq facteurs retenus, seul le statut vaccinal incomplet était associé significativement au survenu de MAS chez les enfants de moins de 5 ans dans la zone de santé de VAKU (ORb =1,68; IC à 95% =1,07-2,62) et p =0,021. Donc ces enfants avaient 1,68 fois plus de chance de développer la malnutrition aiguë sévère que les enfants avec le statut vaccinal complet. Le sexe, les tranches d'âge, le déparasitage au Mebendazole et Supplémentation en vitamine A des enfants n'ont pas montré un lien à la survenue de MAS.

Tableau 3. Les facteurs liés aux comportements

Caractéristiques	Z-score P/T <-3 (%) n=371	Z-score P/T ≥-3 (%) n=108	OR (IC à 95%)	Valeur p
Allaitement maternel jusqu'à 6 mois				
Non exclusif	350 (94,3)	95 (88,0)	**2,28 (1,10-4,72)**	**0,023**
Exclusif	21 (5,7)	13 (12,0)	1	
Alimentation de complément				
Non adéquate	340 (91,6)	89 (82,4)	**2,34 (1,26-4,34)**	**0,006**
Adéquate	31 (8,4)	19 (17,6)	1	
Aliment de base familiale				
Banane +Feuille Manioc	29 (7,8)	16 (14,8)	1,32 (0,44-3,95)	**0,036**
Banane + Moambe	224 (60,4)	59 (54,6)	**2,76 (1,06-7,17)**	
Feuille Manioc + Haricot + Riz	53 (14,3)	14 (13,0)	2,75 (0,93-8,14)	
Feuille Manioc + Riz	54 (14,5)	11 (10,2)	**3,57 (1,17-10,92)**	
Viande/poisson + Riz	11 (3,0)	8 (7,4)	1	
Interdits ou tabou				
Présent	28 (7,6)	10 (9,3)	1,25 (0,58-2,66)	0,562
Absent	343 (92,4)	98 (90,7)	1	
Alimentation active de l'enfant (nourrisseur)				
Grand-mère	90 (24,2)	23 (21,3)	**3,35 (1,03-10,94)**	**0,052**
Mère	261 (70,4)	72 (66,7)	**3,11 (1,01-9,53)**	
Sœur	13 (3,5)	7 (6,5)	1,59 (0,38-6,62)	
Père	7 (1,9)	6 (5,5)	1	

L'analyse bivariée au tableau III des facteurs comportementaux ci-après: l'allaitement maternel non exclusif jusqu'à 6 mois (ORb =2,28; IC à 95% =1,10-4,72 et p =0,023), l'alimentation de complément non adéquate (ORb =2,34; IC à 95% =1,10-4,72 et p =0,006), l'aliment de base familiale avec Feuille Manioc + Riz et Banane + Moambe (successivement OR =3,57; IC à 95% =1,17-10,92; ORb =2,76; IC à 95% =1,06-7,17) et l'alimentation active de l'enfant par le nourrisseur grand-mère et mère (successivement ORb =3,35; IC à 95% =1,03-10,94; ORb =3,11; IC à 95% =1,01-9,53) ont présenté un risque accru de la survenue de la malnutrition aiguë sévère dans la zone de santé de VAKU. Par contre les interdits ou les tabous n'ont pas présenté un risque de la survenue de MAS.

Tableau 4. Facteurs liés à l'environnement

Caractéristiques	Z-score P/T <-3 (%) n=371	Z-score P/T ≥-3 (%) n=108	OR (IC à 95%)	Valeur p
Niveau d'instruction des mères				
Sans Niveau/ Niveau Primaire	280 (75,5)	67 (62,0)	**1,88 (1,19-2,97)**	**0,006**
Niveau Secondaire / Universitaire	91 (23,5)	41 (38,0)	1	
Age des mères				
<=18	165 (44,5)	44,5	0,75 (0,27-2,08)	0,943
>18 - 24	118 (31,8)	31,8	0,76 (0,27-2,17)	
>24 - 30	66 (17,8)	17,8	0,83 (0,28-2,51)	
>30	22 (5,9)	5,9	1	
Type famille				
Monoparentale	205 (55,3)	45 (41,7)	**1,72 (1,12-2,67)**	0,012
Biparentale	166 (44,7)	63 (58,3)	1	
Taille ménage				
>6	194 (52,3)	75 (69,4)	**0,48 (0,31-0,76)**	**0,002**
<=6	177 (47,7)	33 (30,6)	1	
Source d'eau de boisson				
Source non aménagée	278 (74,9)	78 (72,2)	1,15 (0,71-1,86)	0,570
Source aménagée	93 (25,1)	30 (27,8)	1	
Accessibilité nourriture				
Difficile	188 (50,7)	68 (63,0)	**0,60 (0,39-0,94)**	**0,024**
Facile	183 (49,3)	40 (37,0)	1	
Profession chef ménage				
Commerçant	58 (15,6)	20 (18,5)	2,17 (0,67-7,04)	0,157
Paysan	266 (71,7)	75 (69,4)	2,66 (0,89-7,90)	
Salarié	39 (10,5)	7 (6,5)	**4,18 (1,11-15,79)**	
Chômeur	8 (2,2)	6 (5,6)	1	
Situation Matrimoniale				
Célibataire	112 (30,2)	24 (22,2)	2,33 (0,73-7,45)	0,076
Divorcée	29 (7,8)	6 (5,6)	2,42 (0,60-9,68)	
Mariée	166 (44,7)	63 (58,3)	1,32 (0,43-4,01)	
Séparée	54 (14,6)	10 (9,3)	2,70 (0,76-9,59)	
Veuve	10 (2,7)	5 (4,6)	1	
Pathologies infectieuses développées				
Autres	12 (3,2)	8 (7,4)	0,23 (0,04-1,31)	0,231
Diarrhée	115 (31,0)	35 (32,4)	0,51 (0,11-2,35)	
IRA	98 (26,4)	22 (20,4)	0,68 (0,14-3,26)	
Paludisme	133 (35,9)	41 (37,9)	0,49 (0,11-2,30)	
Rougeole	13 (3,5)	2 (1,9)	1	
Revenu mensuel du chef ménage				
≤ 30 USD	253 (68,2)	61 (56,5)	**1,65 (1,06-2,56)**	**0,024**
> 30 USD	118 (31,8)	47 (43,5)	1	

L'analyse bivariée au tableau IV des facteurs liés à l'environnement ci-après: le sans niveau et niveau primaire d'instruction des mères (ORb=1,88; IC à 95% = 1,19-2,97), le type de famille monoparentale (ORb = 1,72; IC à 95 % = 1,12–2,67)., la situation professionnelle de chef de ménage salarié (ORb = 4,18; IC à 95 % = 1,11–15,79) et le revenu de chef de ménage inférieur ou égale à 30 dollars américains

(ORb = 1,65; IC à 95 % = 1,06–2,56) ont présenté un risque accru de la survenue de la malnutrition aiguë sévère dans la zone de santé de VAKU. Par contre la taille de ménage supérieure à six personnes (ORb = 0,48, IC à 95 % = 0,31–0,76) et l'accessibilité à la nourriture difficile (ORb = 0,60, IC à 95 % = 0,39–0,94) ont présenté le risque réduit de la survenue de la malnutrition aiguë sévère. Nous avons noté l'âge des mères des enfants malnutris, l'eau de boisson de la source non aménagée, la situation matrimoniale et les pathologies infectieuses développées n'ont pas présenté un risque de la survenue de MAS.

Tableau 5. Facteurs liés aux services

Caractéristiques	Z-score P/T <-3 (%) n=371	Z-score P/T ≥-3 (%) n=108	OR (IC à 95%)	Valeur p
Consultation préscolaire				
Non	211 (56,9)	45 (41,7)	**1,85 (1,20-2,85)**	**0,005**
Oui	160 (43,1)	63 (58,3)	1	
Planning familial				
Non utilisatrice	320 (86,3)	97 (89,8)	0,71 (0,36-1,42)	0,332
Utilisatrice	51 (13,7)	11 (10,2)	1	
Distances avec structures				
>5	126 (34,0)	37 (34,3)	0,98 (0,63-1,55)	0,954
<=5	245 (66,0)	71 (65,7)	1	

L'analyse bivariée au tableau V des facteurs liés aux services retiennent seulement le non fréquentation à la consultation préscolaire est associé significativement à la survenue de la malnutrition aiguë sévère (ORb = 1,85; IC à 95 % = 1,20–2,85). En outre le non utilisation du service de planning familial et la distance avec les structures de CPS de plus de 5 kilomètres n'ont pas associé à la survenue de la malnutrition aiguë sévère.

Tableau 6. Analyse multivariée des facteurs déterminants la malnutrition aiguë sévère chez l'enfant de moins de 5 ans dans la zone de santé de Vaku

Caractéristiques	ORb (IC à 95%)	ORa (IC à 95%)	Valeur p
Allaitement maternel jusqu'à 6 mois			
Non exclusif	2,28 (1,10-4,72)	4,83 (1,93-12,09)	0,001
Exclusif	1		
Alimentation de complément			
Non adéquate	2,34 (1,26-4,34)	2,07 (1,03-4,14)	0,041
Adéquate	1		
Statut vaccinal			
Incomplet	1,68 (1,07-2,62)	0,43 (0,26-0,72)	0,001
Complet	1		
Consultation préscolaire			
Non	1,85 (1,20-2,85)	1,93 (1,19-3,14)	0,008
Oui	1		
Taille ménage			
>6	0,48 (0,31-0,76)	0,42 (0,26-0,70)	0,001
<=6	1		
Accessibilité nourriture			
Difficile	0,60 (0,39-0,94)	0,52 (0,32-0,85)	0,009
Facile	1		
Revenu mensuel du chef ménage			
≤ 30 USD	1,65 (1,06-2,56)	2,12 (1,26-3,59)	0,005
> 30 USD	1		

Cependant, sur les 12 facteurs associés à la MAS avec l'analyse bivariées, l'analyse multivariée avec la régression logistique a retenu seulement 7 déterminants dont l'allaitement maternel non exclusif jusqu'à 6 mois, l'alimentation de complément non adéquate, la non consultation préscolaire et le revenu mensuel du chef ménage inférieur ou égal 30 dollars américains se sont révélés être de solides prédicteurs de la MAS (Tableau VI). La probabilité d'avoir une MAS était 4,83 fois plus élevée chez les enfants de moins de 5 ans avec

l'allaitement maternel non exclusif (IC à 95 %: 1,93-12,09). De même pour l'alimentation de complément (ORa: 2,07; IC 95 %: 1,03-4,14), la consultation préscolaire (ORa: 1,93; IC 95 %: 1,19-3,14) et le revenu mensuel du chef ménage (ORa: 2,12; IC 95 %: 1,26-3,59). Par contre le statut vaccinal incomplet, la taille ménage supérieur à 6 personnes et l'accessibilité à la nourriture difficile étaient de facteurs protecteurs de la MAS.

4 DISCUSSIONS

Le taux de la malnutrition aiguë sévère des enfants de moins de 5 ans dans la zone de santé rurale de VAKU en 2020 était de 3,8%, elle est supérieure à celle de la province du Kongo Central qui est de 3,4% (Ministère du Plan de la RDC, 2019). L'aire de santé de Khele (6,6%) était en première position suivi de l'aire de santé de Kikadulu (5,1%), ceci peut se justifier par le fait que dans ces deux aires de santé, il y a faible production en aliment pour l'autosuffisance des familles (culture vivrière) mais aussi par les habitudes alimentaires pauvre en micronutriment. Le sexe masculin était plus concerné, les raisons pourraient être que chez les enfants de moins de 5 ans, il y a prédominance des garçons par rapport aux filles, en effet, il nait dans le monde entre 101 et 105 garçons pour 100 filles et cette situation est inversé seulement après l'âge de 5 ans (Mapatano M. A., 2014) et l'âge entre 12 à 24 mois affichait la prévalence la plus élevée (4,7%). Cette prévalence était calculée par rapport aux différents critères d'admission de malnutrition aiguë sévère. Le taux est assez élevé car il dépasse le seuil de 2% de malnutrition aiguë sévère (ACF international Network, 2012) et aussi montré par le MICS 2017-2018 (Ministère du Plan de la RDC, 2019).

L'analyse bivariée a énuméré 10 facteurs associés à la survenue de la malnutrition aiguë sévère dans la zone de santé de Vaku: le statut vaccinal incomplet, l'allaitement maternel non exclusif, l'alimentation de complément non adéquat, l'alimentation de base familiale fait de banane+moambe et Feuille Manioc+Riz, l'alimentation active par grand-mère et mère, sans ou niveau primaire d'instruction des mères, la situation professionnelle salarié, la revenu mensuel ≤ à 30USD de chefs de ménages, la famille monoparentale et la non fréquentation à la CPS. Ces résultats se rapprochent de plusieurs études dont celle en Inde par Mishra K en 2013 où la vaccination incomplète était l'un des facteurs de risque significatifs, l'étude en Ethiopie en 2014 et en 2013 par Gudina E. qui a montré que les mauvaises pratiques d'alimentation (ANJE) du nourrisson et du jeune enfant ont été identifiés comme proche (individuel) des facteurs de risque au niveau de l'atrophie de l'enfant, la pauvreté et le revenu du ménage ont influencé l'apparition de la dénutrition infantile aiguë et le manque d'accès aux services de santé étaient des facteurs prédictifs importants de gaspillage. L'étude transversale des zones rurales dans 10 provinces de Chine en 2011 a identifié le faible revenu des ménages comme des facteurs importants associés à un retard de croissance. En 2018, Mukuku O, à Lubumbashi en RDC, a trouvé une association significative entre la MAS et bas niveau de scolarité de mère des enfants. Par contre en Népal en 2020, Hossain A, montré que la majorité était de types de famille nucléaire et aucun lien était trouvé entre les types de famille et les MAS.

Dans la zone de santé de Vaku, les mères pensent que sans l'eau l'enfant ne va pas bien dormir si on pratique l'allaitement exclusif, les pleurs prouvent que l'enfant a faim et soif, si la maman est malade risque de contaminer l'enfant ainsi que lorsque l'enfant est malade, donner aussi autres aliments (MDA, 2013). En outre, les raisons pourraient être, la non consommation par les enfants les aliments d'au moins quatre groupes alimentaires (aliments d'origine animale, aliments de base, légumineuses, fruits et légumes riches en vitamine) en quantité suffisante et la non accroissement de la fréquence de l'alimentation complémentaire au fur et à mesure que l'enfant grandit c'est-à-dire utiliser une combinaison de repas et de goûters (2-3 pour les 6-8 mois, 3-4 pour les 9-11 mois, et 4-5 pour les 12-24 mois), ainsi que les parents ne donnent pas aux enfants les aliments avec une consistance adéquate (pas trop liquide) et une bonne hygiène (PRONANUT RDC, 2012) et (Unicef, 2010). Nos résultats rejoignent les résultats de l'enquête EDS-RDC 2013-2014 qui a trouvé un taux élevé de MAS chez les enfants dont les mères n'avaient aucun niveau et de niveau primaire. L'explication est que la plupart des mères ne sont pas informées sur l'importance de fréquenter les CPS surtout au-delà de 12 mois d'âge de l'enfant (PRONANUT RDC, 2012).

En plus, 2 facteurs dont la taille ménage supérieure à 6 personnes et l'accessibilité difficile à la nourriture ont été établie comme des facteurs protecteurs de la MAS. Ceci est explicité par la pyramide des âges en expansion en RDC (Mapatano M. A., 2014). Par contre l'étude de Nilesh Kumar Pravana en 2017 au Nepal a trouvé une association significative entre la taille de famille supérieure à 5 membres**.**

L'analyse multivariée avec la régression logistique a retenu seulement 7 facteurs ayant un lien à la MAS sur les 12 trouvés avec l'analyse bivariée. Parmi eux, 4 facteurs dont l'allaitement maternel non exclusif jusqu'à 6 mois, l'alimentation de complément non adéquate, la non fréquentation à la consultation préscolaire et le revenu mensuel du chef de ménage inférieur ou égal 30 dollars américains ont été identifiés comme déterminants potentiels de la survenue de la Malnutrition aiguë sévère dans cette zone de santé. Ces résultats sont similaires à plusieurs études citées.

Cette analyse a révélé encore 3 autres comme facteurs protecteurs à la malnutrition aiguë sévère, il s'agit du statut vaccinal incomplet, de la taille de ménage supérieur à 6 personnes et de l'accessibilité à la nourriture difficile. Ces résultats sont contradictoires aux attendus, l'explication pourrait être pour le statut vaccinal incomplet, la sous notification dans le registre de vaccination des enfants reçus pour cette intervention et la non livraison des cartes de CPS aux parents des enfants durant cette période d'étude. Pour la taille de ménage supérieur à 6 personnes, le constant dans ce milieu d'étude est que à partir de l'âge de 12 à 14 ans, chaque enfant commence

à évoluer de façon indépendante dans l'agriculture et de petits commerces d'où il contribue à la nourriture de la famille donc plusieurs sources de revenue de panier ménager. A fin l'accessibilité difficile à la nourriture, s'explique du fait que l'étude se focalisé uniquement à l'apport du chef de ménage sans tenir compte d'autres sources de revenues de membres de famille.

Comme limites: Les informations étant recueillies à partir des Fiches de PCIMA, fiche de CPS, registre de CPS, registre de vaccination, registre de la maternité, registre de CPN, registre de Naissance désirable et registre de soins curatifs, le biais d'information limitait la qualité des certaines données obtenues, lors de l'enregistrement de ces dernières dans le logiciel de traitement d'où nous avons réalisé de triangulation de données dans les différents outils de collectes de données. L'étude n'a pas prise en compte la méthode qualitative pour bien comprendre certaines habitudes du milieu.

Les forces suivantes: le bon archivage de outils de collecte de données nous a permis de collecter plus rapidement et la taille de l'échantillon retenue était supérieur à la taille d'échantillon calculée a été respectée. La pression dans le calcul de Z-score avec le logiciel Anthro V3.2.2.

L'étude a déterminé la prévalence de la MAS avec les facteurs prédictifs potentiels de la malnutrition aigue sévère dans cette zone de santé qui avant n'était pas connue avec l'analyse Multivariée. D'où les prestataires de santé, les parents et les autorités politiquo-administratives pourront agir à partir de ces facteurs pour reduire cette prevalance et deuxième lieu la mortalité lié à la MAS.

5 CONCLUSION

La malnutrition aiguë sévère demeure une cause importante de mortalité des enfants de moins de cinq ans dans la zone de santé de Vaku. La prévalence de la malnutrition aiguë sévère était élevée dans cette zone de santé. Elle a révélé que l'aire de santé de Khele était en première position. En plus, l'âge le plus touché était de 12 à 24 mois et le sexe masculin était plus affecté.

Les résultats de l'étude ont révélé l'ampleur de problème dû aux quatre grands facteurs: facteurs biologiques, facteurs liés aux comportements, facteurs liés à l'environnement et les facteurs liés aux services dans la zone de santé de Vaku.

Sur un total 23 facteurs étudiés, l'analyse bivariée a retenu 12 facteurs associés puis l'analyse multivariée a épinglé 7 facteurs seulement dont parmi eux 4 facteurs étaient identifiés comme déterminants responsables de la survenue de malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de 5 ans dans la zone de santé rurale de Vaku, il s'agit de l'allaitement maternel non exclusif à 6 mois, l'alimentation de complément non adéquat, le revenu mensuel du chef de ménage inférieur ou égale à 30 dollars américains et la non fréquentation à la consultation préscolaire. 3 autres facteurs dont le statut vaccinal incomplet, l'accessibilité à la nourriture difficile et la taille de ménage supérieure à six personnes ont présenté un risque réduit de la survenue de malnutrition aiguë sévère.

Nous suggérons l'intégration effective des activités de l'alimentation du nourrisson et jeune enfant dans les structures de la zone de santé de Vaku qui pourrait réduire cette prévalence. Une recherche qualitative ultérieure pourrait nous permettre de comprendre les habitudes alimentaires et culinaires.

REFERENCES

[1] A. Kaboré, R. I. et al., 2019. Malnutrition aigüe sévère chez les enfants de moins de 6 mois: Prévalence intrahospitalière. *Revue Africaine et Malgache pour la Recherche Scientifique / Sciences de la Santé,* juillet.1 (2).

[2] Abdon W.M0. Mukalay, et al., 2010. Facteurs prédictifs de la malnutrition chez les enfants âgés de moins de cinq ans à Lubumbashi (RDC).

[3] Abdulazeez Imam, F. H. H. & Azeezat Sallahdeen, Z. L. F., 2020. Facteurs de risque sociodémographiques et au niveau des ménages de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants d'âge préscolaire dans le nord-ouest du Nigéria. 1 Décembre.

[4] Arzel B., et al., 2005. Malnutrition et inégalité sociales, Bulletin des médecins Suisses.

[5] Awake A, Ayana M & Gualu T, 2018. Déterminants de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de cinq ans dans le district rural d'Enebsie Sarmidr, zone de Gojjam est, nord-ouest de l'Éthiopie, 2016. 9 Février.

[6] Biswas S., Bose K., Mukhopadhyay A. & Bhadra M., 2009. Prévalence de la dénutrition chez les enfants d'âge prescolaire de Chapra, Nadia district, West Bengal, Inde. Septembre.

[7] Ghimire U, Aryal BK, Gupta AK & Sapkota S., 2020. Malnutrition aiguë sévère et ses facteurs associés chez les enfants de moins de cinq ans: une étude transversale en établissement. *BMC Pédiatre,* 26 Mai.

[8] Ghimire U, Aryal BK, Gupta AK & Sapkota S, 2020. Malnutrition aiguë sévère et ses facteurs associés chez les enfants de moins de cinq ans: une étude transversale en établissement. 26 Mai.

[9] Gudina E., Yemane B. & Alemayehu W., 2013. les variations saisonnières de la prévalence de la dénutrition aigüe chez les enfants de moins de cinq dans l'Ethiopie rurale est. 18 Septembre.

[10] Gudina E., Yemane B. & Alemayehu W., 2014. les prédicteurs de la dénutrition aigüe chez les enfants âgés de 6 à 36 mois dans l'Ethiopie rurale est. 4 Avril.
[11] Gudina E., Yemane B. & Alemayehu W., 2014. les prédicteurs de la dénutrition aiguë chez les enfants âgés de 6-36 mois dans l'ethiopie rurale Est. 4 Avril.
[12] Gudina E., Yemane B. & Alemayehu W., 2014. Les prédicteurs de la dénutrition aiguë chez les enfants âgés de 6-36 mois dans l'Ethiopie rurale Est. 4 Avril.
[13] Hossain A, et al., 2020. Profils maternels et déterminants sociaux de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de cinq ans: une étude cas-témoins au Népal. *Heliyon,* 8 Mai.pp. 2-4.
[14] J Shi, et al., 2011. Etat de dénutrition des enfants de moins de 5 ans dans laes zones rurales chinoises.
[15] Leilei P., Lin R. & Hong Y., 2014. Une enquête de la dénutrition chez les enfants de moins de traois ans dans les régions rurales de l'Ouest de la Chine. 5 Février.
[16] Lisa C.S. & Lawrence H., 2000. Vaincre la malnutrition infantile dans les pays en développement: Réalisations passées et choix Futurs. Février.
[17] Luboya N.O., 2014. Cours de Nutrition DEA, ESP Lubumbashi.
[18] Luboya N.O., 2014. Etat de connaissances actuelles sur la prise en charge de la MPE: Restitution de l'atelier conjoint Faculté de Médecine et UNICEF.
[19] Mapatano M. A., 2014. Cours de Statistiques Démographiques et Sanitaires.
[20] MDA, 2013. Recherche formative sur l'alimentation du nourrisson et du jeune enfant dans le district sanitaire du Bas-fleuve.
[21] Ministère de la santé publique RDC, 2016. Protocole National de Prise en Charge Nutritionnelle des Personnes Vivant avec le VIH. Kinshasa: s.n.
[22] Ministère de santé publique RDC, 2010. Plan national de Développement Sanitaire 2011-2015. Mars.
[23] Ministère du Plan de la RDC, 2019. L'enquête par grappes à indicateurs multiples avec volet paludisme 2017-2018. *Mics.unicef.org,* pp. 222-226.
[24] Ministère du Plan RDC, 2006. Document de la stratégie de croissance et de réduction de la pauvrété. Juillet.
[25] Ministère du plan RDC, 2010. Enquête par grappes à indicateurs multiples.
[26] Ministère du plan RDC, 2010. Rapport pays: Eliminer la pauvrété, objectif du millénaire pour le développement 2015.
[27] Ministère du plan, (2013-2014). EDS-RDC II.
[28] Ministère du plan, 2007. EDS-RDC.
[29] Ministère du plan, 2013-2014. EDS-RDC II.
[30] Mishra K, et al., 2013. Facteurs de risque de malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de 5 ans en Inde: une étude cas-témoins. *Indien J Pediatr,* 20 Juillet.
[31] Mukuku O, M. A., Kamona LK, L. T., Mawaw PM, A. M. & Wembonyama SO, L. O., 2018. Développement d'un score prédictif de malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de 5 ans. *The Pan African Medical Journal,* Avril.
[32] Mustapha R., 2010. Impact de la malnutrition protéino-calorique et maladies carentielles, thèse Université du Gabon.
[33] Natshimwang I. V., 2011. Facteurs étiologiques de la malnutrition protéino-énergétique chez les enfants de 6 - 59 mois à la Lubumbashi.
[34] OMS, 2013. Statistiques Mondiales.
[35] Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et de l'agriculture, 2019. Thèmes journée mondiale de l'alimentation: Agir pour l'avenir. Une alimentation saine pour un monde FaimZéro, Dakar: s.n.
[36] OXFAM QUEBEC, 2013. Rapport d'enquête CAP initiale Village assaini dans le district du Bas-Fleuve, RDC.
[37] PAM-Burundi, 2014. La prévalance de malnutrition aigüe.
[38] Petit Robert, 1997. Dictionnaire Français. p. 147.
[39] Pravana NK, et al., 2017. Déterminants de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants de moins de 5 ans au Népal: une étude cas-témoins à base communautaire. *BMJ Journals,* 28 Août.
[40] PRONANUT RDC, 2011. Guide de surveillance nutritionnelle, sécurité alimentaireet alerte précoce. 27 Mai.
[41] PRONANUT RDC, 2011. Malnutrition protéino-calorique et allaitement maternel exclusif. Mesures et principes.
[42] PRONANUT RDC, 2011. PNDS Volet nitrition 2011-2015.
[43] PRONANUT RDC, 2011. PNDS Volet Nutrition 2011-2015.
[44] PRONANUT RDC, 2012. Plan stratégique de communication ANJE 2013-2015.
[45] PRONANUT RDC, 2012. Plan stratégique de communication ANJE 2013-2015. Novembre.
[46] PRONANUT RDC, 2012. Protocole de PCIMA en RDC. Mars.
[47] PRONANUT RDC, 2013. Enquête nutritionnelle anthropométrique et Mortalité SMART des enfants de 6-59 mois dans la Zone de santé de LOMELA, District sanitaire du SUNKURU, Province de Kasaï Oriental. Juin.
[48] PRONANUT RDC, 2017. Protocole National de la prise en charge de la Malnutrition aiguë 2016. s.l.: s.n.
[49] Rony Mbâ-Minko D.I., 2012. Les facteurs déterminants de la Malnutrition des enfants de moins de cinq ans au Tchad.

[50] Traoré BM, et al., 2020. Facteurs déterminants de la malnutrition aigue chez les enfants de 6-59 mois dans le district sanitaire de MENAKA au MALI. *MALI Médical,* Issue 03.
[51] Tshimuanz M., 2010. Nutrition et problème de santé perspectives d'avenir. Kishasa.
[52] UNHCR, 2013. Enquêtes Nutritionnelles Anthropométriques dans les camps des refugies soudanais à l'Est du Tchad.
[53] Unicef, 2010. Alimentation du Nourrisson et du Jeune enfant: carte de Counseling pour les agents communautaires.
[54] Unicef, 2010. Guide de planification et d'adaptation ANJE.
[55] Unicef, 2013. Urgence nutritionnelle.
[56] World Vision Corée, 2012. Géstion communautaire de la malnutrition aigüe sévère. 31 Décembre.
[57] Zone de santé de Vaku, 2020. PLan d'action opérationnel.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 633-653
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

La mesure de la capacité dynamique: Cas des PME Marocaine

[Measuring the dynamic capability: The case of Moroccan SMEs]

Achelhi Hicham

Professeur, Laboratoire de Gestion, Droit Interculturel et Mutations Sociales, Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté polydisciplinaire - Larache, Morocco

Copyright © 2023 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 dynamic capability notion has been studied from a theoretical point of view. The authors note the lack of work on the dynamic capabilities' deployment. Our research is based on Teece's (2007) conceptualization that a competitive company mobilizes three dynamic capabilities: *sensing, seizing* and *transforming*. The study is based on a case study of 15 Moroccan SMEs considered to be competitive. It is based on a qualitative study: surveys were carried out to collect data from the owner-managers of these SMEs. Our results validate that the SMEs studied are mobilizing dynamic capabilities, and highlight areas for improvement for future development.

KEYWORDS: Dynamic capability, deployment, strategic management, development, SME case study.

RESUME: La notion de capacité dynamique a été étudiée d'un point de vue théorique. Les auteurs font état de la rareté de travaux relatifs au déploiement des capacités dynamiques. Nos recherches se positionnent dans la conceptualisation de Teece (2007) suivant laquelle une entreprise compétitive mobilise trois capacités dynamiques: détection, mobilisation et renouvellement. L'étude s'appuie sur une étude de cas de 15 PME Marocaines considérées comme compétitives. L'étude est basée sur une étude qualitative: des enquêtes ont été réalisées pour collecter les données auprès des propriétaires-dirigeants de ces PME. Les résultats obtenus permettent de valider que les PME étudiées mobilisent les capacités dynamiques et de mettre l'accent sur les points à améliorer pour le futur développement.

MOTS-CLEFS: Capacité dynamique, déploiement, management stratégique, développement, étude de cas des PME.

1 INTRODUCTION

On constate que depuis une vingtaine d'année, les entreprises évoluent dans des environnements de plus en plus turbulents, et leurs managers doivent constamment évaluer les opportunités de développement et réduire les incertitudes susceptibles d'impacter leur stratégie.

L'étude des rapports sur l'évolution du secteur industriel en période de crise montre bien une vraie faiblesse de gestion des crises et des turbulences liées à l'environnement extérieur de l'entreprise. Il avait une répercussion, souvent négative, sur la majorité des secteurs: transport, aviation civile, tourisme, transport routier, culture et médias,... et industriel.

Cela montre l'incomplétude des théories des organisations et les méthodes de mise en place des stratégies.

Les théories des organisations mettent en place une certaine rigidité des organisations face aux changements issus de l'environnement. Ainsi, les auteurs de l'école classique mettent en place une organisation rigide face aux changements: l'organisation scientifique de travail cherche la meilleure façon de faire le travail (One best way); l'organisation administrative (Fayol) définie l'administration en la divisant en six fonctions: administrative, prévoyance, l'organisation, le commandement,

la coordination et le contrôle. Bureaucratique (Weber) met en place une définition claire des tâches, rôles et responsabilités;... Ces organisations permettent le fonctionnement des organisations dans les conditions de stabilité environnementale.

Les nouvelles méthodes de management cherchent à développer plus cette faiblesse en mettant en place un management plus flexible qui intègre l'amélioration continue comme le lean manufacturing, le management par la valeur,...

Au niveau des démarches de mise en place de la stratégie, les travaux pionniers d'Ansoff (1975) ont montré que pour la définition de la stratégie (rester compétitives), les entreprises doivent mobiliser leurs ressources internes pour produire, mais également surveiller et évaluer leur environnement. L'observation des pratiques de nombreuses firmes américaines par ces auteurs ont conduit à la mise en évidence d'une corrélation entre l'observation systématique des dynamiques de l'environnement et l'avantage concurrentiel que ces firmes en retiraient, notamment grâce à leur capacité à réagir plus vite que leurs concurrents face au changement et éviter l'échec (Henderson et Clark, 1990; Danneels, 2004).

Passant par les travaux de Michaël Porter (1980) jusqu'aux approches récentes, les recherches ont été nombreuses pour aider les managers dans leur démarche de compréhension des dynamiques de l'environnement.

Teece (2007) souligne que la méthode des Cinq Forces de Porter (1980) est inappropriée dans le cas des environnements dynamiques « en raison de sa nature statique et du fait qu'il ignore plusieurs aspects de l'environnement concurrentiel y compris le rôle des complémentarités, la dépendance de sentier et l'influence des institutions » (Teece, 2007).

L'adaptation des organisations face aux changements dans leur environnement demeure problématique. Ansoff (1970) avait suggéré que face à des turbulences de l'environnement qui provoquent des discontinuités et des surprises stratégiques, les managers doivent manifester une capacité de réaction forte.

Les conséquences de cette crise sur les entreprises d'une façon générale et particulièrement sur les PME sont aux niveaux économique et social. Certains auteurs considèrent que les PME de petites tailles (moins de 50 employés) ne disposent pas de capacités managériales suffisantes pour mettre en œuvre des pratiques d'affaires complexes (Bitici et al., 2011). Gallois (2012) remettait un rapport au gouvernement français sur la compétitivité de l'industrie française. Il constatait que les PME souffraient de faiblesses importantes: manque du fond propre, difficulté à ouvrir le capital, peur du manque de gestion, peur du risque d'investissement,... etc.

Malgré ces faiblesses, les PME contribuent de manière significative au développement économique et à la création d'emplois dans les régions où elles sont implantées (Vickers et North, 2000). Elles contribuent aussi fortement, en volume et en valeur, au dynamisme économique mondial (Bruque et Moyano, 2007; Forsman, 2011; Zeng, Xie et Tam, 2010)

La capacité d'adaptation et d'appréhension des changements est un axe de développement important des entreprises et aussi des PME. Nous avons donc axé notre recherche sur les capacités de l'entreprise à évoluer rapidement face aux changements de son environnement.

Dans ce sens, la démarché la plus appropriée est celle des capacités dynamiques.

Si plusieurs travaux ont été effectués sur les capacités dynamiques dans les grandes entreprises (Altintas, 2015; Labrouche, 2014; Teece, et al., 1997; Barreto, 2010; David, 2013; Przybyl, 2014; Rigaud, 2007) peu d'études récentes (Alphonse & Altintas, 2018) se sont penchées sur les capacités dynamiques au sein des PME. *(TSAPI V., et al. 2020).*

Wilden et al. (2013) observent que la question de savoir si et comment les capacités dynamiques affectent la performance n'est pas encore suffisamment explorée. Les relations entre les capacités dynamiques et la performance seraient aussi dépendantes du contexte ou influencées par d'autres variables. Les variables prises en compte ici sont la structure organisationnelle (Nedzinskas et al., 2013; Wilden et al., 2013) et le dynamisme de l'environnement (Teece et al., 1997).

Selon Pablo et al. (2007), « alors que le cadre conceptuel des capacités dynamiques est souvent soutenu et largement accepté par les chercheurs, les études empiriques portant sur ces capacités demeurent relativement rares ». Ambrosini et Bowman (2009) dénoncent le fait que très peu d'études empiriques traitent des capacités dynamiques.

Partant de ces constats, notre étude se veut palier cette limite en proposant l'étude de ce concept dans le contexte des PME marocaines. Notre recherche s'attache à comprendre:

- Comment les PME (industrielle) détectent-elles les opportunités (menaces) nécessaires à son développement ?
- Comment les PME mobilisent-elles les ressources pour saisir ces opportunités (ou contrer les menaces) ?
- Comment les PME renouvellent-elles leurs ressources ?

2 ETAT DE L'ART DES CAPACITÉS ORGANISATIONNELLES

Nous avons vu que, malgré le fait que la théorie des organisations a évolué pour permettre de tenir compte des changements de l'environnement, des blocages à l'adaptation organisationnelle sont toujours présents.

Plusieurs auteurs présentent les capacités dynamiques comme l'approche la plus pertinente pour expliquer comment un avantage compétitif est créé par une entreprise (Barreto, 2010; Teece, 2012) surtout lorsque l'environnement est dynamique (Wu, 2010) ou turbulent. Les travaux de Labrouche (2014), d'Alphonse et Altintas (2018) ont tenté d'enrichir ce concept dans les revues en Sciences de Gestion. D'autres ont mis l'accent sur la performance des entreprises (Njogu, et al., 2016) mais aussi à l'obtention à travers la dynamisation des capacités conduisant à des avantages durablement défendables.

2.1 ORIGINE ET DÉFINITION DE LA "CAPACITÉ ORGANISATIONNELLE"

2.1.1 ORIGINE

L'approche basée sur les capacités dynamiques a été développée dans la lignée de l'approche basée sur les ressources **(***Resource Based View* - RBV) pour apporter une perspective plus dynamique à la stratégie. En effet, plusieurs critiques de la RBV notamment l'existence de tautologies (Liouville, 2008) et son aspect statique qui permet d'expliquer de manière satisfaisante le maintien d'un avantage concurrentiel (Priem et Butler, 2001).

Dans la RBV, les firmes se différencient par une distribution hétérogène des ressources au cours du temps ainsi que par la possession de ressources rares et inimitables comme source d'avantage concurrentiel (Penrose, 1959; Nelson, 1991; Eisenhardt et Martin, 2000). Cette conception de l'avantage concurrentiel, liée aux caractéristiques de la base de ressources de la firme, implique l'adoption d'un point de vue statique. Ce caractère statique néglige l'influence de l'environnement de marché (Eisenhardt, 2000; Wang et Ahmed, 2007).

L'approche basée sur les capacités dynamiques a été développée afin de surmonter les limites de l'approche ressources (RBV) (Teece et Pisano, 1994; Teece et al., 1997; Wang et Ahmed, 2007). En ce sens, elle constitue une extension de l'approche ressources pour expliquer la notion d'avantage concurrentiel durable. Teece et al. (1994) et Teece et al. (1997) indiquent que le maintien d'un avantage concurrentiel requiert de modifier en permanence les ressources et compétences de l'organisation afin de répondre à l'évolution de l'environnement. C'est ainsi que l'idée de modification des ressources et des compétences figure explicitement dans toutes les définitions des capacités dynamiques.

Les deux approches sont complémentaires et s'enrichissent mutuellement (Williamson, 1999). En effet, la capacité dynamique permet d'évaluer et de comprendre comment les stocks de ressources et de capacités évoluent dans le temps et rendent ainsi durable l'avantage concurrentiel. Elle propose une extension de la RBV en adoptant un point de vue entrepreneurial.

2.1.2 DÉFINITIONS

Dans un numéro spécial du Libellio d'AEGIS consacré aux capacités dynamiques, Emmanuelle Rigaud (2007) rapporte les propos tenus dans le cadre d'un débat autour de l'apport des capacités dynamiques lors d'une conférence organisée par la Copenhagen Business School. Elle indique qu' "il n'existe pas en effet de définition précise et chaque chercheur en exprime une vision différente... Le problème réside en fait dans la jeunesse de ce concept. Il est pour l'instant mal défini et donne lieu à des visions contradictoires." D'autres auteurs sont soulignés que la lacune dans les définitions que les capacités dynamiques se trouvent définies par rapport à leur résultat "la création d'un nouvel ensemble de ressources permettant de maintenir dans le temps ou de générer un avantage concurrentiel". (Geoffroy Labrouche, 2016). Pavlou et El Sawy (2011) vont même jusqu'à qualifier le concept de « boîte noire insaisissable » (An elusive black box).

Ces constations des auteurs peuvent être confirmées par une simple revue de la literrature. Les auteurs associent les capacités dynamiques aux: sous-ensemble des compétences et des capacités (Teece et Pisano, 1994), à une aptitude (Teece et al., 1997; Teece, 1998; Zahra et al., 2006; Augier et Teece, 2008), à une capacité (Helfat et al., 2007; Teece, 2007 a), à une compétence (Danneels, 2008), à des processus ou des routines (Eisenhardt et Martin, 2000), à un schéma appris et stable (Zollo et Winter, 2002), à une orientation comportementale (Wang et Ahmed, 2007), au potentiel de la firme (Barreto, 2010).

Ce manque de définition et de spécification du concept engendre pour les chercheurs des difficultés à mettre en place des protocoles de validation empirique dans la mesure où l'objet de recherche n'est pas bien délimité (Winter, 2003).

Nous allons donc essayer de préciser cette notion en précisant les contours de ce concept pour notre étude.

A. CAPACITÉ

Dans cette partie, on cherche à délimiter le concept "dynamic capability" qui a été traduit à "capacité dynamique".

Le terme anglais "*capability*" n'a pas d'équivalent direct en français. Le terme de capacité est celui qui rejoint le mieux sa définition. D'après les dictionnaires traditionnel (Petit Robert, Larousse,...), le terme de capacité tire son origine du latin capacitas et capax qui renvoie soit à l'idée de la contenance soit à celle de l'aptitude, de l'habileté,... ou du pouvoir de réaliser quelque chose ou de comprendre ou de faire quelque chose. Ce deuxième sens du terme de capacité concorde avec la définition de Winter (2000) du terme de capability: *« To be capable of some thing is to have a generally reliable capacity to bring that thing about as a result of intended action"*. Il ajoute *"Capabilities fill the gap between intention and outcome, and they fill it such a way that the outcome bears a definite resemblance to what was intended"*. Donc, le concept de capacité remplit l'espace qui existe entre l'intention et le résultat. La notion de "capacité" prend son sens lorsque le résultat est conforme à l'intention initiale. Cette capacité est à l'origine de la création de l'avantage concurrentiel. (Grant, 1991): *« A capability is the capacity for a team of ressources to perform some task or activity. While resources are the source of a firm's capabilities, capabilities are the main source of its competitive advantage»*

Le développement des capacités est l'un des principaux moyens d'action dont dispose les entreprises pour réaliser leurs actions et objectifs stratégiques et par conséquent développer leur compétitivité.

Le Groupe des Nations Unies (GNUD, 2009), dans un rapport " Capacity Assessment Methodology" présente trois niveaux de capacité: individuelle, organisationnelle et politique. Au niveau industriel, la capacité politique peut être équivalente à la capacité de comprendre l'environnement extérieur (contexte politique, économique, social,...). Ces trois niveaux peuvent être regroupés en « capacités tangibles » et « capacités intangibles ».

- *Les capacités tangibles sont les structures, les systèmes, les politiques et les procédures de l'organisation.*
- *Les « capacités intangibles » sont des éléments impalpables et invisibles, sociaux et relationnels, tels que le leadership, les valeurs, les comportements, l'engagement et l'éthique de responsabilité.*

B. ROUTINES ET CAPACITÉS ORGANISATIONNELLES

La capacité organisationnelle est « le déploiement, la combinaison et la coordination de ressources, de compétences à travers différents flux de valeur pour mettre en œuvre des objectifs stratégiques » (Amant et Renard, 2004).

Chimbonsou (2008) présente une relation de hiérarchie entre les ressources, les routines et les capacités organisationnelles peuvent se présenter dans le schéma suivant (fig. 1):



Fig. 1. Relation hiérarchique entre ressources, routines et capacités organisationnelles.

- RESSOURCES

Les ressources font référence aux moyens qui sont nécessaires pour réaliser la transformation des intrants en extrants et sont la propriété de la firme (Amit et Schoemaker, 1993; Grant, 1991; Teece et al., 1997). Cependant, les auteurs ne s'entendent pas pour définir les mêmes catégories de ressources. Ainsi, Barney (1991) en retient trois types: les ressources physiques, organisationnelles et humaines. Grant (1991), quant à lui, en retient six: les ressources financières, physiques, humaines, technologiques, organisationnelles et la réputation.

Les ressources d'une entreprise ont été étudiées dans l'approche basée sur les ressources (Penrose, 1959). L'hétérogénéité des ressources et leur distribution inégalitaire entre des entreprises concurrentes sont l'une des fondements de la RBV puisqu'elle permet d'expliquer l'avantage concurrentiel (Peteraf, 1993; Prévot *et al.,* 2010).

Les travaux s'inscrivant dans cette approche se sont essentiellement focalisés sur les ressources stratégiques (Barney, 1991) permettant de construire un avantage concurrentiel durable. Barney (1991) a identifié les différents attributs qu'une ressource doit posséder pour conduire à la création d'un avantage concurrentiel durable. Il s'agit du modèle VRIN (de Valeur, Rare,

Inimitable et Non-substituable). De nombreuses recherches empiriques mobilisent le modèle « VRIN » pour identifier les ressources qui fondent l'avantage concurrentiel (Newbert, 2008).

Les ressources ne constituent pas une capacité en tant que telle, elles sont placées en bas de la hiérarchie (Wang et Ahmed, 2007) dans la mesure où elles constituent le fondement de l'organisation et la base même des capacités organisationnelles.

- ROUTINES

Le concept de "routine organisationnelle" a été avancé par Nelson et Winter (1982) afin d'expliquer le comportement des firmes dans une perspective évolutionniste. Ce concept renvoit directement à un mode d'analyse des comportements au moyen de la coutume et de l'habitude.

Pentland et Feldman (2003) présentent une routine organisationnelle comme « un modèle répétitif et repérable d'actions interdépendantes impliquant de multiples acteurs ». Winter (2003) précise qu'une routine est un comportement qui s'apprend, est très structuré, répétitif ou quasi répétitif. Les routines sont sources de stabilité et de contrôle nécessaires à toute vie organisationnelle. Schumpeter (1912) présente une description du travail sous forme de routine: " même en haut de la hiérarchie, un travail n'est qu'un travail quotidien comme tout autre; il est comparable au service d'une machine présente et qui peut être utilisée; tout le monde connaît et peut accomplir son travail quotidien dans la forme accoutumée, et se met de soi-même à son exécution; le "directeur" a sa routine comme tout le monde à la sienne".

Les routines sont souvent associées à trois métaphores: les habitudes individuelles (Nelson et Winter, 1982); les programmes de performance ou procédures opératoires (March et Simon, 1958; Cyert et March, 1963); et les gènes de l'organisation (Nelson et Winter, 1982).

Les routines organisationnelles sont des objets complexes, qui se concrétisent non seulement par les activités répétitives, mais aussi par les représentations cognitives que chaque individu en fait. Elles génèrent de la stabilité mais n'interdisent pas une évolution endogène réalisée par les agents qui les mettent en œuvre (Feldman, 2000).

Les routines organisationnelles sont « une configuration d'interactions qui représente une solution à des problèmes particuliers » (Teece et al., 1992). Les routines sont une composante des capacités organisationnelles. Les routines organisationnelles peuvent être considérées comme contraire à un processus d'apprentissage consistant à rechercher de nouvelles façons d'opérer, donc se centrant sur un changement des pratiques. Elles sont souvent synonymes de résistance au changement et suscitent des hostilités de la part des salariés.

- CAPACITÉS ORGANISATIONNELLES

Les capacités organisationnelles sont « les capacités d'une entreprise pour organiser, manager, coordonner ou diriger un certain ensemble d'activités » (Teece et al., 1992). Pour Amit et Schoemaker (1993) « (ces) capacités, [...] font allusion à la capacité d'une entreprise à déployer des ressources, des habitudes de combinaison, en utilisant des processus d'organisation, afin de réaliser les objectifs désirés ».ce qui rejoint Chimbonsou (2008) pour qui les capacités organisationnelles sont des processus ou ensemble de routines ordonnancées pour atteindre un but. Quand à Winter (2000), elles sont "high-level of routine". Winter (2000): « An organizational capability is a high-level of routine (or collection of routines) that, together with its implementing input flows, confers upon an organization's management a set of decisions options for producing significant outputs of a particular type ». Collis (1994) met l'accent sur le volet social et sa complexité. Pour lui, la capacité organisationnelle est "socially complex routines" qui détermine l'efficience du fonctionnement de l'entreprise.

Les routines sont un moyen de préserver l'histoire et un réservoir de capacités organisationnelles (Dosi et al. 2000; Winter, 2000; 2003; Zollo et Winter, 2002).

La capacité organisationnelle est l'ensemble des routines et de processus qui permettent la réalisation des extrants. La pertinence de la capacité organisationnelle est donc en relation étroite avec les résultats de sa mise en action, de leur efficacité et efficience. En conséquence, le processus est une unité d'analyse particulièrement utile pour présenter et analyser une capacité organisationnelle donc pour la rendre visible et lisible et pour suivre son développement (Lorino, 2001). Les capacités organisationnelles ne sont pas statiques et évoluent constamment du fait même de leur mise en action. Cet apprentissage est considéré comme un processus incrémental. (Orlikowski, 1996).

Elles sont aussi le résultat du développement, du transfert et d'échanges des renseignements par le capital humain de la société (Kane, 2012). Ces Capacités sont souvent développées dans les services fonctionnels. (Renard et Saint-Amant, 2003). Fall (2008) les classes en trois niveaux d'utilisation:

- Locale pour améliorer la rentabilité et l'efficacité des actions d'une activité.
- Intermédiaire qui vise le développement de ces capacités par les référentiels de bonnes pratiques au niveau d'une fonction ou d'un département.
- Stratégique donc qui permet le développement des capacités en adéquation avec la stratégie de l'entreprise.

Pour conclure, les capacités organisationnelles sont le résultat d'un processus d'apprentissage progressif pour permettre à l'organisation de s'adapter et de s'améliorer.

3 ETAT DE L'ART SUR LA CAPACITÉ DYNAMIQUE

La notion du « dynamisme » fait référence à la capacité à se renouveler de manière à être en phase avec l'environnement. Cette notion "Dynamique" est plus une reconfiguration qu'une évolution. (Eisenhardt et Martin, 2000).

On peut déjà déduire de ce qui précède que la capacité dynamique est l'aptitude et l'habilité d'une organisation à reconfigurer son mode de fonctionnement afin de s'adapter aux changements externes. Elle reflète l'habileté de l'organisation à réaliser des formes nouvelles et innovatrices d'avantages concurrentiels en adaptant ses ressources et ses capacités organisationnelles soit en fonction des transformations de l'environnement soit en fonction d'intuitions qu'elle perçoit (Collis, 1994; Eisenhardt et Martin, 2000; Teece et al., 1997; Teece, 1998).

L'émergence du terme "capacité dynamique" a été précédée par différentes terminologies qui expriment la même notion:

- Combinative capabilities " the capability to create new applications to address changes in the environment" (Kogut et Zander, 1992).
- Architectural competence: "The ability to use these component competencies to integrate them effectively and to develop fresh component competencies as they required." (Henderson et Cockburn, 1994).

C'est qu'en 1997 que Teece et al. utilisent le terme capacité dynamique qu'ils définissent comme « la capacité à intégrer, construire et reconfigurer les compétences internes et externes de l'entreprise pour répondre aux changements rapides de l'environnement »[1]. Teece (2007) ajoute du caractère « proactif » de la capacité dynamique: c'est la capacité d'une entreprise à agir sur son environnement et à construire son écosystème.

La contribution majeure de Zollo et Winter (2002) est que les capacités dynamiques sont structurées et persistantes. Par conséquent, le fait qu'une organisation s'adapte d'une manière créative mais non structurée à une crise ou à une succession de crises ne relève pas d'une capacité dynamique. En effet, Winter (2003) indique que l'organisation peut faire des changements sans avoir recours à des capacités dynamiques. Ils soulignent l'origine de la formation des capacités dynamiques par des processus d'apprentissage intentionnels et répétitifs.

Barreto (2010) définit les capacités dynamiques comme le potentiel d'une firme à résoudre systématiquement les problèmes grâce à sa capacité à détecter les opportunités et les menaces, à prendre des décisions opportunes et à faire évoluer sa base de ressources.

Cette notion est aussi présente dans la définition de Helfat et al. (2015) « la capacité d'une organisation à créer, étendre ou modifier de manière intentionnelle sa base de ressources ». Plusieurs travaux ont montré que ces capacités constituent des processus qui s'inscrivent dans la durée, supposant une forme incrémentale d'action (Teece et al., 1997; Zollo et Winter, 2002). Donc, elles ne sont pas comme des ressources à part entière mais des processus ou procédés de déploiement ou de transformation des ressources (Collis, 1994; Winter, 2003).

Plusieurs travaux s'accordent aussi que les entreprises peuvent y parvenir à travers la modification de leur base de ressources (Helfat et Peteraf, 2003 ; Teece, 2007 ; Barreto, 2010). Pour ce faire, elles doivent construire des capacités dynamiques étant donné que celles-ci ne peuvent être acquises sur les marchés (Teece et al., 1997 ; Donada et al., 2015).

Ces définitions peuvent être complétées en introduisant le niveau managérial. En effet, qui est le responsable ou à l'origine de "la construction de nouvelles compétences structurées et d'une manière intentionnel" ?

[1] « the firm's ability to integrate, build, and reconfigure internal and external competences to address rapidly changing environments » (Teece et al. 1997)

Adner et Helfat (2003) introduisent la notion de « capacités dynamiques managériales » qu'ils définissent comme « les capacités par lesquelles les managers construisent, intègrent, et reconfigurent les ressources et compétences organisationnelles ». Ce qui rejoint d'autres auteurs pour lesquels les capacités dynamiques constituent « l'aptitude d'une firme à reconfigurer ses ressources et routines tel qu'il a été imaginé et jugé approprié par les principaux décideurs » (Zahra et al., 2006). Ces auteurs mettent également l'accent sur les acteurs de l'organisation pour expliquer les capacités dynamiques. Augier et Teece (2008) sou lignent que la modification récurrente des ressources requiert de faire les bons choix d'investissement, de sélectionner les actifs appropriés et d'élaborer les business modèles appropriés. Les auteurs ajoutent que les choix doivent s'aligner à la gouvernance de l'entreprise. Il est aussi à préciser que la mise en oeuvre des capacités dynamiques dépend de l'expérience des managers et leur observation de l'environnement (Teece, 2007).

Comme présenté précédemment, chaque auteur présente une définition selon son angle de recherche.

Pour une meilleure précision de la définition de la capacité dynamique, nous allons présenter quelques définitions et expliquant les différentes visions.

On peut classer les définitions des capacités dynamiques en deux niveaux: processus ou de routines.

- CAPACITÉ DYNAMIQUE COMME PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT DE RESSOURCES

Ambrosini et Bowman (2009) précise qu' « une capacité dynamique n'est pas une capacité au sens de la RBV, une capacité dynamique n'est pas une ressource. Une capacité dynamique est un processus qui impacte la ressource. Les capacités dynamiques consistent à développer la base de ressources la plus appropriée » (Ambrosini et Bowman, 2009).

Plusieurs auteurs (Wang and Ahmed 2007; Ambrosini and Bowman 2009) présentent les capacités dynamiques comme *high-level processes* grâce auxquels l'organisation:

- développe ses capacités opérationnels;
- gère ses ressources afin de développer et pérenniser ses performances.

Eisenhardt et Martin (2000) définissent les capacités dynamiques comme « les processus de la firme qui utilisent des ressources – spécifiquement les processus d'intégration, de reconfiguration, d'acquisition et d'abandon de ressources – pour s'adapter aux changements du marché ou pour le modifier.

- CAPACITÉ DYNAMIQUE COMME ROUTINES

Plusieurs auteurs considèrent les capacités dynamiques correspondent à des métacapacités (Zollo et Winter, 2002; Zahra *et al*., 2006) qui présentent la caractéristique de pouvoir transformer les savoir-agir de l'organisation ou à en générer de nouveaux.

Les capacités dynamiques sont définies comme des routines (Eisenhardt et Martin, 2000; Zollo et Winter, 2002) de haut niveau ou d'ordre supérieur (high-order routines) (Winter, 2003) à des routines spécifiques (Eisenhardt et Martin, 2000) et Zollo et Winter, 2002) méta routines (Adler et al., 1999) ou elles ont l'aptitude à créer ou modifier les routines (Zollo et Winter, 2002; Zahra et al., 2006). Dans cette optique, Wilhelm et al. (2015) montrent que les capacités dynamiques permettent d'améliorer l'efficacité des routines organisationnelles. « Des *procédures standardisées pour changer les routines existantes et pour en créer des nouvelles* » (Adler et al., 1999) afin de s'adapter aux changements de l'environnement (Knott, 2001). Les capacités dynamiques vont donc être à l'origine de best-practices c'est-à-dire des moyens efficaces de mettre en œuvre les activités organisationnelles (Eisenhardt et Martin, 2000).

Elles permettent le changement et le renouvellement organisationnel (D'Adderio, 2008; Feldman, 2000; Feldman & Pentland, 2003 & 2008; Pentland & Feldman, 2005) en favorisant l'innovation (Adler et al., 1999; Barki et Pinsonneault, 2005), la création des nouvelles compétences (Transfield et Smith, 1998; Miner et al., 2001) et le changement des règles organisationnelles (Beck et Brüderl, 2008).

Eisenhardt et Martin (2000) et Zollo et Winter (2002) soulignent l'idée que les capacités dynamiques se forment à travers des mécanismes d'apprentissage. Dans ce sens, Winter (2003) suggère que les capacités dynamiques correspondent aux taux de changements des capacités ordinaires (Winter 2003, Menon, 2008).

Notre recherche nous a permis de mettre en place le schéma suivant qui présente la relation entre les ressources, les routines, capacités organisationnelles et capacités dynamiques.

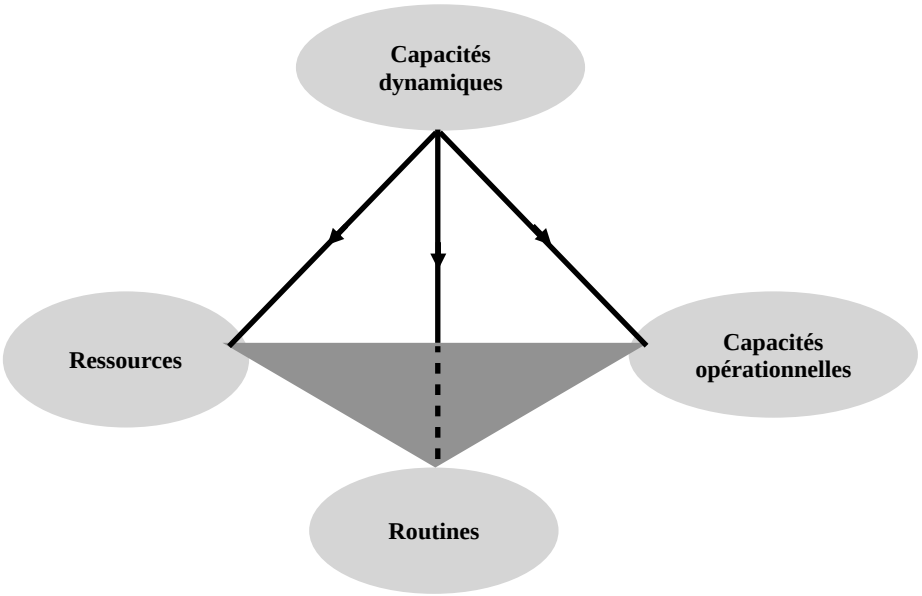


Fig. 2. L'influence des capacités dynamiques sur le fonctionnement de l'organisation

En définitive, nous pouvons retenir que la capacité dynamique est l'habilité du processus managérial dont le rôle est de transformer, créer ou renouveler des connaissances, compétences et routines ainsi que les processus organisationnels de l'organisation afin de s'adapter aux éventuels changements de l'environnement et de créer un éco-système favorable à la création de la valeur ajoutée et par conséquent permet d'avoir des avantages concurrentiels durables.

4 DÉPLOIEMENT DES CAPACITÉS DYNAMIQUES ET CADRE THÉORIQUE DE LA RECHERCHE

4.1 LE DÉPLOIEMENT DES CAPACITÉS DYNAMIQUES

Plusieurs modèles ont été proposés pour expliquer le déploiement des capacités dynamiques (Helfat et Peteraf, 2003; Teece, 2007; Sirmon et al., 2007; Mitchell et al., 2007; Narayanan et al., 2009).

Collis (1994) est l'un des premiers auteurs qui a proposé une classification. Il présente quatre niveaux: la détection des ressources disponibles, transformation des ressources, développement et extension des ressources. Le quatrième niveau est ce que Collis présente comme « *meta-capabilities* »: c'est en relation avec la capacité d'apprendre à apprendre.

Eisenhardt et Martin (2000) distinguent différents rôles de capacités dynamiques: intégrer les ressources, reconfigurer les ressources et acquérir et utiliser les ressources.

Teece (2007) [2] présentent trois types de capacités dynamiques:

- **Détection (sensing):** activité d'apprentissage, de création, d'interprétation et de veille.
- **Mobilisation (seizing):** l'habilitation de l'entreprise à apprendre et à intégrer de nouvelles ressources.
- **Renouvellement (transforming):** c'est la capacité d'une entreprises à reconfigurer ses ressources pour s'adapter continuellement à son environnement changeant.

Tout au long de notre recherche, nous avons adopté le classement de Teece (2007). Il permet de prendre en compte du processus de l'amont à la concrétisation du changement.

[2] They are further seen as the enterprises 'capacities to: sense and shape opportunities, seize opportunities, redeploy and reconfigure (create, extend and modify) their resource base (Teece, 2007)

4.2 LA CONSTRUCTION D'UNE ÉCHELLE DE MESURE DE LA CAPACITÉ DYNAMIQUE

De nombreux auteurs ont travaillé sur la capacité dynamique, mais peu ont essayé de créer une mesure de ce concept. Cette recherche a pour objet de créer une échelle permettant de mesurer la capacité dynamique des entreprises.

Dans cette partie, nous allons détailler chaque sous-éléments de la capacité dynamique en se basant sur les travaux de Teece (2007).

Nous avons étudié des articles qui se basent sur des analyses bibliographiques mais surtout celles qui ont mis en place des études de cas et qui ont pris comme références les travaux de Teece (2007). Ces travaux sont:

- Pavlou et El Sawy, (2011), qui a réalisé une étude auprès de 180 responsables d'unités de développement de nouveaux produits.
- Kuuluvainen (2012): Étude de cas unique de la croissance à l'international d'une PME finlandaise.
- Adeniran et Johnston (2012): Étude réalisée auprès de PME.
- Nedzinkas et al. (2013): Étude réalisée auprès de 360 PME en Lituanie (150 employés et 20 ans d'existence max).
- Danneels (2016): Étude réalisée auprès de 154 entreprises manufacturières Américaines dont l'âge moyen est 34,8 ans.
- Foleu L., et J. St Pierre (2020): étude réalisée après de 6 PME ago-industrielle.

Dans la suite de ce paragraphe, nous allons regrouper les résultats obtenus dans chaque étape de la capacité dynamique.

4.2.1 DÉTECTION

- INNOVATION / CRÉATIVITÉ

Lors de cette étape, nous avons identifié les domaines suivants:

L'étape de détection d'une nouvelle opportunité est étroitement liée aux capacités d'innovation et de créativité ou de recherche de nouvelles idées (Teece, 2007, Kuuluvainen, 2012). Cela peut être aussi en, relation avec des activités de recherches (Teece, 2007). Cantonnet, Aldasoro et Cilleruelo (2015) notent que beaucoup de PME recourent à l'achat de produits auprès des concurrents pour essayer d'obtenir des informations et des nouvelles idées par l'intermédiaire de l'équipe de vente. Kuuluvainen (2012) a observé que les dirigeants de l'entreprise finlandaise qu'il a étudiée recueillaient leurs informations principalement auprès de sources informelles (échanges avec les clients, les employés, etc.). Groom et David (2001) avaient montré que la majorité des PME (61 %) de leur échantillon préférait utiliser les clients comme source d'information au lieu d'Internet, des publications, des employés et des experts du domaine d'activités.

A ce niveau, Teece (2007) montre le risque encouru par l'entreprise si les fonctions de création et d'analyse sont laissées entre les mains d'un seul individu. Cela signifie que la créativité et l'innovation doit être l'affaire d'un groupe.

- STRATÉGIE

La veille stratégique est essentielle pour définir de nouvelles opportunités. Cela peut se faire grâce à des études de marché (Kuuluvainen, 2012; Pavlou et El Sawy, (2011); Adeniran et Johnston, 2012, Ellonen et al., 2011; Kuuluvainen, 2012; Pavlou et El Sawy, (2011); Adeniran et Johnston, 2012, Foleu L., et J. St Pierre (2020); à l'identification des besoins non satisfaits de la clientèle (Teece 2007; Woldesenbet et al., 2012; Nedzinkas et al., 2013; Foleu L., et J. St Pierre, 2020), ou le suivi des activités des concurrents. (Nedzinskas et al. 2013; Nedzinkas et al., 2013).

Nous savons l'importance du diagnostic stratégique dans le processus de mise en place d'une stratégie. Même en cas de turbulence, l'équipe de direction doit mettre en place une analyse de son environnement. Teece (2007) précise que pour identifier et façonner les opportunités, les entreprises doivent constamment explorer, analyser les technologies et les marchés locaux et distants.

Plusieurs auteurs mettent l'accent sur la cohérence entre la stratégie et le futur objectif ou opportunité. Cette cohérence est nécessaire pour motivation du personnel et leur adhésion à l'objectif.

Danneels (2016) présente le cas du développement de l'entreprise vers un nouveau marché. Dans ce cas, l'entreprise peut se développer en tirant parti de sa réputation de sa marque ou de son l'image.

4.2.2 MOBILISATION

Lors de cette étape, plusieurs domaines sont mobilisés:

- LA STRATÉGIE

Teece (2007) et Adeniran et Johnston (2012) montrent l'importance de formuler une stratégie, ou de prendre une décision stratégique (Eisenhardt et Martin, 2000) dans la réussite de cette étape. Cette stratégie peut par exemple avoir l'objectif d'introduire de nouveaux produits/services (Adeniran et Johnston, 2012; Nedzinkas et al., 2013), de mettre en place des investissements dans la technologie (Teece, 2007; Kuuluvainen, 2012, Nedzinkas et al., 2013; Danneels, 2016), ou de mettre en place des investissements dans une nouvelle infrastructure (Danneels, 2016). Ces actions permettent à l'entreprise de s'engager dans une nouvelle voie afin de mettre en place le projet de changement.

- APPRENTISSAGE

Lors de l'étape de mobilisation, plusieurs études insistent sur l'importance de l'apprentissage afin d'améliorer des compétences techniques (Teece, 2007), l'acquisition, l'assimilation, la transformation et la valorisation des connaissances (Pavlou et El Sawy, 2011; Foleu L., et J. St Pierre, 2020), la diffusion des connaissances individuelles au groupe (Pavlou et El Sawy, 2011), l'adoption les nouvelles technologies (Adeniran et Johnston, 2012). Cet apprentissage peut être l'occasion de l'entreprise de s'ouvrir vers d'autres horizons en appliquant de nouvelles technologies et découvrir des technologies que l'entreprise n'a jamais utilisées (Danneels, 2016).

- INNOVATION

L'innovation et la créativité sont des pratiques qui permettent à l'entrepris de se développer et de rester dans la course des concurrents. Ces dernières années, l'accélération des changements technologiques et la réduction du cycle de vie des produits imposent aux entreprises la pratique de l'innovation. Les auteurs présentent l'importance de l'innovation qui peut être en relation avec le développement de produits (Eisenhardt et Martin, 2000), ou le développement de nouveaux concepts (Adeniran et Johnston, 2012), ou la volonté d'essayer des façons de faire nouvelles et innovantes (Adeniran et Johnston, 2012), ou le développement de nouveaux processus d'affaires (Drnevich et Kriauciunas, 2011). La collaboration avec des acteurs externes, notamment les fournisseurs, est un élément qui permet d'accroître la capacité d'innovation dans les PME (Freel, 2000; Rothwell et Dodgson, 1991).

- GESTION DE RESSOURCES HUMAINES

Quelques auteurs présentent l'importance des compétences humaines pour la réussite de cette étape. La réalisation du changement ne peut se concrétiser réellement qu'avec une implication totale de l'ensemble du personnel. La motivation du personnel est nécessaire mais pas suffisante. Leur savoir-faire doit être en mesure de mettre en place les actions du projet de changement. Pour accompagner cette étape, l'entreprise peut envisager le développement des compétences du personnel en interne (Kuuluvainen, 2012) sinon, elle peut chercher ces compétences sur le marché de l'emploi, donc procéder à leur recrutement (Danneels, 2016).

- MANAGEMENT

Le management touche plusieurs volets de l'entreprise. La mise en place d'un projet de changement doit forcément être suivie de près par les managers. L'engagement du personnel est une condition nécessaire pour la réussite des activités liées à cette étape (Teece, 2007). Les auteurs présentent l'habileté des managers à motiver les individus ou les équipes (Adeniran et Johnston, 2012). La définition du budget et le financement des activités (Kuuluvainen, 2012; Nedzinkas et al., 2013) sont aussi une garantie de réussite de cette étape. Le rôle du financement ou l'importance de l'accès au financement pour le développement des PME doit prendre une part importante dans la gestion des PME. Cet élément constitue l'un des enjeux majeurs au développement de ces entreprises (Dietsch et Mahieux, 2014).

Ce projet de changement peut prendre plusieurs formes, la mise en place de nouveaux produit ou la mise en œuvre de nouveaux processus de production (Danneels, 2016).

4.2.3 RENOUVELLEMENT

Lors de cette étape, les auteurs mobilisent quelques notions qui peuvent être regroupés dans les domaines suivants:

- MANAGEMENT

Le volet management reste un pilier pour la réussite de cette étape. Lors de cette étape, l'entreprise doit mettre en place des améliorations dans la technologie, les processus et le volume des activités afin de garantir la pérennisation des résultats obtenus lors des étapes précédentes. Ces éléments accroissent la complexité managériale. En l'absence d'une capacité organisationnelle adaptée aux changements encourus, l'entreprise va se retrouver dans une crise organisationnelle (Garengo et Bernardi, 2007). Les auteurs mettent l'accent sur la réorganisation des actifs (Teece, 2007), l'affectation de ressources aux tâches (Eisenhardt et Martin, 2000; Pavlou et El Sawy, 2011), la structuration des ressources (Sirmon et al., 2007), l'optimisation du processus de production (Foleu L., et J. St Pierre, 2020), la coordination (Pavlou et El Sawy, 2011) et la mise en place de nouvelles méthodes de gestion (Wilden et al., 2013). Tous ces opérations nécessitent un engagement fort des managers au niveau technique et aussi humain. Nedzinkas et al. (2013) présente l'importance du leadership pour la réussite de cette étape. Cette capacité a entrainé le personnel pour la réalisation de taches peut être un élément facilitateur pour mettre en place le projet.

- RH/ APPRENTISSAGE

Afin d'accompagner le changement et de réussir la mise en place des différentes actions, l'apprentissage et la capacité d'absorption et le développement de compétences sont des éléments indispensables. Le développement des entreprises, surtout en période de crise ou de turbulence, est lié à l'apprentissage individuel et organisationnel (Renard et St-Amant, 2003). Afin de réussir à reconfigurer ses ressources, l'entreprise doit réussir le management de connaissances (Belmondo et Sargis-Roussel, 2012) par: la création de compétences (Sirmon et al. 2007), par un processus de transfert de connaissance (Eisenhardt et Martin, 2000) ou par le renouvellement des routines (Teece, 2007). Plusieurs auteurs présentent l'importance de cette étape de la capacité dynamique (considérée comme des 'high routine ordre' (Teece, 2007) a mettre en place des routines (opérationnelles). Cela peut être en mettant en place des formations internes et externes (Foleu L., et J. St Pierre, 2020).

En cas de non-disponibilité de compétences en interne, l'entreprise doit procéder au recrutement (Foleu L., et J. St Pierre, 2020).

- STRATÉGIE / MARKETING

La pérennisation des résultats ne peut se confirmer sans la concrétisation du projet en réalité et la récolte des bénéfices. Cela peut être d'ordre organisationnelle, financière,... etc. L'objectif de cette étape peut être de réussir le lancement de nouveaux produit ou l'amélioration et la modification de produits /service existants (Kuuluvainen, 2012; Foleu L., et J. St Pierre, 2020). Le marketing et les stratégies de commercialisation permettent à l'entreprise de prendre des parts de marché et par conséquence réussir sa mission.

La figure 3 présente un résumé de l'importance de chaque domaine pour chaque étape du déploiement de la capacité dynamique. Ce sera la base du développement de notre cadre théorique.

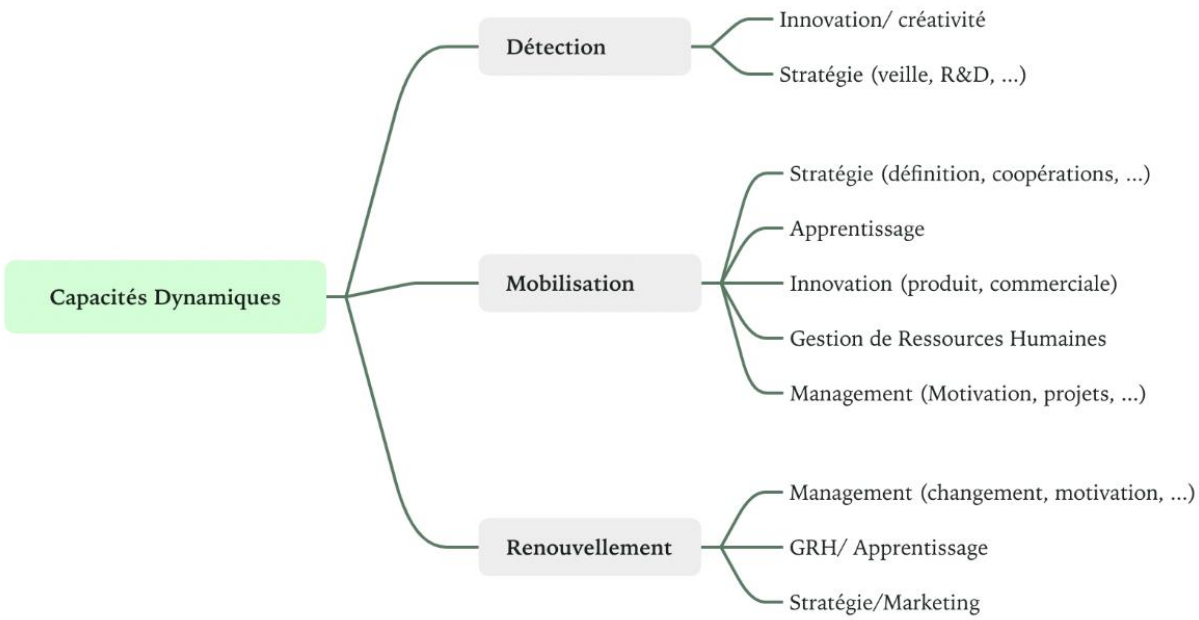


Fig. 3. Dimensions et composition de la capacité dynamique dans cette recherche

5 METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Méthodologie de recherche traduit comment les données empiriques seront collectées et analysées (Robson, 2011). Elle peut être quantitative, qualitative ou mixte (Creswell, 2014).

La présente recherche repose sur une approche qualitative pour comprendre le mécanisme de mise en place de la capacité dynamique dans le cas de PME. Nous spécifions dans les paragraphes ci-dessous la constitution de l'échantillon de l'étude, la procédure de recueil de données ainsi que l'opérationnalisation des différentes variables.

Nous avons formulé nos questions d'une manière claire et sans ambiguïté en optant pour des échelles de mesure de type Likert. Pour chaque élément, nous leur présentons une affirmation sur la pratique.

Exemples d'affirmation:

1. Vous avez mis en place des systèmes pour recevoir les idées et les suggestions de l'ensemble du personnel.
2. Vous organisez des formations dans le but de développer les compétences (ou connaissances) nécessaires pour répondre aux besoins futurs de l'entreprise.

Les répondants doivent mentionner leur niveau d'accord ou de désaccord: 1 indique leur désaccord total et 5 leur accord total.

Après avoir effectué une revue de littérature sur les capacités dynamiques, nous avons construit notre guide d'entretien basé sur nos résultats de recherche résumé en figure 3. Notre objectif était axé essentiellement sur l'existence des éléments et de sous éléments des différentes phases de mise en place de la capacité dynamique.

5.1 CONSTITUTION DU QUESTIONNAIRE

En se basant sur nos résultats résumé en figure 3, ces affirmations peuvent aussi être regroupé selon les domaines suivants: stratégie, apprentissage, innovation/créativité, management et RH.

Notre questionnaire est composé de 76 situations regroupées en 20 rubriques en relation avec les cinq domaines.

La figure 4 présente cette répartition.

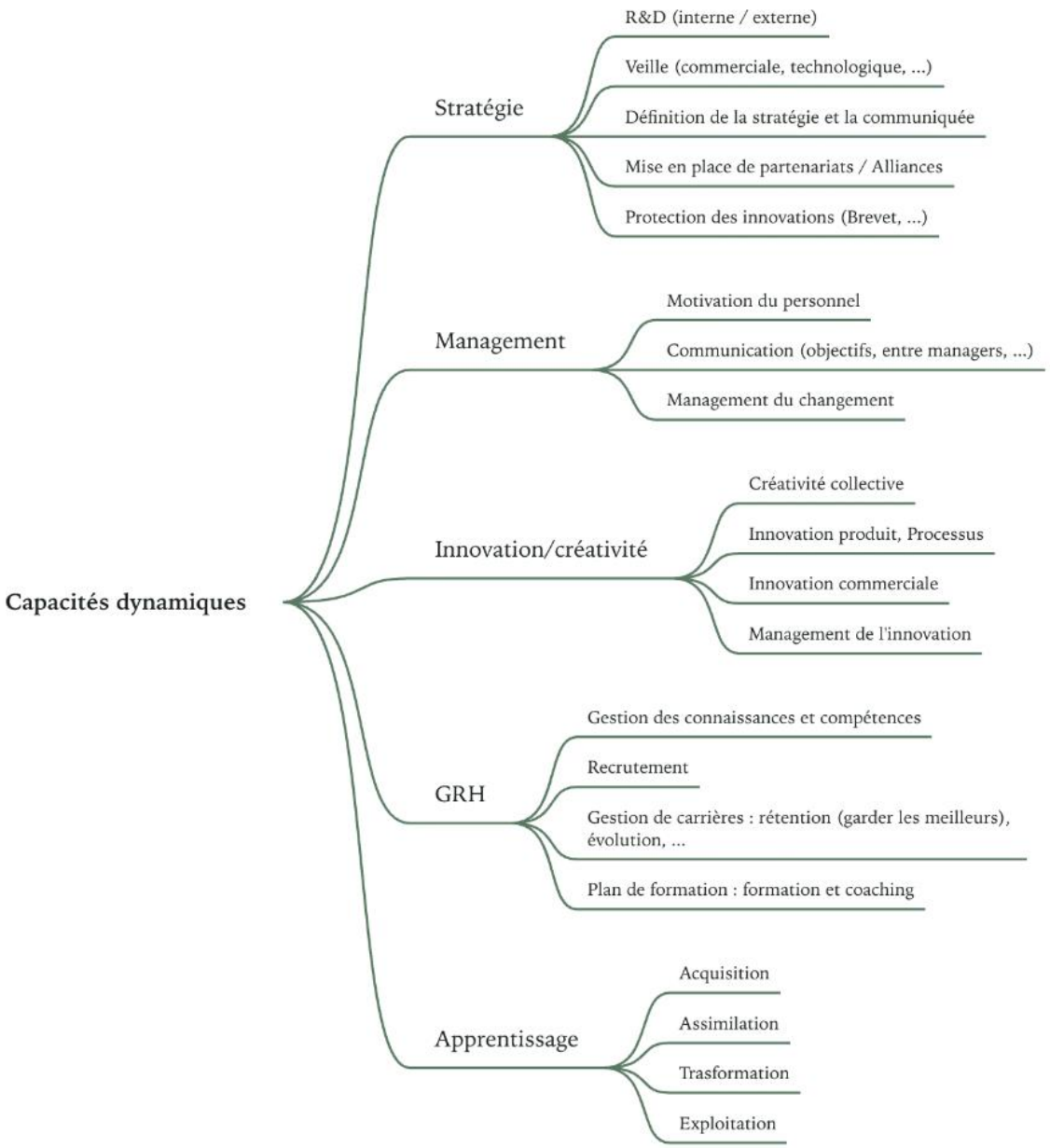


Fig. 4. Rubriques de notre questionnaire

5.2 LA CONSTITUTION DE L'ÉCHANTILLONNAGE

Notre échantillon se compose de PME industrielles, qui ont réussi lors de la crise Covid19 à continuer à produire. Ces entreprises ont réussi à améliorer ou à changer ou à innover leurs produits ou leur organisation ou processus.

Nous avons identifié 15 établissements répartis entre: la ville de Tanger (8), Larache (6) et Ksar Kbir (1).

5.3 PROCÉDURE DE COLLECTE DE DONNÉES

Pour les 15 PME, nous avons rencontré et interviewé le gérant qui est souvent le propriétaire (ou co-propriétaire). Les entrevues structurées ont été réalisées en face à face.

Le chercheur posait les questions (suivant l'ordre) et le dirigeant répondait en complétant le formulaire. Les questions et les réponses étaient accompagnées d'explications verbales. À la fin de l'entrevue, le chercheur récupérait l'exemplaire rempli par le dirigeant. La durée moyenne est de 43mn.

Cependant, on doit préciser que la majorité des entretiens ont été réalisée en français et en arabe car plusieurs industriels ne maîtrisent pas la langue française.

6 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats de notre enquête.

Il est important de noter que tous les dirigeants que nous avons rencontrés sont des hommes avec un âge moyen de 56,4 ans.

Pour la majorité des PME, la crise était une période difficile. 73,33% des PME de notre échantillon ont été négativement touché par cette crise au niveau économique.

6.1 PERCEPTIONS DES DIRIGEANTS DES PME RELATIVES AUX SOUS-ÉLÉMENTS DES CAPACITÉS DYNAMIQUES

Lors des entretiens avec les directeurs de PME, nous leur avons demandé de répondre à notre questionnaire composés de 76 situations. Ils répondent par une note de 1 à 5 selon leur niveau d'accord avec les différentes affirmations en relation avec les capacités dynamiques. Les résultats sont résumés en tableau 1.

Tableau 1. Résultat de notre enquête auprès des PME

Sous-éléments de CD	*Items*	*Note/5*	*Note/5*
Stratégie	R&D (interne / externe)	1,904	2,0389
	Veille (commerciale, technologique,...)	3,174	
	Définition de la stratégie et la communiquée	2,133	
	Mise en place de partenariats / Alliances	1,983	
	Protection des innovations (Brevet,...)	1,000	
Management	Motivation du personnel	3,209	3,1993
	Communication (objectifs, entre managers,...)	3,403	
	Management du changement	2,986	
Innovation/créativité	Créativité collective	1,713	2,3742
	Innovation produit, Processus (organisationnelle)	3,169	
	Innovation commerciale	2,760	
	Management de l'innovation	1,855	
GRH	Gestion des connaissances et compétences	2,176	2,2864
	Recrutement	2,610	
	Gestion de carrières: rétention (garder les meilleurs), évolution,...	2,043	
	Plan de formation: formation et coaching	2,317	
Apprentissage	Acquisition	3,220	2,6491
	Assimilation	2,619	
	Transformation	2,391	
	Exploitation	2,367	

Le tableau 1 confirme nos résultats précédents qui prouvent que notre échantillon de PME appliquent les capacités dynamiques. Toutes les notes du tableau 1 sont strictement supérieur à 1 sauf « la protection des innovations par les brevets ou autres ». Les répondants n'ont déposé aucun brevet lors de la période concernée par notre enquête.

Au niveau du management, la moyenne est de 3,1993 (>3). C'est une des points qui permettent à ces entreprises de se développer et de prendre des parts de marché. En revanche, les PME ont des lacunes (d'importances variables) sur tous les autres domaines à savoir la stratégie, l'innovation/créativité, GRH et l'apprentissage.

La figure 3 montre que les domaines ne sont pas présent à chaque étape du déploiement de la capacité dynamique. Une analyse plus fine permettra de définir le niveau réel de ces domaines lors de chaque étape du déploiement.

Dans la suite, nous allons étudier la variation du niveau d'importance de ces domaines pour chaque élément de la capacité dynamique.

6.2 ANALYSE PAR ÉLÉMENT DE LA CAPACITÉ DYNAMIQUE

6.2.1 DÉTECTION

Lors de cette phase, deux domaines ont été identifié: stratégie et innovation. Le tableau 2 présente les items ainsi que les notes obtenues.

Tableau 2. Résultat relatif à la phase détection

Domaine	*Items*	*Note/5*	*Note domaine /5*
Stratégie	R&D (interne / externe)	1,904	2,539
	Veille (commerciale, technologique,...)	3,174	
Innovation/créativité	Créativité collective	1,713	2,547
	Innovation produit, Processus	3,169	
	Innovation commerciale	2,760	

Selon ces résultats, lors de la phase de détection, les PME donnent de l'importance à la veille concurrentielle, technologique et commerciale. Pour eux, la garantie de la survie de l'entreprise passe par la veille. Cette importance est exprimé par des mots: vitale, essentielle, importante,...

L'innovation produit et processus était aussi un élément important pour le développement de ces entreprises et de s'adapter aux perturbations causées par la crise covid 19. La majorité d'entre-elles ont mis en place soit un nouveau produit, soit un nouveau processus soit les deux.

Il est important de préciser que la majorité des PME locale (ou nationale) ont mis en place des innovations commerciales. Les PME internationales (qui sont gérés par des groupes internationaux) étaient moins réactives dans ce sens. Cela est dû, d'après les directeurs que nous avons rencontrés, à la décision centrale du groupe, aux difficultés de circulations de la matière première et des produits finis en dehors des frontières.

En revanche, rare les PME qui ont un responsable R&D (une seule PME). Deux entreprises ont mis en place une activité en relation avec la R&D en interne.

Même constat pour la créativité collective. Cela a consisté à un brainstorming d'idée afin de résoudre un problème. Ces entreprises ont l'habitude de cette démarche pour résoudre leurs problèmes quotidiens et mettre en place un processus d'amélioration continue. La majorité des innovations sont basées sur la créativité de l'équipe de direction ou du directeur de la PME.

6.2.2 MOBILISATION

Lors de cette phase, cinq domaines ont été identifié au niveau de notre recherche bibliographique: stratégie, management, Innovation/créativité, GRH et apprentissage.

Le tableau 3 présente les items ainsi que les notes obtenues.

Tableau 3. Résultat relatif à la phase mobilisation

Domaine	*Items*	*Note/5*	*Note domaine /5*
Stratégie	Définition de la stratégie et la communiquée	2,133	2,033
	Mise en place de partenariats / Alliances	1,933	
Management	Motivation du personnel	3,209	3,199
	Communication (objectifs, entre managers,...)	3,403	
	Management du changement	2,986	
Innovation/créativité	Management de l'innovation	1,855	1,855
GRH	Gestion des connaissances et compétences	2,176	2,110
	Gestion de carrières: rétention (garder les meilleurs), évolution,...	2,043	
Apprentissage	Acquisition	3,220	2,919
	Assimilation	2,619	

Notre enquête montre que les PME ont un niveau acceptable au niveau "management". Elles mettent en place un plan de communication: formel (réunion, affiches,...) et/ou informelle. La proximité entre les directeurs et l'ensemble du personnel permet de mettre en place des mécanismes de motivation qui répondent aux besoins du personnel.

Les directeurs mettent en place plusieurs actions afin d'accompagner les changements. Dans la majorité des cas, ils ont déclaré que leur personnel n'a pas exprimé de résistance face aux différentes actions. Ils ajoutent que la période en question peut être considérer comme une situation particulière. Plusieurs changements ont été mises en place en relation avec les contraintes sanitaires: transport, vestiaires, au niveau des éloignements physiques entre le personnel dans les lignes, au moment des repas,... Cela a mis le personnel dans un état de compréhension de la nécessité des changements a par conséquent leur acceptation. Le middle management a joué un rôle primordial pour mettre en place les différents changements et amélioration soit en relation avec les exigences sanitaire ou en relation avec les projets de développement (produit, processus).

N.B. Nous avons aussi validé auprès des directeurs que ces changements et améliorations sont toujours en place (sauf celles en relation avec les contraintes sanitaires comme l'éloignement entre le personnel).

La proximité entre les responsables et le personnel et la fréquence de l'échange ont permis aussi le développement de l'apprentissage (individuel dans un premier temps). Dans la majorité des cas, les directeurs ont déclaré qu'il suffisait de quelques explications pour que les techniciens s'adaptent à ce qu'on leur demande. Cela se faisait souvent à côté du poste de travail.

Lors de cette période, les actions de formation ou de coaching n'ont pas été programmées. Les formations ou le coaching étaient piloté par les middle managers d'une manière spontanée et non planifiée.

Les directeurs déclarent avoir une stratégie pour pouvoir continuer à travailler. Cette stratégie était non communiquée à l'ensemble du personnel. Souvent partagée entre les cadres et les personnes proches de cercle de décision. Cela est dû, d'après des directeurs, à l'urgence de la situation, à la quantité d'information sur le covid, aux changements des directives des autorités,...

Pour mettre en place leur plan, les directeurs ne mettent pas de partenariats. Les rares partenariats étaient avec les fournisseurs lors de développement de nouvelles machines ou de nouveaux outillages.

Nous avons remarqué aussi l'absence du management de l'innovation. Les deux entreprises qui l'ont mis en place ont réussi par la suite de mettre en place un service d'innovation.

6.2.3 RENOUVELLEMENT

Lors de cette phase, trois domaines ont été identifié: stratégie, management, GRH et apprentissage.

Le tableau 4 présente les items ainsi que les notes obtenues.

Tableau 4. Résultat relatif à la phase renouvellement

Domaine	*Items*	*Note/5*	*Note domaine /5*
Management	Management du changement	2,344	2,344
GRH Apprentissage	Recrutement	2,610	2,346
	Gestion de carrières: rétention (garder les meilleurs), évolution,...	2,043	
	Plan de formation: formation et coaching	2,317	
	Transformation	2,391	
	Exploitation	2,367	
Stratégie	Mise en place de partenariats / Alliances	1,983	0,992
	Protection des innovations (Brevet,...)	1,000	

Cette phase a pour objectif la pérennisation des actions mises en place lors des deux phases précédentes et le développement de routines opérationnelles.

Les PME que nous avons enquêté sont conscient de l'importance du management du changement. En revanche, ils ne mettent pas les différentes actions qui le permettent notamment l'explication des raisons de chaque changement, l'accompagnement du personnel, le suivi de l'impact du changement sur le personnel,...

L'apprentissage reste un élément essentiel de la capacité dynamique. Plusieurs auteurs montrent que la capacité dynamique réside dans la capacité d'absorption. Nous avons remarqué que lors de la période covid19, l'apprentissage n'était plus un élément stratégique de l'entreprise. Donc, rare sont les actions qui ont été mise en place dans ce sens. Il a été remplacé, sur le terrain, par l'entre-aide entre le personnel et leur chef direct. Quelques directeurs, à la base d'une formation technique, ont participé à l'amélioration et la mise en place des actions. Ils ont déclaré qu'ils organisaient des rencontres pour donner « un coup de pouce » à leur personnel.

La mise en place d'alliance ou la protection des innovations ne sont pas des actions stratégiques des directeurs des PME. Ces actions sont en relation avec la culture de l'entreprise. La protection des innovations, en période de crise ou non, dépend de la culture de l'organisation. Plusieurs PME de notre échantillon nous ont confirmé qu'ils ont développé des produits innovants. Ces produits ont été copié par la concurrence peu de temps après leur mise sur le marché. Malgré cela, ils ne trouvent pas nécessaire de procéder à la protection de leur innovation (à cause des difficultés de poursuites judiciaires,...).

7 CONCLUSION

Ce travail de recherche a pour objectif de comprendre le niveau des capacités dynamiques dans les PME. Nous nous sommes basés sur les travaux de Teece (2007) pour définir les éléments de la capacité dynamique: détection, mobilisation et renouvellement. Nos questions de recherche étaient en relation avec ces trois éléments.

Notre recherche contribue ainsi à la compréhension de la mise en place des capacités dynamiques. Cette validité peut être considérée au sens de Lee et Bakersville (2003) comme la validité d'une théorie dans un contexte autre que celui dans lequel elle a été initialement empiriquement testée et confirmée.

Nous aimerions souligner certaines particularités de ce travail sur le plan méthodologique et qui contribuent à son originalité, notamment le caractère global de l'analyse. Cette recherche porte sur l'ensemble des activités des PME. Une telle portée de l'étude favorise une meilleure perception de la contribution des capacités dynamiques à la croissance globale de l'entreprise. Or, dans la littérature, quelques études se sont limitées à quelques activités ou fonctions de l'entreprise: internationalisation de l'entreprise (Kuuluvainen, 2012), développement de nouveaux produits (Pavlou et El Sawy, 2011), marketing et recherche-développement (Danneels, 2016). Ces travaux tendent à faire des capacités dynamiques un concept unifonctionnel. Pourtant, il s'agit d'un concept global mise en place par le top management. (Teece, 2007)

Nos résultats montrent que les PME mettent en place des capacités dynamiques pour la gestion des situations de turbulences.

Cette recherche identifie une série de pratiques associées à chaque capacité dynamique. Cette conceptualisation permet d'apporter plus d'éclairage sur la pratique managériale quotidienne de la capacité dynamique des PME. Le répertoire de pratiques apporte des précisions sur les processus liés aux capacités dynamiques; cela réduit les imprécisions existant dans la littérature et facilite la comparaison avec les autres travaux.

Ensuite, nous avons défini les sous-éléments que nous avons regroupés en cinq domaines: stratégie, management, Innovation/créativité, GRH et apprentissage.

Cette approche nous a montré que même si les PME appliquent les capacités dynamiques, ils ont encore de marges de progression sur les différents domaines qui la compose. Le développement de la R&D en interne ou en partenariat avec les fournisseurs, les clients ou les universités peut-être un élément important dans leur développement.

Il est important aussi pour le développement des entreprises de développer la créativité et l'innovation surtout au niveau collectif. La créativité n'est plus l'affaire d'une personne ou le fruit du hasard. C'est une pratique qui repose sur l'application de règles et méthode afin de garantir l'efficacité au niveau temps et aussi la qualité des idées.

Nous avons aussi pu valider que les dirigeants jouent un rôle clé dans le déploiement des capacités dynamiques. Ils sont à l'initiative de la majorité des décisions de leur entreprise. Même si cela est attendu vu que quelques entreprises de notre échantillon sont des PME familiale (le dirigeant est aussi le propriétaire (ou le co-propriétaire)), cela rejoint les résultats de Teece (2012). Dans ce sens, Bititci et al. (2011) ont observé que dans les PME, l'exécution et la maturité du système de gestion sont influencées par les capacités (la perception, la cognition et la rationalité limitée) du dirigeant qui l'organise.

Ce qui précède montre que le développement de l'entreprise au niveau de la stratégie, le management (management de projet, management du changement), l'innovation et la créativité, le GRH et le développement de l'apprentissage, ne peut que renforcer les capacités dynamiques d'une organisation.

REMERCIEMENTS

Ce travail fait partie des projets financés par la CNRST dans le cadre du Programme de Soutien à la Recherche Scientifique en Sciences Humaines, Sociales et Economiques. Nous tenons à les remercier pour leurs soutiens.

REFERENCES

[1] Adler, P. S., Goldoftas, B., & Levine, D. I. (1999). Flexibility versus efficiency? A case study of model changeovers in the Toyota production system. *Organization science, 10* (1), 43-68.

[2] Adner, R., & Helfat, C. E. (2003). Corporate effects and dynamic managerial capabilities. *Strategic management journal, 24* (10), 1011-1025.

[3] Alphonse-Tilloy, I., & Altintas, G. (2018). Processus de formation d'une capacité dynamique: le cas d'une petite entreprise internationale 1. *Revue internationale PME, 31* (1), 23-58.

[4] Altintas, G. (2015). Le rôle des capacités dynamiques dans la création et le renforcement d'une compétence organisationnelle: le cas d'un tour-opérateur géré par des dirigeants-actionnaires. *Management international, 20* (1), 38-51.

[5] St-Amant, G., & Renard, L. (2004, June). Proposition d'un modèle de gestion du développement des capacités organisationnelles. In *XIIième Conférence de l'Association (AIMS), Vallée de Seine* (pp. 2-4).

[6] Ambrosini, V., & Bowman, C. (2009). What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management?. *International journal of management reviews, 11* (1), 29-49.

[7] Amit, R., & Schoemaker, P. J. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic management journal, 14* (1), 33-46.

[8] Ansoff, H. I. (1975). Managing strategic surprise by response to weak signals. *California management review, 18* (2), 21-33.

[9] Arregle, J. L., Cauvin, E., & Ghertman, M. (2000). Les nouvelles approches de la gestion des organisations (No. hal-02297998).

[10] Augier, M., & Teece, D. J. (2008). Strategy as evolution with design: The foundations of dynamic capabilities and the role of managers in the economic system. *Organization studies, 29* (8-9), 1187-1208.

[11] Barreto, I. (2010). Dynamic capabilities: A review of past research and an agenda for the future. *Journal of management, 36* (1), 256-280.

[12] Belmondo, C., & Roussel*, C. S. (2012). Apprendre à apprendre: une perspective intégrative de l'émergence des routines d'apprentissage. *Systèmes d'information et management, 17* (3), 71-110.

[13] Beck, N., Brüderl, J., & Woywode, M. (2008). Momentum or deceleration? Theoretical and methodological reflections on the analysis of organizational change. *Academy of Management Journal, 51* (3), 413-435.

[14] Bititci, U. S., Ackermann, F., Ates, A., Davies, J. D., Gibb, S., MacBryde, J.,... & Shafti, F. (2011). Managerial processes: an operations management perspective towards dynamic capabilities. *Production Planning and Control, 22* (2), 157-173.

[15] Bruque, S., & Moyano, J. (2007). Organisational determinants of information technology adoption and implementation in SMEs: The case of family and cooperative firms. *Technovation, 27* (5), 241-253.

[16] Cantonnet, M. L., Aldasoro, J. C., & Cilleruelo, E. (2015). Analysis of the competitive intelligence activities of small and medium-sized enterprises from the industrial sector. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 25* (6), 646-658.

[17] Collis, D. J. (1994). Research note: how valuable are organizational capabilities?. *Strategic management journal, 15* (S1), 143-152.

[18] Camisón, C., & Forés, B. (2015). Is tourism firm competitiveness driven by different internal or external specific factors?: New empirical evidence from Spain. *Tourism Management, 48,* 477-499.

[19] Cetindamar, D., & Kilitcioglu, H. (2013). Measuring the competitiveness of a firm for an award system. *Competitiveness Review: An International Business Journal*.

[20] Creswell, J. W. (2014). A concise introduction to mixed methods research. SAGE publications.

[21] D'adderio, L. (2008). The performativity of routines: Theorising the influence of artefacts and distributed agencies on routines dynamics. *Research policy, 37* (5), 769-789.

[22] Danneels, E. (2004). Disruptive technology reconsidered: A critique and research agenda. *Journal of product innovation management, 21* (4), 246-258.

[23] Danneels, E. (2016). Survey measures of first-and second-order competences. *Strategic Management Journal, 37* (10), 2174-2188.

[24] Donada, C., & Attias, D. (2015). Food for thought: which organisation and ecosystem governance to boost radical innovation in the electromobility 2.0 industry?. *International Journal of Automotive Technology and Management, 15* (2), 105-125.

[25] Dosi, G., Faillo, M., & Marengo, L. (2008). Organizational capabilities, patterns of knowledge accumulation and governance structures in business firms: an introduction. *Organization studies, 29* (8-9), 1165-1185.Drnevich, P. L., & Kriauciunas, A. P. (2011). Clarifying the conditions and limits of the contributions of ordinary and dynamic capabilities to relative firm performance. *Strategic management journal, 32* (3), 254-279.

[26] Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review, 14* (4), 532-550.

[27] Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: what are they?. *Strategic management journal, 21* (10-11), 1105-1121.

[28] Ellonen, H. K., Jantunen, A., & Kuivalainen, O. (2011). The role of dynamic capabilities in developing innovation-related capabilities. *International Journal of Innovation Management, 15* (03), 459-478.

[29] Feldman, M. S. (2000). Organizational routines as a source of continuous change. *Organization science, 11* (6), 611-629.

[30] Feldman, M. S., & Pentland, B. T. (2003). Reconceptualizing organizational routines as a source of flexibility and change. *Administrative science quarterly, 48* (1), 94-118.

[31] Feldman, M. S., & Pentland, B. T. (2008). Issues in empirical field studies of organizational routines. *Handbook of organizational routines, 281,* 300.

[32] Forsman, H. (2011). Innovation capacity and innovation development in small enterprises. A comparison between the manufacturing and service sectors. *Research policy, 40* (5), 739-750.

[33] Freel, M. S. (2000). Barriers to product innovation in small manufacturing firms. *International Small Business Journal, 18* (2), 60-80.

[34] Gallois, L. (2012). Pacte pour la compétitivité de l'industrie française, rapport au Premier ministre, 5 novembre. Disponible sur https://www.entreprises. gouv. fr/files/files/directions_services/politique-et-enjeux/simplifications/rapport-louis-gallois-competitivite. pdf.

[35] Hdidou, W., & Abbad, H. (2018). Le déploiement des capacités dynamiques dans la prestation logistique-Le cas d'un PSL marocain. *Revue française de gestion, 44* (277), 77-92.

[36] Helfat, C. E., & Peteraf, M. A. (2003). The dynamic resource-based view: Capability lifecycles. *Strategic management journal, 24* (10), 997-1010.

[37] Helfat, C. E., & Martin, J. A. (2015). Dynamic managerial capabilities: Review and assessment of managerial impact on strategic change. *Journal of management, 41* (5), 1281-1312.

[38] Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative science quarterly,* 9-30.

[39] Knott, A. M. (2001). The dynamic value of hierarchy. *Management science, 47* (3), 430-448.

[40] Kogut, B., & Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization science, 3* (3), 383-397.

[41] Kuuluvainen, A. (2012). How to concretize dynamic capabilities? Theory and examples. *Journal of Strategy and management, 5* (4), 381-392.

[42] Grant, R. M., & Verona, G. (2015). What's holding back empirical research into organizational capabilities? Remedies for common problems. *Strategic Organization, 13* (1), 61-74.

[43] Langley, A. (1999). Strategies for theorizing from process data. *Academy of Management review, 24* (4), 691-710.

[44] Lafuente, E., Szerb, L., & Rideg, A. (2020). A system dynamics approach for assessing SMEs' competitiveness. *Journal of Small Business and Enterprise Development, 27* (4), 555-578.

[45] Labrouche, G. (2014). Les capacités dynamiques: un concept multidimensionnel en construction. In *Conférence de l'AIMS. Rennes*.

[46] Labrouche, G. (2016). Stratégie d'innovation et capacités dynamiques relationnelles: le cas de l'industrie pharmaceutique (Doctoral dissertation, Toulouse 1).

[47] Lee, A. S., & Baskerville, R. L. (2003). Generalizing generalizability in information systems research. *Information systems research, 14* (3), 221-243.

[48] Foleu Chimbonsou, L. (2018). *Capacités dynamiques et compétitive des PME manufacturières camerounaises* (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières: Université de Sherbrooke).

[49] Lubatkin, M. H., Simsek, Z., Ling, Y., & Veiga, J. F. (2006). Ambidexterity and performance in small-to medium-sized firms: The pivotal role of top management team behavioral integration. *Journal of management, 32* (5), 646-672.

[50] Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. sage.

[51] Miner, A. S., Bassof, P., & Moorman, C. (2001). Organizational improvisation and learning: A field study. *Administrative science quarterly, 46* (2), 304-337.

[52] Mitchell, R. K., Busenitz, L. W., Bird, B., Marie Gaglio, C., McMullen, J. S., Morse, E. A., & Smith, J. B. (2007). The central question in entrepreneurial cognition research 2007. *Entrepreneurship theory and practice, 31* (1), 1-27.

[53] Moliterno, T. P., & Wiersema, M. F. (2007). Firm performance, rent appropriation, and the strategic resource divestment capability. *Strategic Management Journal, 28* (11), 1065-1087.

[54] Man, T. W., Lau, T., & Chan, K. F. (2002). The competitiveness of small and medium enterprises: A conceptualization with focus on entrepreneurial competencies. *Journal of business venturing, 17* (2), 123-142.

[55] Madhok, A., & Marques, R. (2014). Towards an action-based perspective on firm competitiveness. *BRQ Business Research Quarterly, 17* (2), 77-81.

[56] Nedzinskas, Š., Pundzienė, A., Buožiūtė-Rafanavičienė, S., & Pilkienė, M. (2013). The impact of dynamic capabilities on SME performance in a volatile environment as moderated by organizational inertia. *Baltic Journal of Management, 8* (4), 376-396.

[57] Njogu S. A., Ngugi K. & Kennedy O. (2016). Influence of dynamic capabilities on performance of large manufacturing firms in Kenya. International Journal of Business Strategy, 2 (1), 106- 126.

[58] Narayanan, V. K., Yang, Y., & Zahra, S. A. (2009). Corporate venturing and value creation: A review and proposed framework. *Research policy, 38* (1), 58-76.

[59] Newey, L. R., & Zahra, S. A. (2009). The evolving firm: how dynamic and operating capabilities interact to enable entrepreneurship. *British Journal of Management, 20,* S81-S100.

[60] Ouyang, M., Feng, X., Han, X., Lu, L., Li, Z., & He, X. (2016). A dynamic capacity degradation model and its applications considering varying load for a large format Li-ion battery. *Applied energy, 165,* 48-59.

[61] Pablo, A. L., Reay, T., Dewald, J. R., & Casebeer, A. L. (2007). Identifying, enabling and managing dynamic capabilities in the public sector. *Journal of management studies, 44* (5), 687-708.

[62] Pavlou, P. A., & El Sawy, O. A. (2011). Understanding the elusive black box of dynamic capabilities. *Decision sciences, 42* (1), 239-273.

[63] Pentland, B. T., & Feldman, M. S. (2005). Organizational routines as a unit of analysis. *Industrial and corporate change, 14* (5), 793-815.

[64] Peng, D. X., Schroeder, R. G., & Shah, R. (2008). Linking routines to operations capabilities: A new perspective. *Journal of operations management, 26* (6), 730-748.

[65] Porter, M. E. (1980). Industry structure and competitive strategy: Keys to profitability. *Financial analysts journal, 36* (4), 30-41.

[66] Priem, R. L., & Butler, J. E. (2001). Is the resource-based »view» a useful perspective for strategic management research?. *Academy of management review, 26* (1), 22-40.

[67] Przybyl, B. (2014). Dynamic Capabilities in SMEs, the case of LeneBjerre Design A/S, MSc. International Marketing.

[68] Renard, L., & Saint-Amant, G. (2003). Capacité, capacité organisationnelle et capacité dynamique: une proposition de définitions. *Les cahiers du management technologique, 13* (1), 43-56.

[69] Rigaud E. (2007). Le concept des dynamic capabilities: voie de recherche féconde ou impasse théorique ?, AEGIS Le Libellio, 3 (5), 13-16.

[70] Rothwell, R., & Dodgson, M. (1991). External linkages and innovation in small and medium-sized enterprises. *R&d Management, 21* (2), 125-138.

[71] Schumpeter, J.A. 1912/1934: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Leipzig: Duncker & Humblot. English translation published in 1934 as The Theory of Economic Development. Cambridge, MA: Harvard University Press.
[72] Santos-Vijande, L., Sanzo-Pérez, M., Trespalacios Gutiérrez, J., & Rodríguez, N. (2012). Marketing capabilities development in small and medium enterprises: Implications for performance. *Journal of CENTRUM Cathedra: The Business and Economics Research Journal, 5* (1), 24-42.
[73] Sirmon, D. G., Hitt, M. A., & Ireland, R. D. (2007). Managing firm resources in dynamic environments to create value: Looking inside the black box. *Academy of management review, 32* (1), 273-292.
[74] Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic management journal, 18* (7), 509-533.
[75] Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic management journal, 28* (13), 1319-1350.
[76] Teece, D. J. (2012). Dynamic capabilities: Routines versus entrepreneurial action. *Journal of management studies, 49* (8), 1395-1401.
[77] Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long range planning, 51* (1), 40-49.
[78] Transfield et Smith, 1998.
[79] TSAPI, V., & GARANDI, A. A. (2020). Comprendre le phénomène des capacités dynamiques au sein des PME: des enseignements tirés du contexte camerounais. *Revue Internationale des Sciences de Gestion, 3* (3).
[80] Vickers, I., & North, D. (2000). Regional technology initiatives: Some insights from the English regions. *European Planning Studies, 8* (3), 301-318.
[81] Wang, Y., & Shi, X. (2011). Thrive, not just survive: Enhance dynamic capabilities of SMEs through IS competence. Journal of Systems and Information Technology, 13 (2), 200-222.
[82] Wang, C. L., & Ahmed, P. K. (2007). Dynamic capabilities: A review and research agenda. *International journal of management reviews, 9* (1), 31-51.
[83] Wilden, R., Gudergan, S. P., Nielsen, B. B., & Lings, I. (2013). Dynamic capabilities and performance: strategy, structure and environment. *Long range planning, 46* (1-2), 72-96.
[84] Williamson, O. E. (1999). Strategy research: governance and competence perspectives. *Strategic management journal, 20* (12), 1087-1108.
[85] Winter, S. G. (2003). Understanding dynamic capabilities. *Strategic management journal, 24* (10), 991-995.
[86] Woldesenbet, K., Ram, M., & Jones, T. (2012). Supplying large firms: The role of entrepreneurial and dynamic capabilities in small businesses. *International Small Business Journal, 30* (5), 493-512.
[87] Wu, L. Y. (2010). Applicability of the resource-based and dynamic-capability views under environmental volatility. *Journal of business research, 63* (1), 27-31.
[88] Yin, R. K. (2003). Designing case studies. *Qualitative research methods, 5* (14), 359-386.
[89] Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods (Vol. 5). sage.
[90] Zahra, S. A., Sapienza, H. J., & Davidsson, P. (2006). Entrepreneurship and dynamic capabilities: A review, model and research agenda. *Journal of Management studies, 43* (4), 917-955.
[91] Zeng, S. X., Xie, X. M., & Tam, C. M. (2010). Relationship between cooperation networks and innovation performance of SMEs. *Technovation, 30* (3), 181-194.
[92] Zhou, K. Z., & Wu, F. (2010). Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic management journal, 31* (5), 547-561.
[93] Zollo, M., & Winter, S. G. (2002). Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities. *Organization science, 13* (3), 339-351.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 654-670
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Programmation en C-sharp d'un logiciel d'enregistrement des parcelles au ministère des affaires foncières dans la ville de Lubumbashi/Haut-Katanga

[Programming in C-sharp of a land registration software for the ministry of land affairs in the city of Lubumbashi/Haut-Katanga]

KASONGO NYANGE Franck[1] and SOMBODI BIN SELEMANI Chris[2]

[1]Département des sciences Informatiques de gestion, ISC Lubumbashi, RD Congo

[2]Département des sciences commerciales et administratives et Informatique de gestion, ISP Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2023 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 objective of this paper was to develop a computer application that would allow the various agents of the cadastral division in the city of Lubumbashi and the Director of Land Affairs to register information about the various people who come to apply for land, to facilitate the consultation of information, etc. The application would facilitate the registration of information about the various people who come to apply for land, to facilitate the consultation of information, etc. This application would facilitate the registration of information relating to the various people who come to apply for land, facilitate the consultation of information, etc. This solution is of crucial importance, as it will allow us to avoid the problem of land conflicts which has become commonplace in the city of Lubumbashi. It will also allow the registrar of real estate titles to verify the different plots of land that are available without having to move and in real time.

KEYWORDS: Programming, C-sharp, land registration, software, Lubumbashi, Haut-Katanga.

RESUME: L'objectif du présent article a consisté à mettre au point une application informatique qui permettra aux différents agents de la division de cadastre dans la ville de Lubumbashi et au Directeur des Affaires Foncières. Ladite application faciliterait l'enregistrement des informations relatives aux diverses personnes qui viennent effectuer de demande de terre, faciliter la consultation des informations, etc. Cette solution est une importance cruciale, car elle nous permettra d'éviter le problème de conflit parcellaire qui est devenu une monnaie courante dans la ville de Lubumbashi. Elle pourra permettre aussi au conservateur des titres immobiliers de faire de vérifications sur les différents lotissements qui sont disponible sans se déplacer et en temps réel.

MOTS-CLEFS: Programmation, C-sharp, cadastre, logiciel, Lubumbashi, Haut-Katanga.

1 INTRODUCTION

En Cette période du 21ème siècle, les domaines de la vie Informatique tend à devenir partout. En effet grâce à l'informatique chacun peut désormais disposer d'un outil performant pour la réalisation d'un très grand nombre des tâches avec efficacité et entre peu de temps.

C'est dans ce cadre que nous avons voulu aider les dirigeants de la division provinciale de titres immobiliers/ Lubumbashi en mettant un programme informatique qui aidera d'enregistrer les différents dossiers relatifs aux parcelles, les chercheurs et

les décideurs en mettant en permanence des informations fiables sur les concessions parcellaires. Ainsi le présent travail donne une approche informatique de l'étude de la faisabilité d'une telle application.

2 PROBLEMATIQUE

La problématique est définie comme un ensemble de préoccupations que se fait le chercheur par rapport à son thème, ou encore un genre des questions qu'il se pose en fonction des objectifs de recherche[1].

Dès nos jours, acquérir une parcelle en toute légitimité sur l'étendue de la province du haut-Katanga est un risque à prendre parce que les conflits fonciers inondent le secteur foncier et nous nous retrouvons dans un conflit où l'Etat a du mal à assurer l'appartenance d'une parcelle à une et une seule personne.

Cela s'explique par le fait que:

- La banque de donnée foncière est gérée manuellement les informations sont gardées sur papier dans des fardes;
- La consultation de toutes les données se fait manuellement, ce qui induit aussi un sérieux problème de mise à jour et de perte de temps;
- Les imprimés de valeurs foncières ne sont pas sécurisés et font l'objet de plusieurs falsifications. En vue de faire face à tous ces problèmes, nous allons réfléchir autour de la question suivante:

  Quelle solution pourrions-nous mettre en place pour l'amélioration de la gestion des parcelles ?

3 MÉTHODOLOGIE

Pour toute recherche scientifique, quel que soit sa sphère d'application, son étendue ou son importance, il sied d'établir un protocole de conduite pouvant faire objet de la guidance de la thématique en étude jusqu'à l'obtention du rendu escompté. C'est la raison pour laquelle, pour ce qui notre thème, nous avons fait appel une méthode et une technique.

Pour ce qui concerne la méthode, nous avons choisi la méthode analytique, qui nous a permis par une démarche analytique de mettre en place une application informatique pouvant répondre à notre problématique et nous avons utilisé le Processus Unifie (UP) qui est un processus de développement logiciel utilisant UML (Unified Modeling Language) comme langage de modélisation facilitant ainsi la réalisation de cet article.

Pour ce qui concerne la technique, nous avons opté pour la technique de recherche documentaire, car c'est grâce à cette dernière que nous avons pu consulter un certain nombre des documents, notamment des ouvrages, des articles, des travaux de fins de cycle, des sites internet, dans le but de constituer une base documentaire pour la bonne élaboration de notre travail. Mais aussi la technique d'interview, qui nous permis d'entrer en contact avec certaines personnes victimes de confit parcellaire.

4 PRESENTATION DE L'EXISTANT & CONSIDERATION THEORIQUES

L'étude préalable est appelée aussi l'étude d'opportunité est la première dans l'élaboration d'un projet informatique. Il est en effet indispensable de connaitre l'organisation et son système traditionnel avant de prétendre à l'automatiser. C'est une étape, procédure et moyen utilisé pour réaliser les problèmes de la gestion que l'informatique aura envisagé. A l'issue de cette étude, une décision sera prise et elle portera sur les objectifs qui seront traité par l'application.

[1] KANYEMBO LWIMBA Castard, *Méthodes des Recherches Scientifiques*, Cours G2 IG, Institut Supérieur Pédagogique, Lubumbashi, 2010-2011, Inédit.

4.1 PRESENTATION DE LA DIVISION DE CADASTRE

4.1.1 HISTORIQUE

Dorénavant la division était dans la juridiction de la Circonscription foncière de Lubumbashi, plateau, pour des raisons d'ordre administratives et sociales pour rapprocher l'administration foncière aux administrés dans les domaines fonciers, il a plus à la hiérarchie de procéder à la subdivision de certaine circonscription foncière.

L'arrêté ministériel N° 020/CABMIN/AFF.FONC/2008 du 29 février 2008 portant création de la circonscription foncière de Lubumbashi/EST ville de Lubumbashi dans la province du Katanga portant sur la loi et les ordonnances ci-après:

- Vu la constitution de la RD Congo spécialement l'article 93
- Vu la loi N° 73/021 du juillet 1973 modifiée et complétée par la loi n° 80/008 du 18 juillet 1980,
- Vu l'ordonnance n°07/017 du 03 Mai 2007 telle que modifiée et complétée par l'ordonnance n°008/006 du 25 janvier 2008.
- Vu l'ordonnance n°007/018 du 16 Mai 2007 telle que complétée par l'ordonnance n°07/2007 du 25 janvier 2008.

4.1.2 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La division des titres immobiliers L'SHI/EST se situe au croisement des avenues KAPENDA et KAMBOVE dans la commune de Lubumbashi à Lubumbashi.

4.1.3 OBJECTIFS DE LA DIVISION

L'objectif de conservation des titres immobiliers est de s'occuper de la gestion du domaine foncier privé de l'Etat qui est constitué des terres urbaines et rurales que l'Etat a mis dans les commerces, c'est-à-dire susceptible d'être considérées à tout requérant (personne physique ou morale) privé ou public congolais. Ceci sous-entend que l'Etat est le seul propriétaire du fonds comme dit la loi foncière spécialement en son article 53. Les particuliers n'ont que le droit de jouissance et l'usage sur le sol de l'Etat et la priorité sur les immeubles incorporés au sol.

4.1.4 STATUT JURIDIQUE

La conservation des titres immobiliers est une entreprise publique

À caractère technique et social, dotée 'une personnalité juridique. Il est placé sous tutelle de l'Etat par l'entremise du ministère de mine et affaires foncières.

4.1.5 DOMAINE DE FONCTIONNEMENT

La division des titres immobiliers est dirigée par le chef de division appelé le conservateur des titres immobiliers, c'est lui qui représente la république dans la gestion de terre du domaine privé de l'Etat.

Le CTI est secondé par cinq chef de bureaux chargés respectivement de:

1. Services généraux personnel et comptabilité
2. Domaine foncier
3. Enregistrement et notariat
4. Contentieux fonciers et immobiliers
5. Taxation et recouvrement

Vu la pertinence des tâches qui lui sont reconnu et les attributions qui dévolues à ses compétences, il coordonne les activités de la division.

4.1.5.1 BUREAU SERVICES GÉNÉRAUX, PERSONNEL ET COMPTABILITÉS

Qui gère les personnels de la division et qui s'occupe de la comptabilité.

4.1.5.2 BUREAU DU DOMAINE FONCIER

Ce bureau s'occupe de la gestion du domaine foncier privé de L'Etat, et de l'étude des lotissements, l'examen et la facturation de tous les contrats d'occupation foncière, la tenue des registres fonciers.

4.1.5.3 BUREAU ENREGISTREMENT ET NOTARIAT

Ce bureau fait l'étude des aspects juridiques des titres fonciers et immobiliers.

4.1.5.4 BUREAU CONTENTIEUX FONCIER ET IMMOBILIERS

Il est chargé de traiter tous les conflits et litiges fonciers et immobiliers.

4.1.5.5 BUREAU DE TAXATION ET RECOUVREMENT

Ce bureau a comme attribution:

- Application de la police des tarifications;
- Suivi des paiements et recouvrement; - Perception des recettes de ka circonscription; - Perception des amandes transactionnelles.

5 ANALYSE DU METIER

5.1 VUE DESCRIPTIVE DU SYSTÈME

Le processus de demande de terre commence lorsque le CTI reçoit une demande de terre de la part d'un requérant, cette demande est instruite par le CTI qui la qualifie et transmet son accord ou son désaccord à l'intéresser.

En cas d'accord le CTI atteint la division du cadastre au travers une demande de travaux spécifiant clairement les travaux à exécuter. La division du cadastre envoie les techniciens sur terrains pour effectuer les travaux en rapport avec la demande des travaux, les travaux terminés, la division du cadastre transmet le dossier chez le CTI. Et le CTI vérifie les pièces conformément à sa demande de travaux.

Une fois que cette vérification s'avère fructueuse et que son avis soit favorable, le CTI au travers son bureau du domaine foncier prépare le projet de facturation pour permettre à son bénéficiaire d'être fixé sur les frais à payer (les frais connexes, le loyer anticipatif, les frais d'établissement contrat et les frais administratifs).

Le DOFO établit les contrats et le requérant paie pour le compte du trésor public et il signe sur le contrat de location ou d'occupation provisoire avec le CTI enregistre dans le registre des contrats.

5.2 CRITIQUE DE L'EXISTENT

Normalement les services du cadastre et des titres immobiliers travaillent en étroite collaboration, parce que sur le plan fonctionnel l'un ne peut rien sous l'autre quoi que c'est le service des titres immobiliers qui a la préséance sur le cadastre. Ce pendant nous remarquons qu'en pratique, le processus d'acquisition des parcelles n'est pas bien appliqué.

Parce qu'au-delà des dossiers que le conservateur des titres immobiliers peut ouvrir légalement suite à la demande de terre on a:

- Parfois les agents du cadastre vendent des parcelles sans signaler le conservateur des titres immobiliers.
- Parfois ce sont des chefs de quartier qui vendent des terrains aux particuliers sans informer le conservateur des titres immobiliers.

Au-delà de ces causes majeures des conflits fonciers, il faut citer aussi la plastification des imprimés de valeur mais non sécurisé et surtout la gestion de plan de lotissement est manuelle.

Ce qui fait qu'on peut avoir une même parcelle avec cinq numéros sur cinq copies différentes d'un même croquis. Selon la loi, n'est reconnu détenteur de la parcelle que celui qui est passé par le processus normale.

PROPOSITION DE SOLUTIONS

Notre apport a constitué en ce qui suit:

- L'application qui doit accompagner ce travail doit être en mesure de localiser sur une carte cadastrale le résultat d'une requête exécutée à une base de données parcellaire;
- Mettre en place un système d'information capable de faciliter la consultation les informations des données parcellaires.

6 CAPTURE DES DONNÉES DU SYSTÈME INFORMATIQUE

Cette étape consiste à:

La définition des besoins du système consiste à:

- Définir ce que le système doit faire
- Définir le contour du système
- Fournir la base de planification et le contenu technique de la définition des tâches qui seront informatisé par la sélection des certaines actions des modèles du métier.

Notre système informatique en construction sera à mesure d'automatiser les actions du modèle métier suivant:

- Rédiger demande de travaux;
- Etablir contrat;
- Transmettre dossier;
- Enregistrer contrat;
- Gérer utilisateur.

7 CONCEPTION DE SYSTEME INFORMATIQUE

Dans cette phase de conception, nous mettons au point la structure de la base de données.

7.1 DIAGRAMME DE CLASSE

Le diagramme de classe constitue l'un de pivots essentiels de la modélisation avec UML. En effet, ce diagramme permet de donner la représentation statique du système. Cette représentation est centrée sur les concepts de classe et d'association. Chaque classe se décrit par les données et les traitements dont elle est responsable vis-à-vis des autres classes. Les traitements sont matérialisés par les opérations.

AJOUTER LES CLASSES

Une classe est une représentation abstraite d'un ensemble d'objets ayant les mêmes caractéristiques.[2]

Après notre analyse nous sommes arrivés aux entités suivantes:

REQUERANT DEMANDE DE TERRE

PARCELLE CONTRAT

DEMANDE DE TRAVAUX UTILISATEUR

[2] CHRISTIAN SOUTOU, UML2 pour les bases de données, Eyrolles, p.103.

AJOUTER LES ATTRIBUTS

Un attribut est une propriété élémentaire d'une classe, pour chaque objet d'une classe, l'attribut prend une valeur[3].

Pour chaque classe nous avons comme attribut:

- **REQUERANT** (numéro, nom, post nom, prénom, téléphone, adresse, sexe, état civil, nationalité)
- **DEMANDE DE TRAVAUX** (numéro demande, date emission, date validité, motift)
- **PARCELLE** (numparcelle, nomlotissement, superficie, commune, adresse)
- **CONTRAT** (numcontrat, datecontrat, datefin,)
- **UTILISATEUR** (numutilisateur, nomutilisateur, adresse)
- **DEMANDE DE TRAVAUX** (numdemande, typedossier)

7.2 MODÈLE DU DOMAINE

Le modèle du domaine doit définir les classes qui modélisent les entités ou les concepts présents dans le domaine. Il s'agit donc de reproduire un modèle des objets du monde réel dans un domaine donné; l'élaboration du modèle de classe du domaine permet d'opérer une transition vers une véritable modélisation objet. Le modèle du domaine pour notre cas est le suivant:

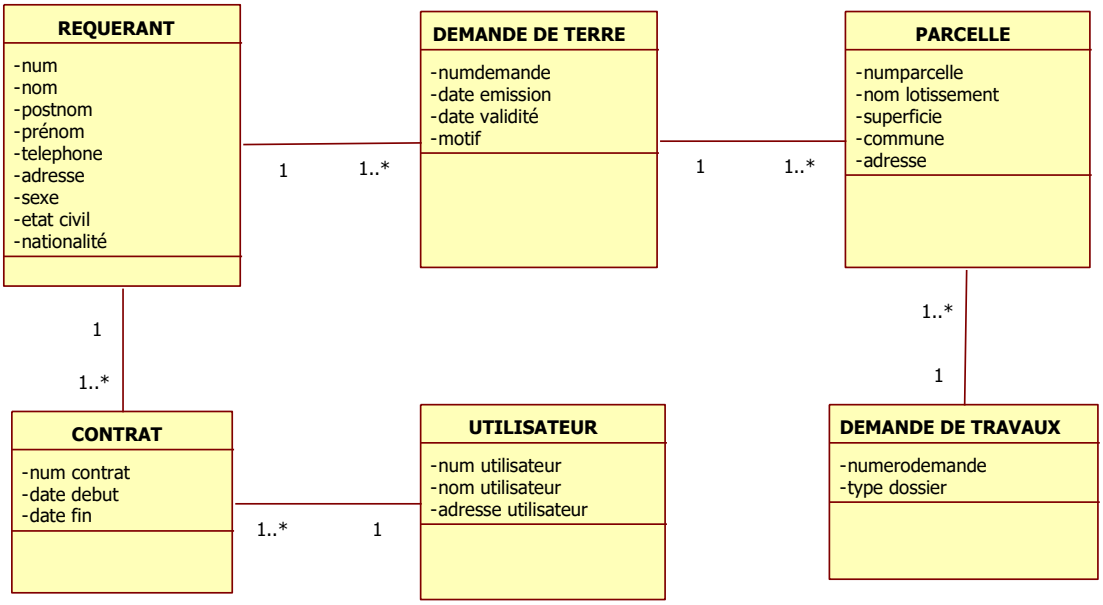


Fig. 1. Diagramme de classe modèle du domaine

7.2.1 LES CLASSES DE CONCEPTION

Les classes de conception sont apparentées au modèle du domaine mais en y ajoutant les opérations ou les méthodes.

[3] XAVIER, Isabelle MOUNIER, UML2 pour les développeurs cours avec exercices corrigés, Eyrolles, Paris, 2007, p99

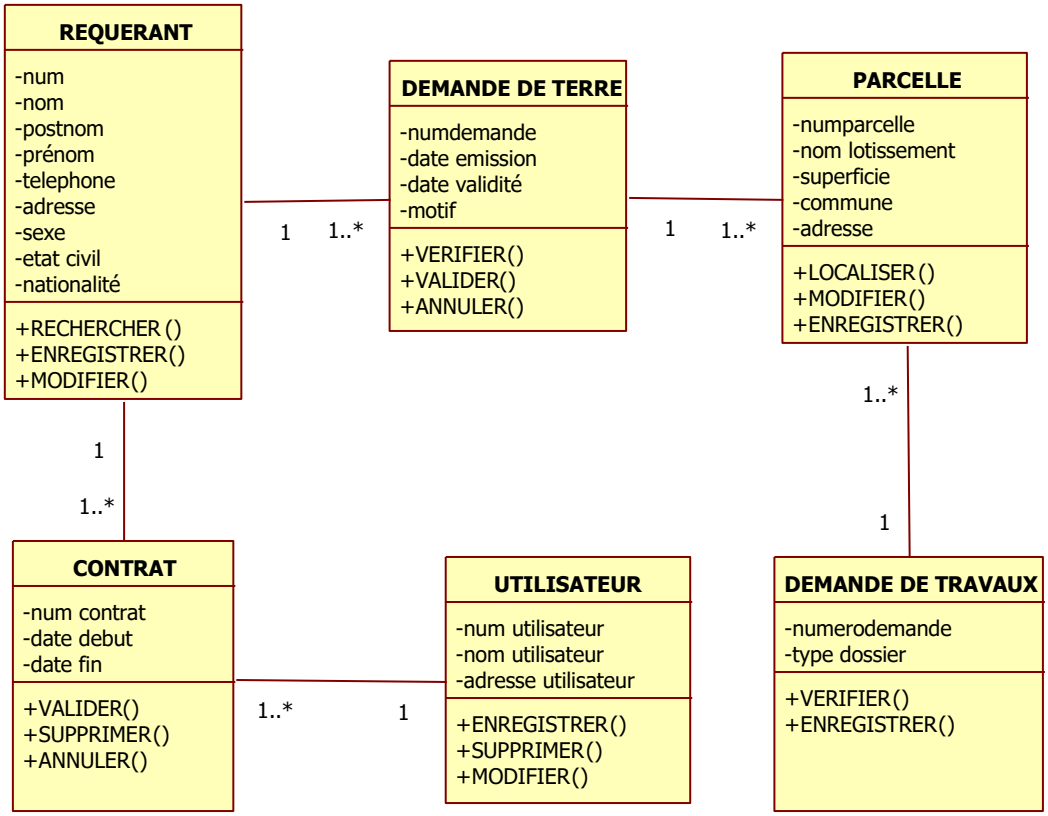


Fig. 2. Classe de conception

7.3 PASSAGE AU MODÈLE LOGIQUE DES DONNÉES

Dans cette partie, nous présentons les règles permettant de

Décrire un modèle logique à partir d'un diagramme des classes UML.

Il existe quatre règles pour traduire un schéma conceptuel UML

- En un schéma relationnel équivalent. Il est donc nécessaire du niveau conceptuel à un niveau plus porches des capacités informatiques. Ce niveau est appelé « *Logique »* et consiste de choisir l'un des modèles suivants:
- Modèle hiérarchique;
- Modèle réseaux;
- Modèle relationnel.

Chacun des modèles ci – haut reposent sur des techniques d'organisation particulières des données que des logiciels seront capables de gérer.

Pour notre travail, nous avons choisis l'approche des bases des données et précisément le modèle logique des données relationnel (MLDR) qui offre l'avantage de représenter facilement les données sous forme tabulaire et qui reste le modèle le plus adapté à la gestion[4].

En plus, ce modèle a aussi un atout d'être pris en charge par la plus part des systèmes de gestion de base de données (SGBD) actuels.

[4] GARDARIN G., Bases des données : Objet et relationnel, Eyrolles, Paris 1999,P 78

Pour ce faire, nous allons appliquer les règles de passage suivantes[5]:

a) Transformations des classes

Règle1: Chaque classe du diagramme UML devient une relation. Il faut choisir un attribut de la classe pouvant jouer le rôle d'identifiant.

b) Transformations des associations

Règle 2: Dans une association un à plusieurs, il faut ajouter une clé étrangère dans la relations fils de l'association. Bref, la clé primaire de la relation père migre dans la relation fils.

Règle 3: dans une association plusieurs à plusieurs l'association devient une Relation dont la clé primaire est composée par la concaténation des identifiant des classes connectées à l'association.

Règle 4: en ce qui concerne l'association un à un, en vue d'éviter les valeurs nulles dans la base de données il faut ajouter un attribut clé étrangère dans la relation dérivée de la classe ayant la multiplicité minimale égale à un.

En appliquant ces règles à notre modèle du domaine, nous obtenons le modèle logique suivant:

REQUERANT (num, nom, postnom, prenom, telephone, adresse, sexe, etat civil, nationalité)

DEMANDE DE TRAVAUX (numdemande, date emission, date validité, motif, #numrequerant)

PARCELLE (numparcelle, nomlotissement, superficie, commune, adresse, #numdemande, #numerodemande)

CONTRAT (numcontrat, datecontrat, datefin, #numrequerant, #numutilisateur)

UTILISATEUR (numutilisateur, nomutilisateur, adresse)

DEMANDE DE TRAVAUX (numdemande, typedossier)

8 REALISATION DE L'APPLICATION

Nous allons implémenter notre solution conçue au précédent dans un matériel et un logiciel précis. Il s'agit donc de définir à ce niveau l'architecture logicielle adoptée, l'environnement de développement de l'application choisi, ainsi que certaines caractéristiques techniques minimales du matériel informatique qui va abriter cette solution.

8.1 CHOIX DU LANGAGE DE PROGRAMMATION

Notre choix sur le langage de programmation a porté sur le C-SHARP noté par « C# ».En effet, C# est le langage par excellence de.Net, apparu en 2001. Le C Sharp est très polyvalent, Il permet de coder de simples applications consoles jusqu'à de gros programmes avec une multitude de fenêtres, en passant par les jeux.

Souvent, le langage C# a été comparé au java, pour qui, tout comme le C#, tout est objet. Cependant, le langage de.NET par ses améliorations au fur et à mesure de son existence, a su se forger son propre profil. En effet depuis sa parution, on est passé de la version 2.0 à 2.5, de 2.5 à 3.0 et enfin de la version 3.0 à 3.5, ayant dans chaque évolution bien entendu son nombre de nouveautés. De nouveaux mots clés sont ajoutés, de nouvelles sortes de classes et certaines syntaxes simplifiées... C'est donc au fil des années que ce langage devint de plus en plus efficace et plus facile d'accès que beaucoup d'autres langages orientés objet, ce qui fait aujourd'hui sa popularité.[6]

8.2 CHOIX DU SGBD

Pour notre application, nous avons choisi comme SGBD MySQL; MySQL est un système de gestion de bases de données (SGBD) qui gère pour nous les fichiers constituant une base, prend en charge les fonctionnalités de protection et de sécurité en fournit un ensemble d'interfaces de programmation, dont une avec PHP facilitant l'accès aux données[7].

[5] SOUTOU C, UML 2 pour les bases de données avec 2 exercices C, Ed. Eyrolles, 2010 P.128
[6] www.Openclassroom.com
[7] Joseph GABAY, UML2 Analyse et conception, Dunode, Paris, 104

L'expression SQL signifie Structured Query Language ou encore langage structuré des requêtes. MySQL consiste en un ensemble de programmes chargés de gérer une ou plusieurs bases de données, et qui fonctionnent selon une architecture client /serveur.

8.3 CHOIX DE L'ARCHITECTURE LOGICIELLE

Une architecture logicielle décrit d'une manière symbolique et schématique les différents éléments d'un ou de plusieurs systèmes informatiques, leurs interrelations et leurs interactions.

Généralement une application informatique est subdivisée en 3 niveaux d'abstraction distincts ou couches qui sont la couche présentation, la logique application ou couche traitements et les données ou couche d'accès aux données.

- **La couche présentation,** appelée encore IHM[8], permet l'interaction de l'application avec l'utilisation. L'IHM doit toujours être ergonomique et conviviale. Cette couche gère les entrées venant du clavier, les actions de la souris et la présentation des informations à l'écran.
- **La logique applicative,** les traitements, décrivant les travaux à réaliser par l'application. Les traitements peuvent être découpés en deux familles:
  - ✓ Les traitements locaux, regroupant les contrôles effectués au niveau du dialogue avec l'IHM, visant essentiellement le contrôle et l'aide de la saisie;
  - ✓ Les traitements globaux, constituant l'application elle-même. Cette couche, appelée couche métier, contient les règles internes qui régissent une entreprise donnée.
  - ✓ Les données ou accès aux données, regroupant l'ensemble des mécanismes permettant la gestion des informations stockées par l'application.

AVANTAGES D'UNE APPLICATION EN COUCHES

En fait, il y a plusieurs avantages à utiliser cette technique:

- La maintenance des données est indépendante du support physique de stockage;
- La maintenance des traitements est simplifiée;
- La gestion des traitements depuis la couche de présentation est facilitée;
- Le travail en équipe est optimisé. C'est-à-dire lorsqu'un membre de l'équipe travaille par exemple sur la couche présentation, un autre peut travailler sur l'accès aux données et les autres travaillent sur les traitements sans perturber ce que les autres font;
- La migration d'un environnement graphique à un autre est relativement simple.

Ces trois niveaux d'abstraction peuvent se retrouver soit sur la même machine physique ou soit répartis entre plusieurs machines. C'est la manière de les découper ou de les répartir qui définit même le type d'architecture logicielle.

Selon la répartition de ces trois niveaux d'abstraction, nous distinguons:

- **Les architectures 1-tiers**
- **Les architectures 2-tiers**
- **Les architectures 3-tiers**
- **Et les architectures n-tiers.**

Pour ce qui nous concerne, nous avons opté pour l'architecture 2-tiers

Il s'agit d'une application client/serveur. Ce type d'architectures se compose de plusieurs clients et d'un serveur de données. Dans cette topologie, les clients se connectent au serveur à travers un réseau en utilisant des protocoles de réseau, tel que le TCP/IP.

[8] IHM : Interface Homme Machine

Les clients implémentent l'interface utilisateur ou la couche présentation et contiennent la logique d'application (les traitements).

Le serveur lui, assure exclusivement la manipulation des données. On parle alors des clients lourds.

Exemple: Une application Win32 exploitant une base de données sur un serveur dédié.

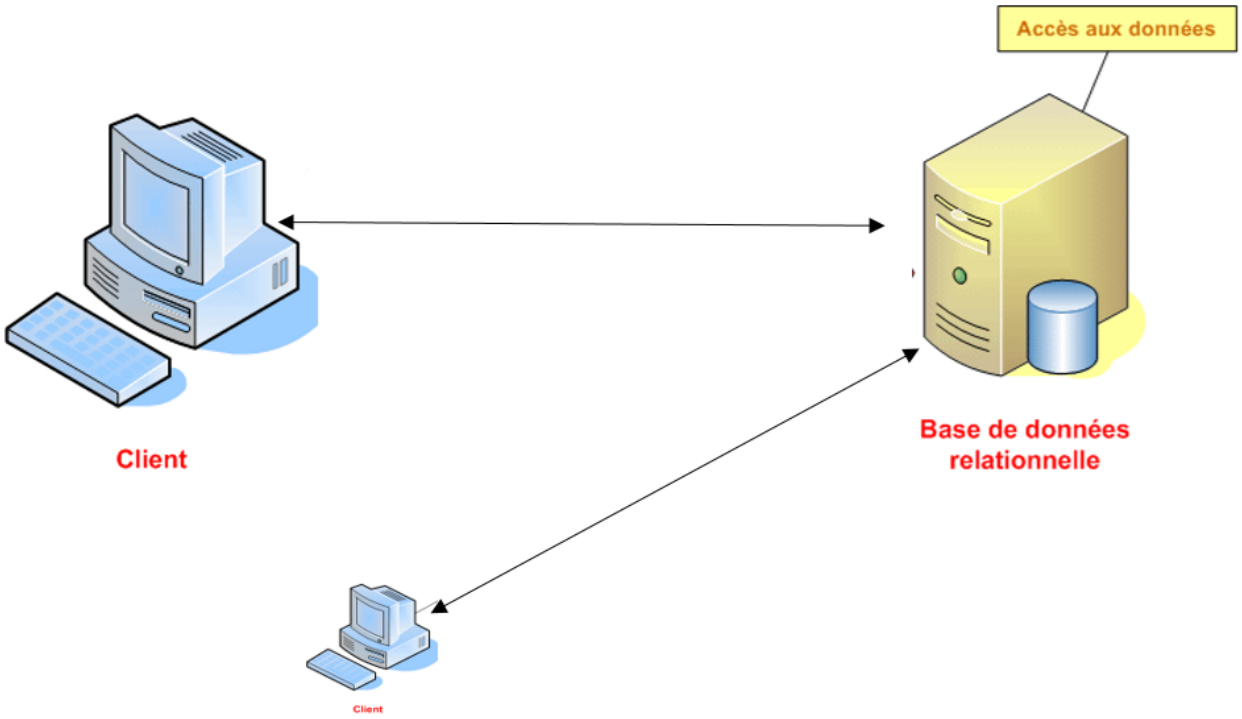


Fig. 3. Architecture 2-tiers

AVANTAGES

- Partage de données: toutes les données sont stockées à un seul endroit, au niveau du serveur, et sont accessibles à tous les utilisateurs.
- Passage à l'échelle: L'architecture à deux niveaux augmente le passage à l'échelle par rapport à l'architecture 1-Tier. L'architecture à deux niveaux peut s'adapter à environ 100 utilisateurs en permettant à plusieurs clients de se connecter au serveur.
- Mise à jour simplifiée: une modification apportée sur une information est suffisamment déployée dans tout le réseau, parce qu'elle a été effectuée au niveau du serveur.

INCONVÉNIENTS

- Le trafic élevé sur le réseau: du fait que des larges volumes de données sont transférés sur le réseau entre le client et le serveur, le débit élevé augmente la charge sur les ressources de réseau.
- La charge sur le serveur: suite à l'accès de tous les clients au serveur, la charge sur le serveur s'accroît et réduit son exécution.

8.4 CHOIX DU MATÉRIEL

A ce niveau nous proposons le minimum du matériel et du logiciel requis pour notre application, bref l'environnement dans lequel peut bien fonctionner l'application conçue à l'issue de notre travail. Nous pensons qu'un Pentium **R** peut déjà suffire à faire tourner l'application. Mais pour plus de performance, nous préconisons un matériel aux caractéristiques ci-après:

- Un microprocesseur **de la génération récente tel que i5 ou i7** dans le but de rendre fiable l'exploitation des informations;
- Un disque dur 20000 Giga-octets;
- Une mémoire RAM de 8 Giga-octets;
- Quatre machines correspondant au poste
- Un Access ne pointe « point d'accès »
- Une imprimante de marque EPSON Thermique et une autre pour l'impression des papiers A4
- Un système d'exploitation Windows 10 professionnel;

8.5 PRÉSENTATION DE QUELQUES INTERFACES DE L'APPLICATION

8.5.1 MODULE D'AUTHENTIFICATION AU SYSTÈME

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
namespace GESTION_Parcelle
{
   public partial class Form_authen : Form
   {      public Form_authen()
      {
         InitializeComponent();
      }
      private void Form1_Load(object sender, EventArgs e){}
      public static string moncompte;
      public static string monpasse;
      public static string IP_SERVER;
      private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
      {
         moncompte = txt_username.Text;
         monpasse = txt_pass.Text;
         IP_SERVER = textBox1.Text;

         try
         {
            if (verifier_champs() == false)
            {
               if (conexion1.Maconnexion() == true)
               {
                  SPLASH  leon = new  SPLASH();
                     bunifuTransition1.ShowSync(leon);
                  bunifuTransition2.ShowSync(leon);
                  leon.Show();
                  this.Hide();
               }
               else
               {
                  lbl1.Text = " le login ou le mot de passe est incorrect";
```

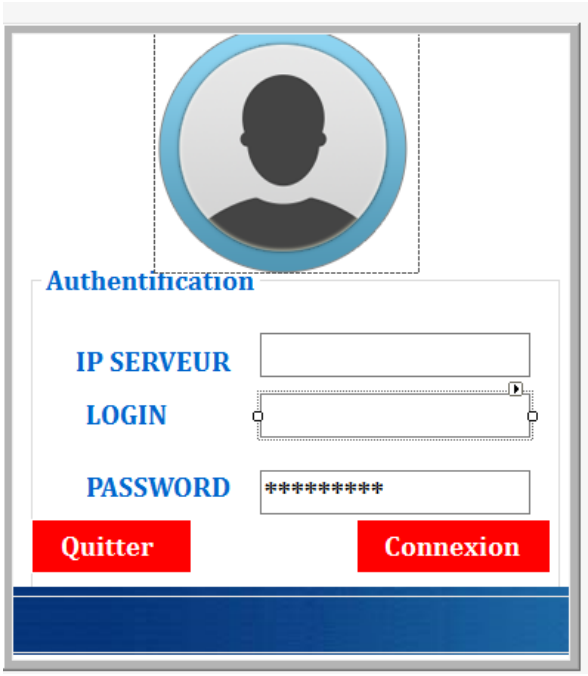
```
                effacer();
            }
        }
        else
        {
            lbl1.Text = "veuillez remplir tous les champs";
            effacer();

        }        }
    catch (Exception michael)
    {
        MessageBox.Show(michael.Message);
    }       }
private void effacer()
{          txt_username.Clear();
    txt_pass.Clear();
    txt_username.Focus();
}
private bool verifier_champs()
{
    bool retour = false;
    if (txt_username.Text == "" || txt_pass.Text == "")
    {
        retour = true;
    }
    else
    {
        retour = false;
    }
    return retour;
}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    {
        string message = "Souhaitez-vous vraiment  Quitter cette application ?";
        string caption = "Attention";
        MessageBoxButtons buttons = MessageBoxButtons.YesNo;
        DialogResult resultat;
        resultat = MessageBox.Show(this, message, caption, buttons, MessageBoxIcon.Question);

        if (resultat == DialogResult.Yes)
        {
            Application.Exit();
        }

    }
}
  }
}
```



8.5.2 CODE DE CONNEXION À LA BASE

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using MySql.Data.MySqlClient;
namespace impression
{   class conexion
   {      public static string marequette = null;
      public static MySqlConnection con;
      public static MySqlCommand cmd;
      public static MySqlDataReader Reader;
      public static MySqlDataAdapter dateadapter;
      public static string titreRapport;
      public static System.Data.DataSet DS;
      public static bool Maconnexion()
      {   try
    { String constring =
         "server=localhost;database=cadaste;uid='"+Form_authen.moncompte+"';password='"+Form_authen.monpasse+"'";
           con = new MySqlConnection(constring);
           con.Open();
           return true;
         }
         catch (Exception)
         {            return false;
         }
         // Maconnexion() == true;
      }   } }
```

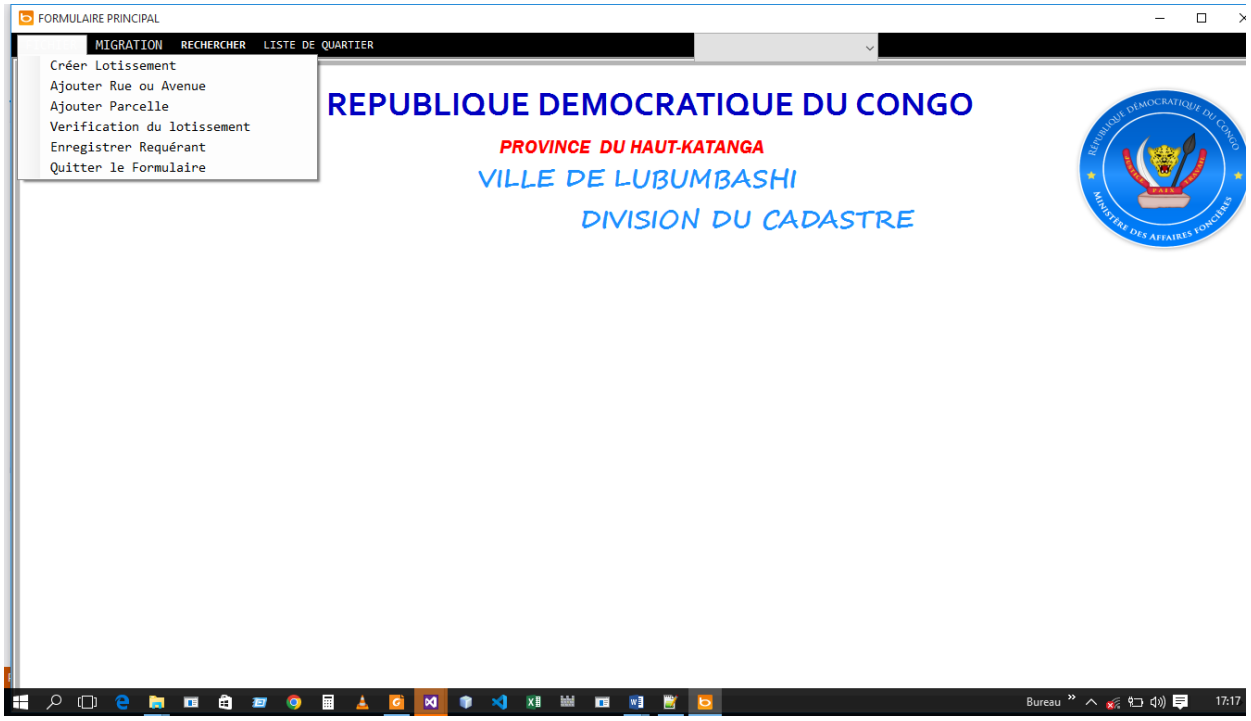
8.5.3 CODE POUR ENREGISTRER UN REQUÉRANT

```
public static class Gestion_parcelle
  {
            public static void add_parcelle(string numreq,string  nom, string postnom, string prenom, string tel, string adresse, string sexe,string  etatciv, string nationalite)
     {        if (conexion.Maconnexion() == true)
        {
           try
           {               string insert = "insert into requerant values('"+numreq +"','" + nom + "','" + postnom + "' ,'" + prenom + "','" + sexe + "','" + adresse + "' ,'" + etatciv + "','"+nationalite+"')";
              conexion.cmd = new MySqlCommand(insert, conexion.con);
              conexion.cmd.ExecuteNonQuery();
           }
           catch (Exception jsein)
           {
            MessageBox.Show(m.Message, "CADASTRE  ", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation);

           }
        }
     }
            } public static void add_parcelle(string numreq,string  nom, string postnom, string prenom, string tel, string adresse, string sexe,string  etatciv, string nationalite)
     {        if (conexion.Maconnexion() == true)
        {
           try
           {
              string insert = "insert into parcelle values('"+numreq +"','" + nom + "','" + postnom + "' ,'" + prenom + "','" + sexe + "','" + adresse + "' ,'" + etatciv + "','"+nationalite+"')";
              conexion.cmd = new MySqlCommand(insert, conexion.con);
              conexion.cmd.ExecuteNonQuery();
           }
           catch (Exception jsein)
           {
            MessageBox.Show(m.Message, "CADASTRE  ", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation);

           }
        }
     }
              }
```

8.5.4 FORMULAIRE PRINCIPAL





FORMULAIRE DE DEMANDE DE TERRE



9 CONCLUSION

Partant de tout ce que nous venons de voir tout au long de notre travail intitulé « **Programmation en C-sharp d'un logiciel d'enregistrement des parcelles au ministere des affaires foncieres dans la ville de Lubumbashi/Haut-Katanga** », on conclut comme suit:

La réalisation du présent travail est une succession d'étapes de modélisation ayant pour but l'obtention d'un produit fini répondant aux objectifs définis par la conservation des titres immobiliers Lubumbashi (EST) en matière de la distribution des parcelles.

Vu les difficultés que rencontre la Division des titres immobiliers dans la distribution des parcelles nous avons pris l'engagement de faire tout au long de notre travail, une application permettant de gérer les données relatives aux parcelles de la population

Pour ce faire, nous avons usage simple du langage UML qui nous a aidés à faire une petite conception partant de deux diagrammes.

Enfin, nous avons choisi des outils pour la réalisation du projet notamment:

- C#
- Mysql.

Nous ne prétendons pas avoir épuisé tous les problèmes ou failles auxquels fait face le service de CADASTRE dans sa gestion des conflits parcellaires et nous ne prétendons non plus avoir évolué sans embuches. Néanmoins, nous avons quand même fait l'idéale solution pouvant résoudre le problème relatif au conflit parcellaire dans un click grâce à notre application.

La balle est donc jetée à tout future chercheur qui voudrait bien aborder ce domaine de venir enrichir cette base que nous apportons et de corriger les failles qui s'y sont glissées sans notre volonté bien sûr, car seul le concepteur de l'univers est parfait.

REFERENCES

[1] Blanc X., Mourier. UML2 pour les développeurs, éd, Paris, 2008, page 99.
[2] Blanc X., Mourier I., UML 2 pour les développeurs, éd. Eyrolles, Paris, 2008, page 98.
[3] CHRISTIAN SOUTOU, UML2 pour les bases de données, Eyrolles, p.103.
[4] GARDARIN G., Bases des données: Objet et relationnel, Eyrolles, Paris 1999, P 78.
[5] IVAR J., GRADY, B. et James, R., Le processus unifié de développement logiciel, Editions Eyrolles, 1999.
[6] Joseph GABAY, UML2 Analyse et conception, Dunode, Paris, 104.
[7] Roques P., UML 2: modéliser un application web, éd. Eyrolles, Paris, 2008.
[8] Roques P; UML2: modélisé une application web -, éd, Eyrolles, Paris, 2008, page 5.
[9] SOUTOU C, UML 2 pour les bases de données avec 2 exercices C, Ed. Eyrolles, 2010 P.128
[10] Pinto et GRAWITE, Méthodes de recherches en sciences sociales, Dollaz, Paris 1971, page 289.
[11] XAVIER, Isabelle MOUNIER, UML2 pour les développeurs cours avec exercices corrigés, Eyrolles, Paris, 2007, p99.
[12] Franck KASONGO, *cours de programmation C#,* G3 IG/ISC 2020 – 2021, inedit.
[13] KANYEMBO LWIMBA Castard, *Méthodes des Recherches Scientifiques,* Cours G2 IG, Institut Supérieur Pédagogique, Lubumbashi, 2010-2011, Inédit.
[14] KASONGA, P., *Questions spéciales de conception de Système Informatique,* Cours de L2 I.G, Institut Supérieur Pédagogique, Lubumbashi, 2013-2014, Inédit.
[15] http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig_1.php).
[16] http://www.notre-planete.info/terre.
[17] http://www.lecompagnon.info.
[18] http://UML.free.fr.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 671-685
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Promotion de l'autoformation des étudiants et la consultation des ressources via un site web dynamique à l'Institut Supérieur Pédagogique

[Promotion of student self-training and consultation of resources via a dynamic website at the Higher Pedagogical Institute]

Sombodi Bin Selemani Chris

Département des sciences commerciales et administratives et Informatique de gestion, ISP Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2023 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 work is part of an article developed within the Higher Pedagogical Institute of Lubumbashi (DRC), It leads to the design of the website that will serve as a tool for students of the said institution.
Maintenance activities, in the sense of troubleshooting equipment, have always existed. But these activities were initially little or not formalized: they were not necessarily carried out by specialized staff, nor were they supervised by specific methods. In addition, they consisted essentially of repairing equipment; once it was repaired, the repairer was content with the solution to the problem and forgot to archive it somewhere and even if he did, the solution always remained confidential, that is to say, not shared.
This collaborative approach makes it possible to transform the Internet into a global forum where the most distant Internet users can meet and form communities according to their tastes and aspirations; and it also allows access to information of common interest, the sharing of opinions...
Thus, we admit that the implementation of this tool will certainly help to improve the computer education system and encourage students to have the habit of documenting themselves and the failures encountered for the reusability of the solution and to push students to research, read, share information and stamping. It also aims to help students remedy the various troubleshooting problems they will encounter in their daily lives and put them at the height of a precise diagnosis.

KEYWORDS: student, self-training, resources, dynamic website, Higher Pedagogical Institute.

RESUME: Ce présent travail s'inscrit dans le cadre d'un article élaboré au sein de l'institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi (RDC), Il aboutit à la conception du site web qui servira d'outil aux étudiants de ladite institution.
Les activités de maintenance, au sens de dépannage d'un équipement, ont toujours existé. Mais ces activités étaient au départ peu ou non formalisées: elles n'étaient pas nécessairement assurées par le personnel spécialisé, ni encadré par des méthodes spécifiques. De plus, elles consistaient essentiellement à réparer un équipement; une fois que celui-ci était réparé, le réparateur se contentait de la solution au problème et oubliait de l'archiver quelque part et même s'il le faisait, la solution restait toujours confidentielle c'est-à-dire non partagée.
Cette approche collaborative permet de transformer Internet en un forum mondial où les internautes les plus éloignés peuvent se retrouver et former des communautés en fonction de leurs goûts et aspirations; et elle permet aussi l'accès aux informations d'intérêt commun, le partage des opinions...
Ainsi donc, nous admettons que la mise en place de cet outil va certainement aider à améliorer le système de l'éducation en informatique et d'inciter les étudiants à avoir d'une part l'habitude de se documenter et de documenter les pannes rencontrées pour la réutilisabilité de la solution et d'autre part de pousser les étudiants à la recherche, à la lecture, au partage d'informations et à marquer des estampilles. Il a aussi pour vocation d'aider les étudiants à remédier aux différents problèmes de dépannage qu'ils rencontreront dans leur vie courante et les mettre à la hauteur d'un diagnostic précis.

MOTS-CLEFS: étudiant, autoformation, ressources, site web dynamique, Institut Supérieur Pédagogique.

Corresponding Author: Sombodi Bin Selemani Chris

1 INTRODUCTION

Internet et le Web se démocratisent et pénètrent notre quotidien, créent de nouveaux besoins et deviennent de formidables supports de stockage, d'échange et de communication, où chacun peut s'exprimer, réaliser son site web pour son plaisir, pour ses besoins professionnels, pour partager une passion, pour défendre une cause, ou pour toute autre motivation.

Aujourd'hui, il y a plusieurs techniques de construction et de développement des sites Web allant des sites personnels à interaction statique aux sites professionnels dynamiques, plus puissants, conviviaux et performants.

Ce succès a été particulièrement cadencé par l'avènement des langages de programmation, des outils de développement et de publication pour le web

1.1 PROBLÉMATIQUE

Notre problématique s'attèle à l'autoformation des étudiants et la consultation d'un site web dynamique dans une communauté estudiantine, cas de l'institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi.

Cette dernière est une Institution Universitaire disposant en son sein des ressources informatiques entre autres un laboratoire équipé des ordinateurs, d'une connexion Internet... et elle se prête à la formation des jeunes congolais dans le domaine informatique afin de les rendre capable d'apporter des solutions aux utilisateurs de l'outil informatique.

Les activités de maintenance, au sens de dépannage d'un équipement, ont toujours existé. Mais ces activités étaient au départ peu ou non formalisées: elles n'étaient pas nécessairement assurées par le personnel spécialisé, ni encadré par des méthodes spécifiques. De plus, elles consistaient essentiellement à réparer un équipement; une fois que celui-ci était réparé, le réparateur se contentait de la solution au problème et oubliait de l'archiver quelque part et même s'il le faisait, la solution restait toujours confidentielle c'est-à-dire non partagée. Or, dans les étapes de dépannage, le réparateur ou maintenancier doit s'assurer de bien comprendre la cause du problème, le résoudre et archiver la solution. Ces informations doivent être conservées dans un référentiel d'acte central qui doit être accessible soit par les bénéficiaires de la solution ou soit par le maintenancier lui-même. C'est dans cet ordre d'idée que nous nous sommes décidés de mettre en place une base de données en ligne et étudier une politique de son alimentation par les étudiants afin de les pousser à la recherche; mais aussi cette BDD peut faire office d'un aide-mémoire pour les futurs informaticiens de l'isp (Institut Supérieur Pédagogique).

A cet effet, pour relever la problématique de notre travail, nous sommes partis des questions suivantes:

- La conception de cet outil pour la communauté estudiantine de l'ISP sera-t-elle une solution efficace pour faciliter le dépannage ?
- Quels sont les outils indispensables dont nous aurons besoin pour une telle conception ?
- Comment se dérouleront les étapes d'alimentation de la BDD?
- Cette solution constituera-t-elle un moyen efficace pour l'autoformation des étudiants ?
- Que sera son avantage du point de vue de la formation des étudiants ?

1.2 HYPOTHÈSE

L'hypothèse est définie comme une réponse provisoire ou anticipée à la question ou aux questions que le chercheur se pose.[1]

Notre travail tiendra compte des hypothèses susceptibles d'être vérifiées au terme de notre recherche notamment:

- La conception de cet outil de documentation sur les pannes, en intégrant la consultation interactive, aidera à remédier aux différents problèmes de dépannage que rencontrent les étudiants de l'Université en les mettant à la hauteur d'un diagnostic précis.

[1] LUBAMBA K., cours de Méthode de Recherche scientifique, G2 Info, UPL, 2008-2009.

- L'intérêt de ce projet est celui d'améliorer le système d'éducation en informatique et d'inciter les étudiants d'une part à avoir l'habitude de se documenter et de documenter les pannes rencontrées pour la réutilisabilité de la solution; d'autre part pousser les étudiants à la recherche, à la lecture, au partage d'information et à marquer des estampilles.

Cela ne peut être possible qu'à travers une application organisée d'ajout, de consultation et de diffusion conforme aux aspirations et aux occupations des uns et des autres; sans négliger l'impérieuse contrainte de respecter les mœurs ainsi que la sécurisation et la protection des données d'importance stratégique.

Le travail immense devant permettre de rendre accessible l'information serait d'une efficacité limitée si un accent particulier n'est pas mis sur l'ergonomie du site web et le confort que doit ressentir l'utilisateur.

Lorsqu'une application est mieux conçue, les usagers ainsi attirés par l'harmonie et la simplicité d'utilisation, prendront plaisir à exploiter les ressources mises à leur disposition pour la résolution de leurs problèmes en obtenant à la fois satisfaction à leurs besoins.

Ainsi donc, nous admettons provisoirement que la mise en place de cet outil va certainement aider les étudiants à être à la hauteur de diagnostiquer et apporter solutions aux différents problèmes informatiques qu'ils rencontreront.

1.3 MÉTHODES

Pour connaître les réalités de ce qui se passe sur terrain et l'analyser, des méthodes de conception de bases de données ont été mises au point afin d'éviter les erreurs majeures. Nous partirons des différentes méthodes et techniques ci-après:

a. **Méthode expérimentale:** procédure qui nous a aidé à observer les phénomènes, à en tirer des hypothèses et à en vérifier les conséquences par une expérimentation scientifique.
b. **Méthode historique:** cette méthode nous a permis de bien comprendre le fonctionnement et l'historique de l'Institut Supérieur Pédagogique dès sa création jusqu'à nos jours.
c. **Méthode PERT** (Program Evaluation and Review Technic): est une méthode axée sur l'enchaînement des tâches en tenant compte de tâches d'ordonnancement et ayant permis d'évaluer notre projet.

2 CONSIDERATIONS THEORIQUES

2.1 APERÇU HISTORIQUE DE L'INSTITUT SUPÉRIEUR PÉDAGOGIQUE DE LUBUMBASHI

L'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi est un Établissement d'enseignement supérieur et universitaire de la République Démocratique du Congo. Dans notre Pays, hormis l'université de Lovanium, l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi est le troisième établissement public à être créé (1959), immédiatement après l'Université Officielle du Congo, UOC (1956), actuelle Université de Lubumbashi et l'Université Libre de Kisangani (1958).

2.1.1 CRÉATION ET ÉVOLUTION

1959: école normale moyenne **(ENM),** dénommée Institut St JÉRÔME, sous l'initiative du Père Bénédictin Jean-Chrysostome GUILBERT qui devient ainsi le tout premier Directeur Général de cette école supérieure qui vient de naitre. C'est en 1963 que le Père Pierre Godenir lui succède à la tête de l'Établissement.

1964: l'école normale moyenne devient **École Supérieure Pédagogique (ESP)**

1971: Suite à l'ordonnance-Loi **no 71/075 du 06 aout 1971,** l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi a été intégré dans le regroupement des Universités dénommé Université Nationale du Zaïre **(UNAZA),** Campus de Lubumbashi.

1981: création de l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi par l'Ordonnance No 81-166 Du 07 octobre 1981 portant création d'un Établissement d'Enseignement Supérieur et Universitaire dénommé **Institut Supérieur Pédagogique De Lubumbashi (ISP-Lubumbashi).**

2.1.2 MISSION

- De pourvoir le pays en fonction de ses besoins en enseignants de très haut niveau de formation générale et spécialisée, aux qualités morales et pédagogiques éprouvées;
- De stimuler chez le futur enseignant une prise de conscience de son rôle d'encadreur politique, de la noblesse de sa mission et de la dignité de sa personne;

- D'organiser la recherche dans le domaine de la pédagogie en vue de découvrir les méthodes susceptibles d'améliorer la qualité de l'enseignement primaire et secondaire;
- De vulgariser les résultats de ces recherches par la rédaction et la diffusion des manuels scolaires adaptés à ces deux niveaux d'enseignement;
- De conférer les grades légaux conformément aux dispositions législatives et réglementaires sur la collation de ces grades. Il peut délivrer les diplômes scientifiques et ceux qui sont propres.

L'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi comprend des sections et des départements ainsi que des écoles et structures en rapport avec son objet social.

SECTIONS ET DÉPARTEMENTS

✍ **Section Lettres et Sciences Humaines**

Filières organisées

- Anglais-Culture Africaine;
- Histoire et Sciences Sociales;
- Français-Latin;
- Français-Langues Africaines.

✍ **Section Sciences Exactes**

→ **Filières organisées**

- Biologie-chimie;
- Éducation physique et gestion sportive;
- Mathématique-physique
- Mathématique informatique;
- Sciences agrovétérinaires;
- Géographie et gestion de l'environnement;
- Chimie physique.

→ **Section études techniques**

- Informatique de Gestion (conception des systèmes d'information);
- Secrétariat comptable commercial et informatique;
- Sciences commerciales et administratives;
- Gestion et administration des institutions scolaires et de formation;
- Hôtellerie, accueil et tourisme;
- Réseaux et Télécommunication;
- Design et multimédia;
- Informatique et Technologie;
- Gestion commerciale et administrative.

✍ **Section Soir**

La section soir organise les mêmes filières de la vacation jour au deuxième cycle et au premier cycle:

- GAISF;
- Anglais;
- Français;
- Latin;
- Informatique de gestion (conception des systèmes informatiques).

2.2 DÉFINITION DES CONCEPTS

Pour faciliter la compréhension des lecteurs, nous définissons ici quelques concepts de bases de notre étude:

- Promotion n.f (du latin *promotio=* bas, *-onis,* élévation), dans notre contexte, c'est une nomination, accession d'une ou de plusieurs personnes à un grade ou à une dignité plus élevés, à une fonction ou à une position hiérarchique plus importante. Autoformation n.f. (Auto = de soi) C'est un processus par lequel quelqu'un se forme intellectuellement ou moralement; Car la formation c'est un ensemble de connaissances et savoir acquis dans un domaine déterminé;
- Ressource n.f. (de l'ancien français *resurdre,* ressusciter)
- Petit Larousse définit comme un moyen d'existence d'une personne; éléments de la richesse ou de la puissance d'une nation. Moyens dont on dispose; possibilités d'action.
- Site (italien *sito,* du latin *situs,* situation) (nom masculin) Paysage considéré du point de vue de l'harmonie ou du pittoresque.
- Web [web] (abréviation de l'anglais *world wide web,* réseau mondial) (nom masculin)
- Système hypermédia permettant d'accéder aux ressources du réseau Internet Synonymes: la Toile, WWW.
- Serveur d'informations ou d'archivage de données, dans un réseau de télécommunications.
- Ensemble de pages Web accessibles via Internet sur un serveur identifié par une adresse.

Son dynamisme revêt le fait qu'il va considérer les phénomènes dans leur évolution.

2.3 CADRAGE DU PROJET

Comme dit précédemment, le présent travail est réalisé dans l'optique de Concevoir un site web dynamique dans une institution universitaire, cas de l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi; outil pouvant aider les étudiants dans leur formation académique.

2.4 IDENTIFICATION DU PROJET

L'intitulé de notre projet est la « Promotion de l'autoformation des étudiants et la consultation des ressources via un site web dynamique ».

Dans le cours de projet informatique, le projet est définit comme ensemble cohérent d'actions ayant des objectifs déterminés, dirigé par une personne, le Chef de projet, responsable de la réalisation technique et de la gestion des moyens matériels, humains et budgétaires alloués au projet.[2]

Ainsi, nous nous permettons d'en tirer la nôtre; un projet est un ensemble des moyens organisés d'une manière globale et adaptée dans un délai fixe pour atteindre des objectifs bien déterminés.

2.5 CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Notre projet sera élaboré en respectant les caractéristiques générales d'un

Projet informatique, c'est entre autres:

- L'interaction des sommets: c'est-à-dire la modification d'un des sommets doit se répercuter sur les autres;
- Un projet a un impact organisationnel sur l'entreprise: la conception du nouveau projet tend à faire évoluer l'organisation existante en tenant compte des facteurs humains;
- L'intégration du projet dépend du facteur humain: c'est-à-dire respecter les relations individuelles, hiérarchiques, le pouvoir, le savoir-faire;
- Un projet informatique perturbe les règles de gestion. C'est pourquoi nous disons ici qu'il ne faut pas informatiser les anciennes habitudes.

2.6 ORGANISATION DU PROJET

Le site est à l'intérêt des étudiants qui sont sensés alimenter la BDD selon leurs recherches ou expériences.

[2] MUKANYA S., Cours de projet informatique, inedit, UPL, 2008 – 2009

Ce qui est vrai, la fréquence de consultation sera plus élevée que celle d'upload; c'est pourquoi nous suggérerons à l'université, d'appliquer une politique afin d'inciter les étudiants à faire plus de recherches pour alimenter la BDD et développer en eux l'esprit de partage des informations. C'est ainsi par exemple, pour l'étudiant qui fera plus d'upload, l'université pourra:

- Lui payer la moitié du minerval;
- Lui garantir 70% à la moyenne dans le cours où il s'est investi;
- L'épargner du payement des frais de session;
- Lui faire cadeau des livres dans le domaine où il s'est investi; etc.

Outre cela, la surveillance, la mise à jour, la validation se fera par une équipe préalablement formée, et qui aura souvent à exécuter certaines solutions dans le laboratoire.

2.6.1 CALENDRIER DE RÉALISATION

Pour établir notre calendrier de réalisation, nous utiliserons la méthode PERT qui est basée sur les contraintes d'enchaînement avec pour chaque tâche les dates de début et de fin. C'est un graphe acyclique (orienté et sans cycle) qui permet de représenter l'enchaînement des tâches. Dans ce graphe, les sommets représentent les étapes ou les événements, les arcs représentent les tâches et les arcs en pointillé représentent les tâches fictives dont la durée sera nulle.

Pour la réalisation de notre projet, nous énumérons au moins 13 tâches à exécuter, qui sont:

1. La prise de contact avec les autorités académiques	(A)
2. Analyse de l'existant	(B)
3. Proposition et choix de la solution	(C)
4. Planification et rédaction du cahier de charge	(D)
5. Achat des programmes et matériels	(E)
6. Implémentation du site web	(F)
7. Modification et installation du labo	(G)
8. Test et validation en local	(H)
9. Formalités de la mise en ligne	(I)
10. Mise en ligne du site web	(J)
11. Test et validation en ligne	(K)
12. Constitution d'une équipe de suivi et maintenance	(L)
13. Formation de l'équipe	(M)
14. Exposition au public	(N)
15. Rédaction du rapport	(O)

Dans l'enchainement des tâches, la seule contrainte à observer est que, les tâches seront exécutées une à une et selon l'ordre de numérotation ou de codage, donc de A à O; avec leurs durées respectives qui sont les suivantes:

Durée A	**= 3**	**Jours**
Durée B	**= 2**	**Jours**
Durée C	**= 2**	**Jours**
Durée D	**= 5**	**Jours**
Durée E	**= 5**	**Jours**
Durée F	**= 30**	**Jours**
Durée G	**= 7**	**Jours**
Durée H	**= 1**	**Jour**
Durée I	**= 4**	**Jours**
Durée J	**= 2**	**Jours**
Durée K	**= 2**	**Jours**
Durée L	**= 3**	**Jours**
Durée M	**= 2**	**Jours**
Durée N	**= 1**	**Jour**
Durée O	**= 4**	**Jours**

Ainsi, nous aurons un graphe linéaire (une tâche commence exactement quand la précédente atteint sa fin) qui se présentera de la manière suivante:

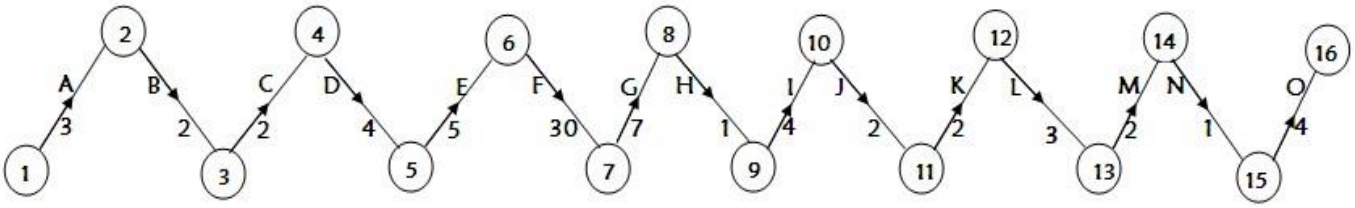


Fig. 1. Graphe PERT

2.6.2 CALCUL DES DATES AU PLUS TÔT ET AU PLUS TARD DES ÉTAPES

2.6.2.1 DATE AU PLUS TÔT

La date de début au plus tôt signifie que, compte tenu des contraintes d'enchaînements et de dépendance des tâches entre elles c'est la première date où il faut commencer la tâche (i) pour espérer terminer le projet dans sa durée minimale.

La date au plus tôt de l'étape X est obtenue en parcourant le graphe du début vers la fin tout en considérant la valeur Maximale des chemins qui vont de A vers X.

Mathématiquement, si la tâche T_i est en début du projet (t_0),

$$\boldsymbol{Ti = f\ (x)\ + v\ (x, y)}$$

2.6.2.2 DATE AU PLUS TARD

La date de début au plus tard signifie que, compte tenu des contraintes d'enchaînements et de dépendance des tâches entre elles c'est la dernière date où il faut terminer la tâche (i) pour espérer ne pas retarder le projet.

La date au plus tard de l'étape X est obtenue en parcourant le graphe de la fin vers le début tout en considérant la valeur Minimale de chemins qui vont de A vers X

Mathématiquement, si la tâche T_i est en début du projet (t_0),

$$\boldsymbol{Ti = f'\ (x)\ - v\ (x, y)}$$

2.6.3 MARGE LIBRE ET MARGE TOTALE DU PROJET

- Marge libre d'une tâche (ML): c'est le délai dont on dispose pour la mise en route d'une tâche sans modifier la date au plus tôt d'une étape.
- Marge totale d'une tâche (MT): On appelle marge totale d'une tâche, le délai dont on dispose pour la mise en route de la tache i sans modifier la date au plus tard de l'étape y; en d'autres termes c'est le retard qu'on peut apporter à la mise en route d'une tache i sans compromettre la durée minimale du projet. C'est en fait le délai maximal de flottement.[7]

Formule:

ML (i) = f (y) -f (x) -v (x,y)	MT (i) =t* (i) -t (i)

Tableau 1. Détermination des dates, des marges et élaboration du chemin et des tâches critiques.

Etape	D. plus tôt	D. plus tard	Délais de Flottement	ML (i)	MT (i)	Conclusion
1	0	0	0	0	0	Critique
2	3	3	0	0	0	Critique
3	5	5	0	0	0	Critique
4	7	7	0	0	0	Critique
5	12	12	0	0	0	Critique
6	17	17	0	0	0	Critique
7	47	47	0	0	0	Critique
8	54	54	0	0	0	Critique
9	55	55	0	0	0	Critique
10	59	59	0	0	0	Critique
11	61	61	0	0	0	Critique
12	63	63	0	0	0	Critique
13	69	69	0	0	0	Critique
14	68	68	0	0	0	Critique
15	69	69	0	0	0	Critique
16	73	73	0	0	0	Critique

CONCLUSION

- Il nous faut 73 jours pour la réalisation totale de ce projet;
- Toutes les tâches et tous les chemins sont critiques, c'est-à-dire sans délai minimal de flottement.

2.6.4 CALENDRIER DE RÉALISATION

Si nous considérons le 01 Août 2011 comme la date du démarrage de notre projet où le dimanche est un jour férié; cela étant dû au programme de l'université, du fait qu'elle est chrétienne on ne travaille pas le jour du Sabbat. Notre projet s'étalera donc sur une période de 2 mois et 13 jours (73 jours) soit du 1er Mai jusqu'au 23 Juillet 2023.

Tableau 2. Calendrier prévisionnel de réalisation du projet

Tache	Activité	Date début	Date fin	Nombre. Jrs	Nombre. Prs.
A	La prise de contact avec les autorités académiques	01/08	03/08	3	1
B	Analyse de l'existant	04/08	05/08	2	1
C	Proposition et choix de la solution	06/08	08/08	2	2
D	Planification et rédaction du cahier de charge	09/08	13/08	5	2
E	Achat des programmes et matériels	15/08	19/08	5	1
F	Implémentation du site web	20/08	23/09	30	2
G	Modification et installation du labo	24/09	01/10	7	3
H	Test et validation en local	03/10	03/10	1	2
I	Formalités de la mise en ligne	04/10	07/10	4	2
J	Mise en ligne du site web	08/10	10/10	2	1
K	Test et validation en ligne	11/10	12/10	2	2
L	Constitution d'une équipe de suivi et maintenance	13/10	15/10	3	2
M	Formation de l'équipe	17/10	18/10	2	2
N	Exposition au public	19/10	19/10	1	2
O	Rédaction du rapport	20/10	23/10	4	2

2.7 ESTIMATION DE COUT DU PROJET

Provisoirement et en prévision, nous estimons le coût du projet comme suit:

N°	Libellé	Coût $	Observation
1	Adobe Dreamweaver	95	A acheter et télécharger chez 01.net
2	Coût de conception	600	Main d'œuvre
3	Coût de téléchargement	20	Aux cybers
4	Hébergement	120/an	Chez broosolution
5	Autres frais	405	Pour le bon déroulement des travaux
	TOTAL	1240	

Compte tenu des revenus que réalise l'institution, nous pensons qu'elle sera à mesure d'assumer ce coût

2.7.1 MISE EN LIGNE DE L'APPLICATION

2.7.1.1 CHOIX D'UN NOM DE DOMAINE

Le système de nom de domaine (Domain Name System ou DNS) aide les utilisateurs à naviguer sur Internet. Chaque ordinateur relié à Internet a une adresse unique appelée " adresse IP ". Étant donné que les adresses IP (qui sont des séries de chiffres) sont difficiles à mémoriser, le DNS permet d'établir une correspondance entre une adresse IP et une série de lettres familières, le " nom de domaine ". Un nom de domaine est ainsi un identifiant, unique, par lequel notre site sera relié au réseau Internet. Un nom de domaine est composé de deux éléments:

- Le Top Level Domain (ou TLD) est le suffixe du nom de domaine (.org,.fr,.net,.com, etc.). On peut classer les TLD en deux catégories. Dans un premier temps, ceux qui définissent un lieu géographique: les ccTLD (pour Country Code TLD), composés de deux lettres identifiant un pays (.fr,.de,.uk). Viennent ensuite les TLD génériques (gTLD), composés de trois lettres ou plus (.com,.net,.org,.info, etc.). Ceux-ci peuvent être librement utilisables et habituellement sont beaucoup moins chers.

L'organisme qui contrôle la validité des TLD est l'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, http://www.icann.org/tr/french.html).

- Un nom choisi par le dépositaire du nom de domaine (dans la mesure où celuici n'a pas encore été choisi par quelqu'un d'autre; vous pouvez le vérifier sur le site de l'AFNIC (l'Association Française pour le Nommage Internet en Coopération, http://www.afnic.fr/).

2.7.1.2 LES HÉBERGEURS GRATUITS

Les fournisseurs d'accès à Internet proposent souvent une offre d'hébergement (en plus de l'offre d'accès à Internet, qui lui, est payant). Ils proposent alors gratuitement un espace de stockage (assez limité la plupart du temps) sur un serveur, pour créer vos pages Web. Exemples: Free (http://www.free.fr/), Club-Internet (http://www.club-internet.fr), etc. Cependant, cet hébergement gratuit est quelquefois offert en contrepartie de publicités diverses affichées sur votre site (sous forme de bannière ou de fenêtres pop-up). Donc, nous devons seulement vérifier en détail les conditions dans lesquelles le service est rendu !

Par ailleurs, n'oubliez pas qu'avec ce genre de service, la disponibilité de notre site web ne sera pas garantie à 100%... Il est à noter également qu'il est relativement rare de pouvoir mettre en place le nom de domaine de son choix avec ce type d'hébergement. On nous proposera en général un nom du type: mon_nom.nom_fournisseur.com/ma_page. Cependant, nous aurons parfois la possibilité de mettre en place une redirection de notre nom de domaine vers l'URL qu'impose l'hébergeur. Ainsi, s'il faut que nous choisissions un hébergeur gratuit, nous préférerons aller chez WEBOU: http://www.webou.net/; voici ses caractéristiques de l'offre d'hébergement:

Caractéristiques de l'offre[3]	
Espace disque	500 Mo
Bande passante	3000 Mo
Scripting	PHP 5.2.4 Support des fichiers.htaccess, l'url rewriting, GD (), mail ()... (voir phpinfo ())
Base de données	1 base de données Mysql
Comptes email	5 comptes POP
Nom de domaine	.webou.net ou votre propre nom de domaine.
FTP	Une accès FTP par compte
Panel d'administration	Webou.net vous propose CPanel pour une administration complète de votre site.
Statistiques	Awstats pour des statistiques complètes
Support	Webou.net vous offre un support permanent grâce à son forum
Script pré-installés	Installation automatique de scripts (Forum, Cms, blog... etc.)
Prix	Gratuit

2.7.1.3 LES HÉBERGEURS PAYANTS

Ceux-ci garantissent en général un service de meilleure qualité (surtout vis-à-vis de la bande passante) et de sécurité (vos données sont sécurisées et le nombre de pannes se fait moins fréquent), ce qui s'avère indispensable dans le cas d'un site à trafic important.

Les hébergeurs professionnels vous proposent en général deux principaux types d'hébergement:

- L'hébergement dédié: chaque client possède son propre serveur, avec un accès administrateur qui lui est propre. On parle alors de " serveur dédié ".
- L'hébergement mutualisé (le plus courant et le plus économique): les clients se partagent un même serveur (attention, ceci ne veut pas dire que chacun pourra fouiner dans le site des autres !).

Ce dernier type d'hébergement vous propose un serveur avec une configuration donnée, un espace de stockage bien défini et un ensemble de services de base (bases de données, comptes de messagerie, serveur de listes de diffusion, etc.). Avec ce type d'hébergement, vous n'avez généralement pas accès directement au serveur: la configuration du système se fait via une interface Web. Donc, il faut se renseigner au préalable sur les paramètres de configuration sur lesquels il vous sera possible d'agir (configuration du serveur web, configuration de système de gestion de base de données, etc.)

Conformément à tous ces critères, s'il faut choisir un hébergeur payant, notre choix pourra tomber chez Broosolution, ou chez SkyNet; du fait que ces hébergeurs sont locaux et ils offrent un hébergement de qualité et à moins cher.

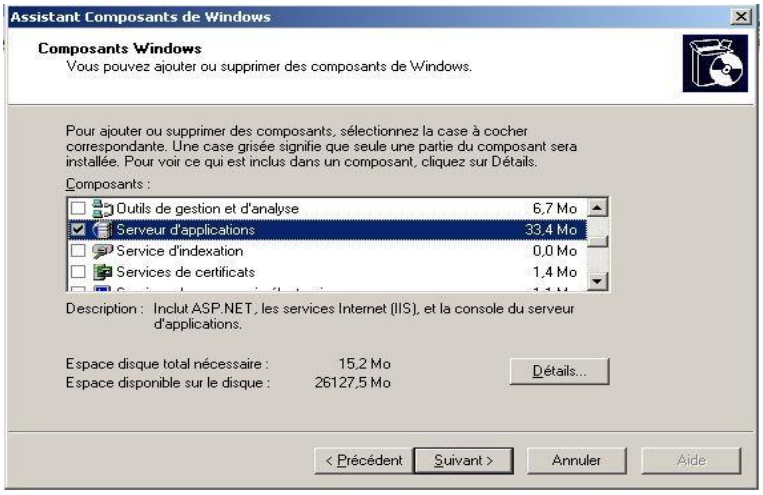
2.7.1.4 DÉPLOIEMENT DE L'APPLICATION

Comme l'hébergement n'est pas encore prêt, nous proposerons le déploiement de l'application en intranet sur 2003 serveur;

Ainsi, après avoir installé le système d'exploitation, il faudra installer aussi, Microsoft dotNet Framework, MySql admin pour la prise en charge des bases de données et PHP 5 pour la compilation du code PHP; ensuite, il faudra configurer IIS, ce service inclus la prise en charge du web, des protocoles FTP, SMTP et NNTP ainsi que les extensions serveur front page et des pages ANP; voici la procédure:

Aller sur ajouter ou supprimer des composants Windows dans l'ajout et suppression des programmes du panneau de configuration, aller sur suivant après avoir cocher sur serveur d'application,

[3] http://www.webou.net/



Sélectionner Service IIS et cliquer sur détail,



Cliquer sur OK après avoir sélectionné NNTP services, Services FTP et service World Wilde Web,



La machine va te demander d'insérer le CD d'installation; après installation cliquer sur termine.

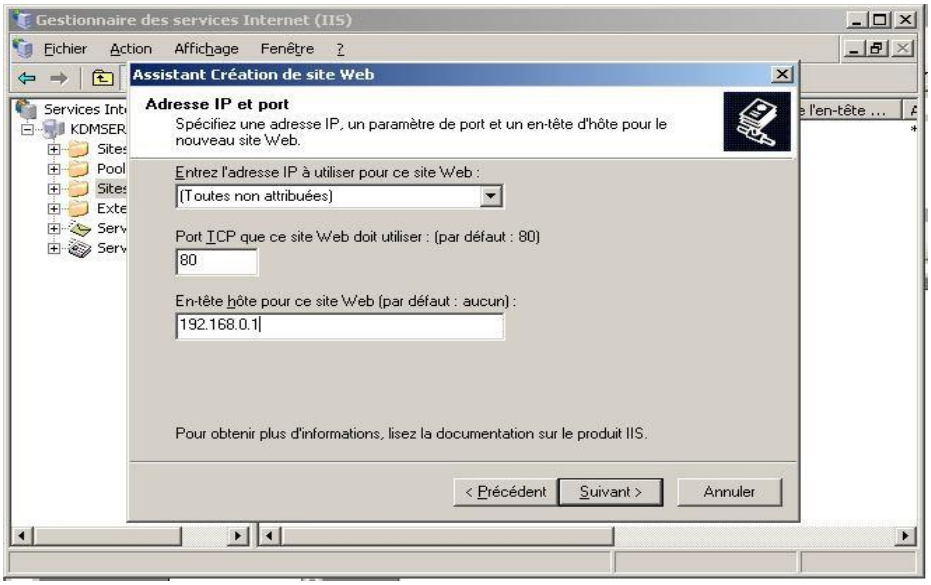


Après, il nous suffira simplement de configurer le serveur dont voici les étapes:

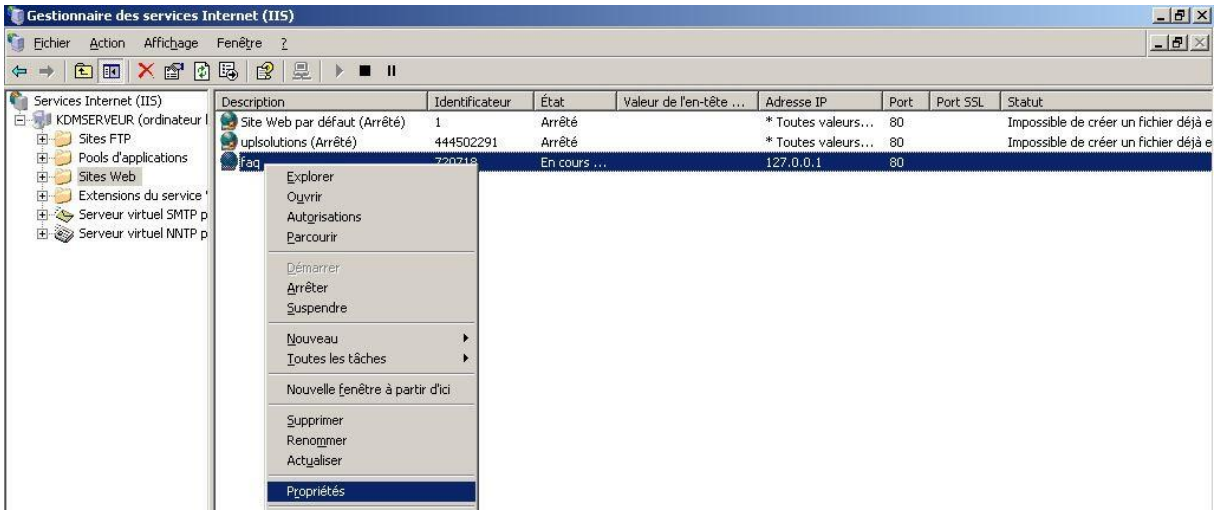
- Commencer par copier le fichier php5isapi.dll et dans le répertoire php5ts.dll C: \WINDOWS3\system32\inetsrv
- Copier aussi le fichier libmySQL.dll dans le répertoire C: \WINDOWS3\system32\
- Aller dans outils d'administration, ouvrir les Services Internet (IIS) et la fenêtre suivante va apparaître:



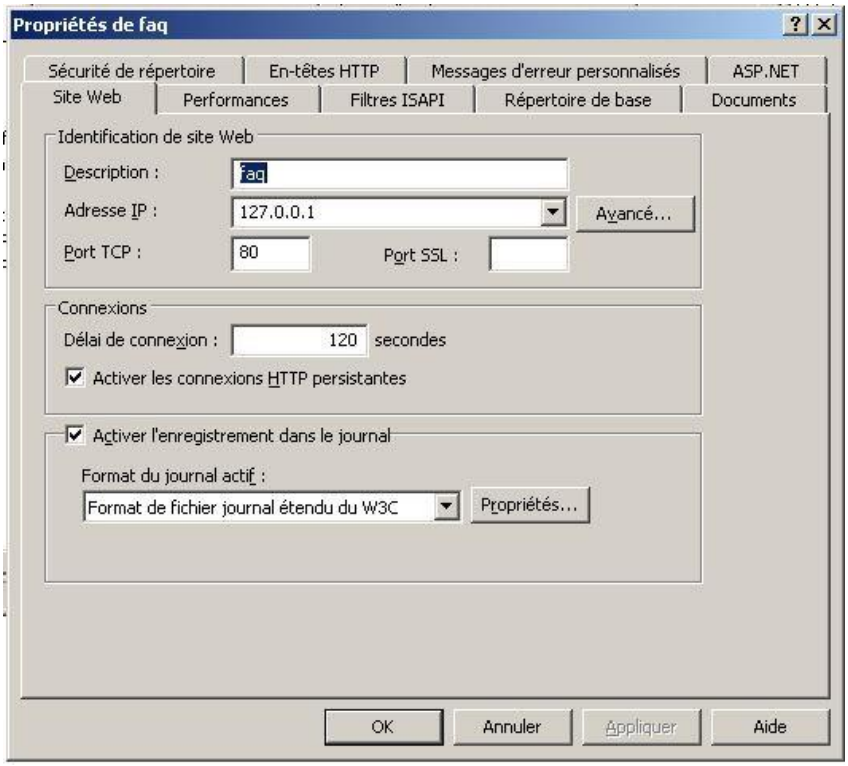
Spécifier ici une adresse IP, un paramètre de port et un en-tête d'hôte pour le nouveau site web.



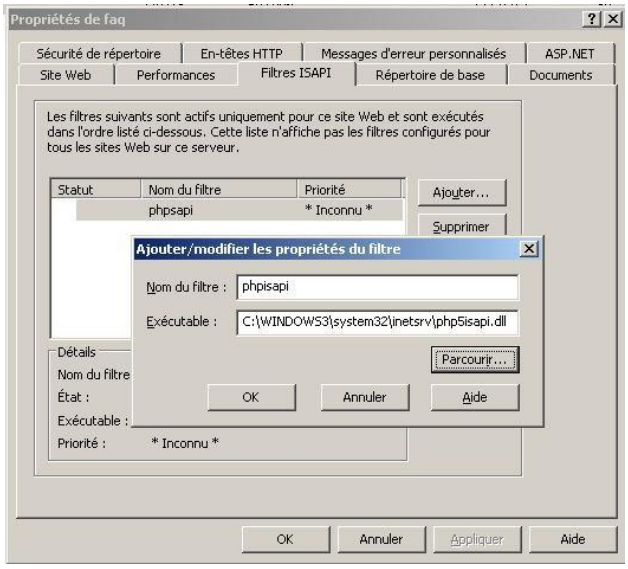
Après, cela votre site ou répertoire va s'afficher comme dans la fenêtre suivante:

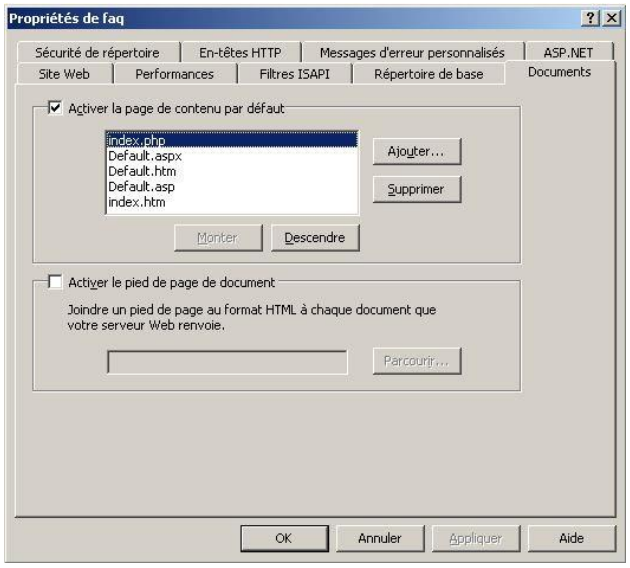


Faites un clic droit sur votre site, aller sur propriété, une fenêtre comme celle-ci va apparaître:



Dans l'onglet site web, écrire la description, l'adresse IP et le port, dans filtres ISAPI, écrire le nom du filtre et ajouter l'exécutable (php5isapi.dll); ajouter le répertoire du site dans le répertoire de base; ajouter index.php et le faire monter. Cliquer sur Appliquer puis sur Ok.





Ouvrir l'invite de commande, saisir les commandes suivantes: net stop iisadmin pour arrêter les services IIS puis les redémarrer avec la commande net start w3svc

Il faut maintenant tester dans le navigateur.

3 DISCUSSION

Après analyse de système existant, notamment en tenant compte du comportement des étudiants quand il s'agit de diagnostiquer une panne, nous nous sommes rendu compte de la nécessité d'introduire une application informatique qui pourra leurs servir d'aide-mémoire ou de référence en cas de besoin.

4 CONCLUSION

Tout individu a droit à la liberté d'opinion et d'expression, ce qui implique le droit de ne pas être inquiété pour ses opinions et celui de chercher, de recevoir et répandre les informations et les idées.

Nous voici au terme de notre travail, ayant pour sujet: « Promotion de l'autoformation des étudiants et la consultation des ressources via un site web dynamique ». Ce présent travail s'inscrit dans le cadre d'un article élaboré au sein de l'institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi (RDC), Il aboutit à la conception du site web qui servira d'outil aux étudiants de ladite institution.

Nous sommes convaincus que la conception de cet outil de documentation sur les pannes, en intégrant l'ajout, la diffusion et la consultation interactive, n'a aucune vocation de remplacer les autres sites, applications, Faqs existants dans son genre; mais celle d'améliorer le système de l'éducation en informatique et d'inciter les étudiants à avoir d'une part l'habitude de se documenter et de documenter les pannes rencontrées pour la réutilisabilité de la solution et d'autre part de pousser les étudiants à la recherche, à la lecture, au partage d'informations et à marquer des estampilles. Il a aussi pour vocation d'aider les étudiants à remédier aux différents problèmes de dépannage qu'ils rencontreront dans leur vie courante et les mettre à la hauteur d'un diagnostic précis.

Ainsi donc, nous admettons que la mise en place de cet outil va certainement aider les étudiants à être à la sublimité de diagnostiquer et apporter solutions aux différents problèmes informatiques qu'ils rencontreront.

REFERENCES

[1] DEBRAUWER L. et VAN DER EYDE F., UML 2 Initiation, exemples et exercices corrigés, Paris, Eni, 2ième édition, 2000.
[2] Damien S. et Philippe G., Sécurité PHP et MySQL, Paris, Eyrolles, 2007.
[3] Jean-Marie Defrance, PHP-MySQL avec Dreamweaver 8, Paris, Eyrolles, 2006.
[4] HEURTERL O., PHP et MySQL - Maîtrisez le développement d'un site Web dynamique et interactif, Enis, 2008.
[5] VAN LANKER L., HTML 4 Maîtrisez le code source, Paris, Eni 3ème édition, 2008.
[6] SOMBODI C., *Programmation web,* inédit, deuxième licence Informatique, Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi, 2021-2022.
[7] MUKANYA S., *Gestion des projets,* inédit, G3 Informatique, Université Protestante de Lubumbashi, 2008-2009.
[8] LUBAMBA KIBAMBE, Cours de méthode de recherche scientifique, UPL, inédit, 2008-2009.
[9] Studio Vitamine, Héberger gratuitement son site internet en linge, http://mapremiere-page-web.studiovitamine.com/, page consultée le 15 juin 2011.
[10] Principe de publication d'un site web http://www.unixgarden.com
[11] http://www.webou.net/.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 686-697
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Diversity and availability of woodfuel used in rural areas by Koulango and Lobi populations on Eastern periphery of Comoé National Park (Côte d'Ivoire)

Yao Bertin KOUAKOU[1], Kanga Justin KOUASSI[1], Affia Sonmia Francia KOSSONOU[1], N'Guessan Achille KOFFI[1], Djah François MALAN[2-3], and Adama BAKAYOKO[2-4]

[1]Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

[2]Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[3]Institut Botanique Aké-Assi d'Andokoi, 08 BP 172, Abidjan 08, Côte d'Ivoire

[4]Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, 01. BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 study aims to investigate the diversity of species and assessing the availability of woodfuel plants used in rural areas by Koulango and Lobi populations on Eastern periphery of Comoé National Park. Two surveys were conducted in ten villages: a house-to-house interview and an individual walk-in-the woods interview with some informants. Frequency of citation use value were used to estimate the local knowledge of woodfuel plants. Floristic inventory based on random plot sampling method was applied on 200 small squares. A qualitative analysis through the households has showed that firewood was the fuel most used in households. Among the useful species, 6 plants were the most use species by both local populations. According to plants availability, in Comoé National Park, juvenile individual of 12 plants such as *Berlinia grandiflora, Burkea africana* and *Vitellaria paradoxa* were the most abundant species. Adult individual of plants were the most abundant species. In rural area, 8 plants like *Daniellia oliveri,* and *Vitellaria paradoxa* were the most abundant species. *Annona senegalensis, Saba senegalensis* and *Vitellaria paradoxa* were the 3 most abundant species. However, juvenile individual and adult individual of 16 plants such as *Bombax costatum Margaritaria discoidea* and *Raphia sudanica* were very rare in both areas (CNP and rural area).
The study pointed out the importance of use value as tool to select the species which conservation must be emphasized in the management plans to meet not only the need of the populations but also to improve the conservation statute of the species. Finally, this study raises the fact that there is an urgent need to develop methods for a sustainable use of these plants from Eastern periphery of Comoé National Park.

KEYWORDS: Wood fuel plants, Use value, Abundance, Comoé National Park, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

In Côte d'Ivoire, Forest cover 8.14 million ha for 1960s [1]. According these authors, the 1980s and 2000s have respectively forest cover of about 2.6 million ha and 1.35 million ha. The forest area is almost reduced to a few shreds of secondary forests, isolated in a succession of plantations and fallow land [2]. These periods are characterized by high fragmentation and loss of rain forests in Côte d'Ivoire. Some factor could justify this situation. In Côte d'Ivoire, plants represent direct inputs to satisfy different household needs for food [3], medicine [4], materials for construction [5] and fuel [6]. Concerning fuel, it must also be noted that energy use depends upon their accessibility/availability as well as energy costs. Seen the poverty of developing countries and the price increase for petroleum products, firewood is still the most used fuel in rural areas, charcoal is mainly intended for large cities. Thus, the demand for fuelwood for cooking and heating is often cited as the most important cause of deforestation in developing countries [7]. However, people in any given community do not use and value all plant species

equally [8]. Population growth in Côte d'Ivoire [9], particular population on Eastern periphery of Comoé National Park [10]. The Comoé National Park is the biggest protect area of Côte d'Ivoire [11]. With the increase of population on Eastern periphery of Comoé National Park, it is expected that the number of people relying on wood as their source of fuel will continue to rise. This high pressure exerted on forest resources and natural ecosystems in Northem Côte d'Ivoire [12] make it urgent to predict energy demand in the long run for policy adjustments. This investigation seem very important and aimed to evaluate diversity and avaibility of plants (in Comoé National Park and rural area) used like woodfuel by Koulango and Lobi populations on Eastern periphery of Comoé National Park.

2 METHODS

2.1 STUDY AREA

The Comoé National Park is located in the North-East of Côte d'Ivoire between 8°30' and 9°40' N and 3°10' and 4°20' W [10]; [13]. The Comoé National Park belongs to the geophysical region of the "Northern Plateaus", a vast peneplain with an average altitude of 300 m [14]. This group of level or softly undulated plateaus is locally dominated by some hills and barriers of green rocks with North-South orientation, whose altitude is between 500 and 600 m. With a tropical climate of a subhumid type, the hydrographic network of the CNP is almost entirely made up of the Comoé River from which it derives its name. Around 87 % of its total area are drained over a length of 200 km from North to South [11]; [13]. Its location in the transition area between the savanna and the Guinean forest zone gives it high biological diversity and a variety of landscapes [15]. It covers a total area of 1 149 150 ha and is one of the three links of the country's "ecological diagonal" [10]; [16]. Numerous scientific researches on CNP flora have lead to list of 620 plant species composed of 191 ligneous species (62 trees, 129 shrubs and vines) and 429 herbaceous Species including 104 grasses On a touristic level, it offers the best perspectives for viewing large fauna A large number of mammal's characteristic of the West African savanna was recorded in the Comoé National Park. Its estimate around 135 species of mammals including 68 large species, 27 rodent and insectivore species and 40 chiroptera species [11].

2.2 DATA COLLECTION

Data were through conducting semi-structured interviews with local residents and our field-based observations. Between September 2015 and April 2016, a semi- structured questionnaire was used to investigate ten Eastern periphery Koulango villages of Comoé National Park (Assoum 1, Bania, Biguilaye, Koflandé, Kointan, Kokpingué, Kounzié, Saye, Yalo, Vigoli,). Between August and December 2016 same manner was done in Lobi population in the same village. In each village a local language was used with the help of translator. Some household visits were carried out before population occupation of the day. Another household visits were carried out at the end of the day after locals came back from their occupation. The households were sampled opportunistically. To avoid recurrent information, each person (>18 years) per house was questioned individually. Three homes were hostile to our visit and refused to answer.

2.3 PLANT USE STUDY

2.3.1 HOUSE-TO-HOUSE SURVEYS

The first survey method was achieved during a house-to-house interview Koulango = 434 and 436 Lobi, age ranging from 18 to 75 years. In these surveys streets were selected at random and all households within those streets were approached by the interviewer moving from house-to-house [17]. According these authors, data arising will have limited bias and it should therefore be possible to extrapolate results from the sample as the total number of households in the community is known. The house-to-house surveys all included social housing. Questions were: What is the traditional energy do you use? Which plants do you use? Where do you collected them? How much do you cost them in other cases?

2.3.2 WALK-IN-THE WOODS METHOD

Before comparative study was carried out, information on plant names and uses was collected by walking around the village and nearby area with our traditional experts and guides. This exercise was known as the "walk in the woods". This is a standard ethnobotany method used to obtain information through the study of living plants [4]. This approach helped establish the credentials of our informants, identify any useful plants of the area not included in the comparative study, and improved the quality of the comparative data, by obtaining some names in advance that assisted identification of the herbarium specimens.

2.4 EVALUATION OF LOCAL KNOWLEDGE

There are several indices to scientifically estimate indigenous knowledge in a specific field [4]. However, the most commonly used are those based on informant consensus, i.e. the level of agreement among various interviewees These indices, using spontaneous quotations, are based on the principle that the greater the salience of a given plant or use in the community, the more likely it is to be mentioned [18]. In this study, we determined the level of knowledge of plant uses with frequency of citation (FC) and the intensity of use of the plants was calculated using the ethnobotanical use value.

2.4.1 FREQUENCY OF CITATION

One of the simplest and best known is the frequency of citation (FC), i.e. the number of informants who mentioned a given species. It is a good index to evaluate the credibility of collected information and the level of knowledge within a surveyed population [18].

The frequency of citation (FC) is calculated as [20]:

$$FC = \frac{n}{N} \times 100$$

Where n is the number of persons cited species for a particular wood fuel and N is the total number of persons interweaved.

The frequency of citation is ranges from 0 to 100 (maximum importance).

The FC indicates the level of knowledge on use according to ethnic groups: 0 ≤ FC < 25%: low level of knowledge, 25 ≤ FC < 50%: enough level of knowledge, 50 ≤ FC ≤ 100%: very good level of knowledge

2.4.2 USE VALUE

In addition, the use value (UV) was calculated for each plant using. The importance of plant according to different ethnic groups was determined through the computation of the use value for each ethnic group [20]. This method is used by several authors [21]. The use value of a given species in a use category is represented by its mean use score within that category. It is calculated by the formula:

$$VU(i) = \frac{\sum_i^n Sj}{N}$$

Where, UV (i) is the ethnobotanical use value of species i within a given use category, Si is the use score assigned by respondent and N is the number of respondents.

Two scores were set to assess the level of species used in each use category: 2 = very important or highly used; 1 = moderately important or medium used and 0 = species unimportant or without use.

The use value is ranges from 0 to 2 (maximum importance).

The UV indicates the intensity of use of the plants according to ethnic groups: 0 ≤ UV < 0.66: low intensity, 0.66 ≤ UV < 1.2: medium intensity, 1.2 ≤ UV ≤ 2: very good intensity.

2.5 AVAILABILITY STUDY

This study aimed at evaluating availability of plants from Northern Côte d'Ivoire. Floristic inventory based on random plot sampling method was applied on 200 small squares (30 m x 30 m). In each small square, number of individuals of plant is enumerate. Finally, dbh was measured. In this study, all trees species with dbh < 3.18 cm are juvenile and we considered all trees species adult when dbh ≥ 3.18 cm (Fig. 1)

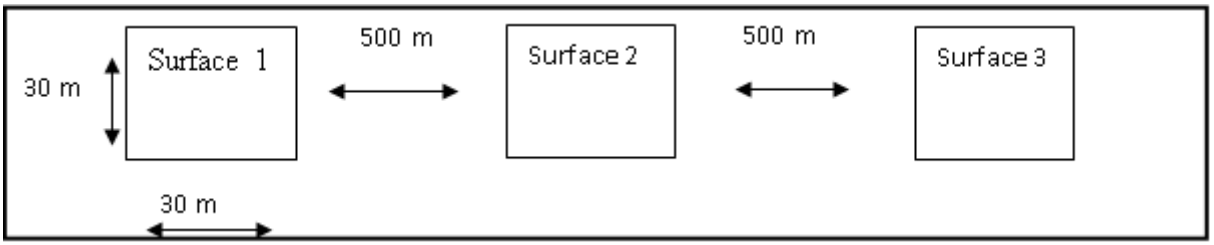


Fig. 1. Experimental dispositive instal in Comoé National Park and rural area.

The rarefaction index (RI) is calculated as:

$$Ri = (1 - \frac{ni}{N}) \text{ X } 100$$

Ri rarefaction index of specie *i, ni* number of area where the specie *i* collected and *N* total number of areas. This index range to 0 à 100. It belonging to six classes (Table I). So, specie which rarefaction index is between 80 and 100% give evidence of rarely of this specie.

Table 1. Interpretation of rarefaction index value

Rarefaction index (%)	Characteristic
Ri < 10	Abundant specie
10 ≤ Ri < 20	Frequent specie
20 ≤ Ri < 40	Constant specie
40 ≤ Ri <60	Accessoiry specie
60 ≤ Ri < 80	Accidental specie
80 ≤ Ri ≤ 100	Rare specie

2.6 VOUCHERS IDENTIFICATION

The collected vouchers were identified at the Laboratory of Botany of Nangui Abrogoua University (Abidjan) with some document such as [22], [23], [24], [25]; [26]. Plant scientific name and confirmed at the Herbarium of Ivorian National Floristic Centre (ABJ). Voucher specimens were deposited at the Laboratory of Botany of Nangui Abrogoua University (Abidjan).

3 RESULTS

By Koulango and Lobi population, 62 plants belonging to 51 genera and 22 families are used to make firewood and charcoal. Many plants cannot be to use as firewood and charcoal. Wood of *Berlinia grandiflora* and *Daniellia oliveri,* contains too much moisture and must be dried. Women and children (Fig. 2) are most collectors and collected trees after rain season. They do not fell live trees for firewood. By Koulango and Lobi population, charcoal prices have been stable at around 100 F CFA per kilogram. The price of medium sack included 2500 F CFA to 5000 F CFA and the big sack cost 7500 F CFA to 10. 000 F CFA.



Fig. 2. Collectors of firewood in rural area by Koulango and Lobi

3.1 TYPE OF TRADITIONAL ENERGY USING IN HOUSEHOLDS

They are two traditional types of energy (Fig. 3 A and 3 B). Our research revealed that firewood (FC = 79.08%) is the dominant fuel type used by rural households. After firewood, 20.92 % of population used both (firewood and charcoal). But, in this study, nobody used only charcoal (Table 2).

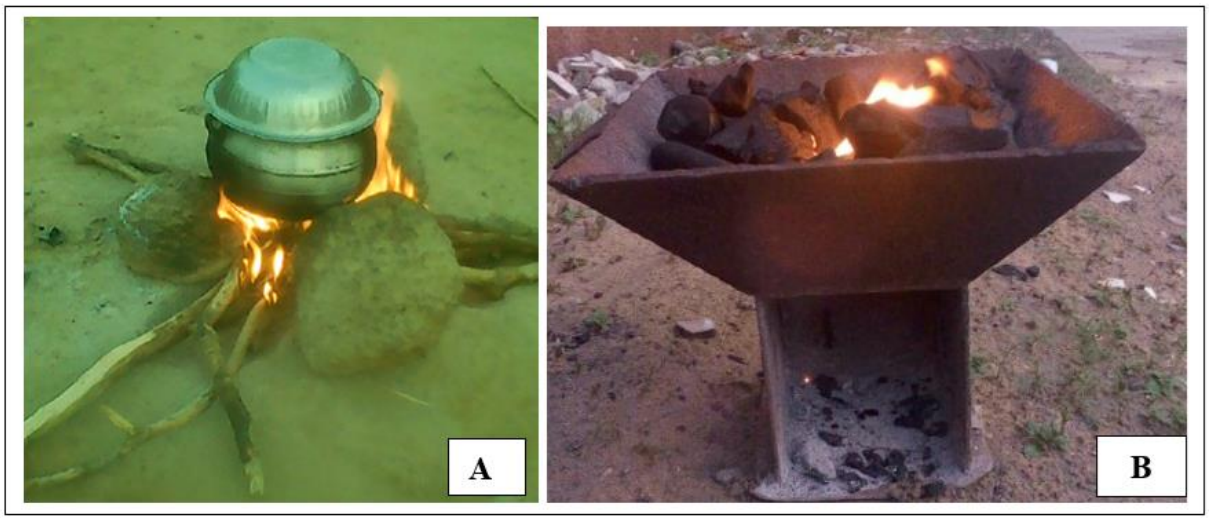


Fig. 3. Type of traditional energy using in households. A: firewood; B: Charchoal

Table 2. Fuel mixes in households

Fuel mixes	Proportion (%) in general	Proportion (%) by Koulango	Proportion (%) by Lobi
Only Fuelwood	79.08	35.86	43.22
Only Charcoal	0	0	0
Fuelwood and Charcoal	20.92	14.02	6.9

3.2 COLLECTION SOURCE

Koulango and Lobi collected trees to make firewood essentially in fallow (FC =61%) The second source is own farms (FC = 30.88). The last source where they collected trees in vegetation (FC = 8.12) after fire of bush (Fig. 4). All charcoal producers collected trees in vegetation.

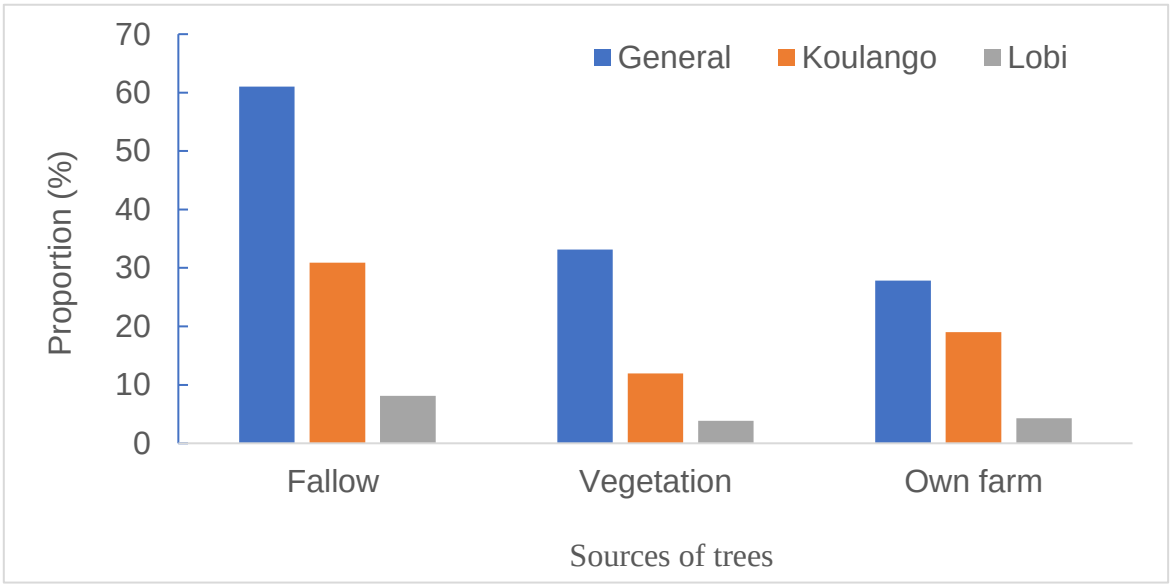


Fig. 4. Sources of trees collected to make firewood

3.3 FREQUENCY OF CITATION

Analysis of data based on their frequency of citation showed that, eight species level of knowledge had very well. They were *Vitellaria paradoxa* (FC = 85.15%), *Detarium microcarpum* (FC = 77.75%), *Pterocarpus erinaceus* (FC = 71.25%), *Terminalia avicennioides* (FC = 67.55%), *Isoberlinia doka* (FC = 63.85%), *Burkea africana* (FC = 63.75%), *Lophira lanceolata* (FC = 61.45%) and *Parinari curatellifolia* (FC = 60%). Without this first group many plants such as *Bobgunnia madagascariensis* (FC = 0.42%), *Lannea barteri* (FC = 0.48%) and *Margaritaria discoidea* (FC = 0.72%) level of knowledge were fair (Fig. 5).

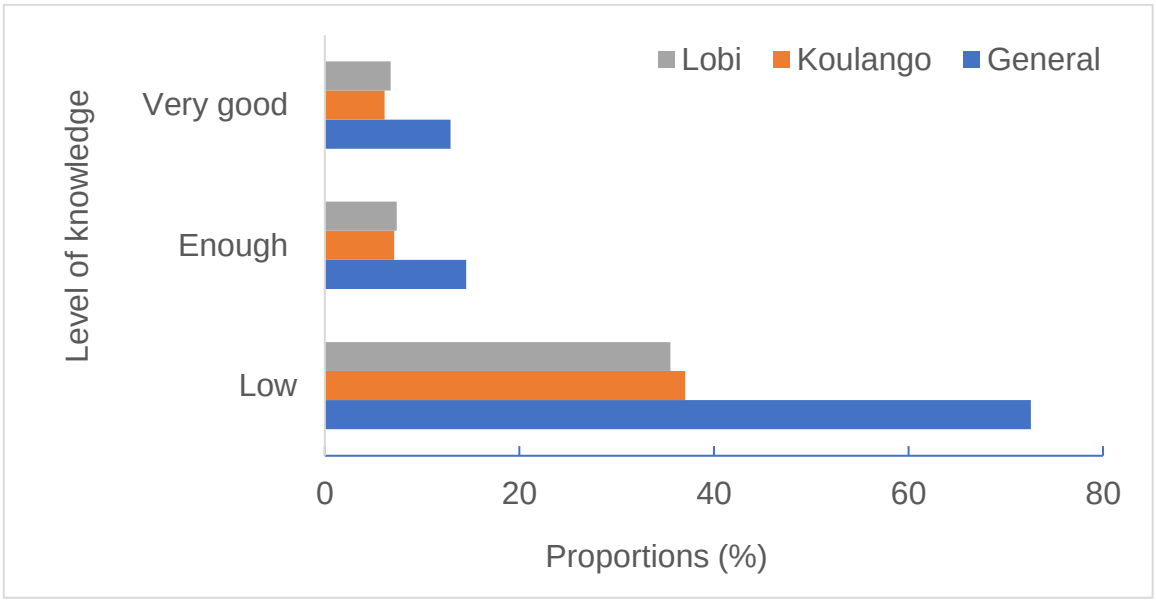


Fig. 5. Proportions of knowledge level of plant

3.4 PLANT USE VALUES

Among the use value, seven species were most commonly used (1.2 ≤ VU ≤ 1.78). For both ethnic groups, species with highest ethnobotanical use-values are: *Vitellaria paradoxa* (VU = 1.78), *Pterocarpus erinaceus* (VU = 1.48), *Detarium microcarpum* (VU = 1.47), *Isoberlinia doka* (VU = 1.24), *Terminalia avicennioides* (VU = 1.22), *Burkea africana* (VU = 1.2), *Lophira lanceolata* (VU = 1.2). Forty-seven species were most rarely used. *Berlinia grandiflora* (VU = 0.52), *Berlinia confusa* (VU = 0.02) and *Cassia sieberiana* (VU = 0.06) were range in this group (Fig. 6).

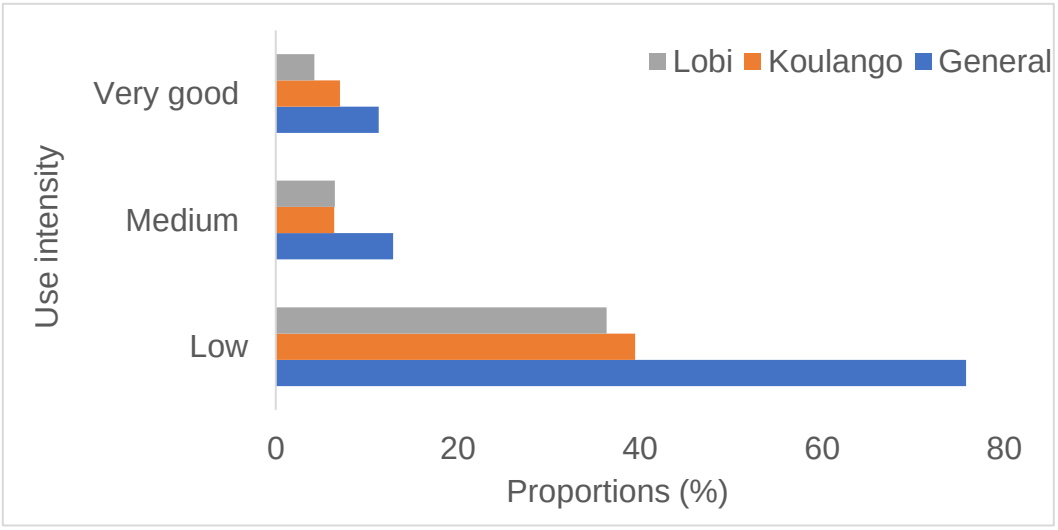


Fig. 6. Proportions of plants use intensity

3.5 IMPACT OF TREE HARVESTING FOR FUELWOOD

Many trees are collected to make firewood and charcoal by Koulango and Lobi. Parts use are branch) of plants are use. Firewood and charcoal use in rural areas has been concern about the environmental impact that is because collected firewood is mostly from deadwood or small branches, though charcoal is mainly produced from living trunks or branches.

3.6 SPECIE AVAIBILITY

A total of 200 sample plots (100 in CNP and 100 in rural areas) were established to study the plant species abundance in the study area. Concerning juvenile individual, in Comoé National Park, *Acacia dudgeonii, Annona senegalensis, Berlinia grandiflora, Burkea africana, Daniellia oliveri, Detarium microcarpum, Hymenocardia acida, Isoberlinia doka, Pericopsis laxiflora, Saba senegalensis, Terminalia avicennioides* and *Vitellaria paradoxa* were the 12 most abundant species. However, 16 plants such as *Adansonia digitata, Bombax costatum Lannea barteri, Margaritaria discoidea* and *Raphia sudanica* were very rare. In rural area, *Annona senegalensis, Burkea africana, Daniellia oliveri, Hymenocardia acida, Isoberlinia doka, Saba senegalensis, Terminalia avicennioides* and *Vitellaria paradoxa* were the 8 most abundant species. Except for these plants, 23 plants that *Adansonia digitata, Azadirachta indica, Blighia sapida, Flacourtia indica* and *Ceiba pentandra* were very rare (Fig. 7).

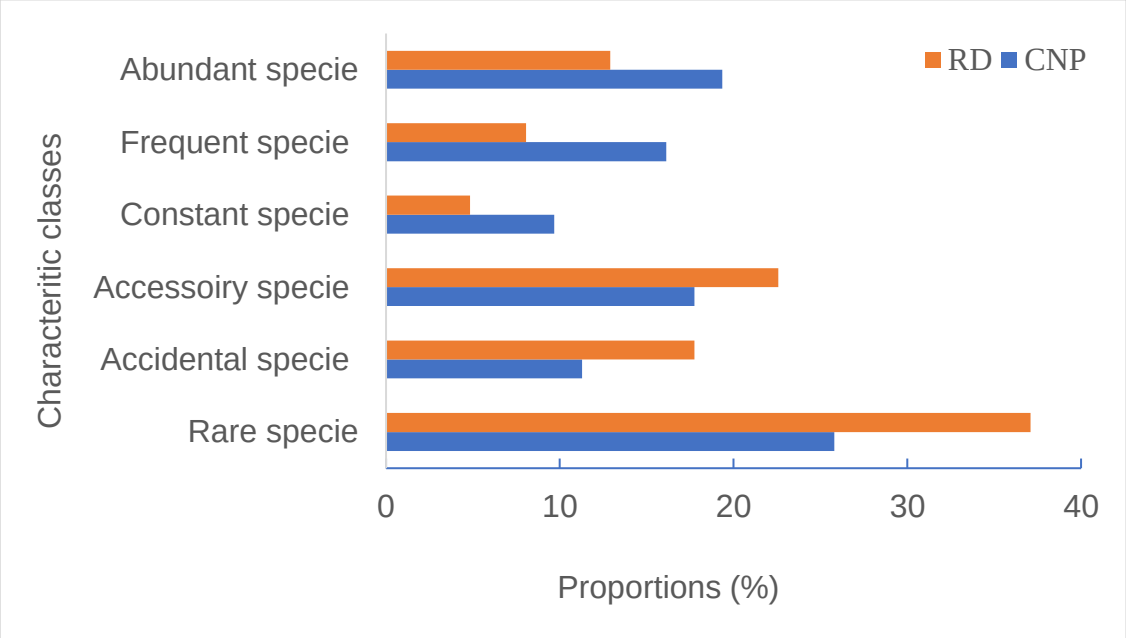


Fig. 7. Availability of Juvenile species (RD: Rural Domaine; CNP: Comoé National Park)

Concerning adult individual, in Comoé National Park, *Annona senegalensis, Daniellia oliveri, Hymenocardia acida, Isoberlinia doka, Terminalia avicennioides* and *Vitellaria paradoxa* were the 6 most abundant species. However, 23 plants such as *Adansonia digitata, Anogeissus leiocarpus, Bombax costatum, Ceiba pentandra, Flacourtia indica* and *Phoenix reclinata* were very rare. In rural area, *Annona senegalensis, Saba senegalensis* and *Vitellaria paradoxa* were the 3 most abundant species. Except for these plants, 23 plants that *Adansonia digitata, Anogeissus leiocarpus, Bombax costatum, Ceiba pentandra, Flacourtia indica, Phoenix reclinata* and *Vitex doniana* were very rare (Fig. 8).

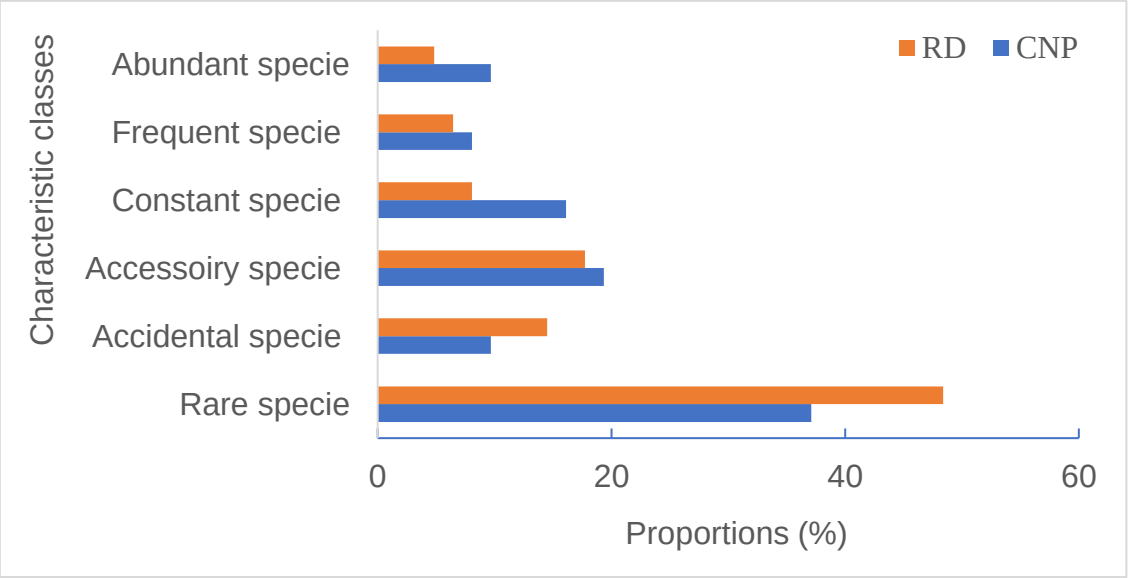


Fig. 8. Availability of adults species (RD: Rural Domaine; CNP: Comoé National Park)

4 DISCUSSION

Women and children collected trees after rain season. They do not fell live trees for firewood. The reasons for collecting fuelwood in this manner are several. First, live trees are difficult to cut down, especially when compared to the ease with which and dead branches are harvested. Second, live wood cannot be burnt immediately. The wood contains too much moisture and must be dried before it can serve as fuel. Wood from *Combretum spp*. is said to dry the fastest, and villagers report that it takes a minimum of a week under the hot season sun before it is combustible.

The proportions indicate the percentage of households using a particular fuel mix. Fuelwood is the most important source of domestic energy in the rural areas by Koulango and Lobi populations on Eastern periphery of Comoé National Park. This result could justify itself by the fact that several rural households cannot afford modern fuels such as liquefied petroleum gas (LPG) or electricity; hence, they resort to firewood [27]. The higher percentage depending on fuelwood further supports the earlier argument on heavy dependence on this energy source by households. Similarly, as reported by [28], the mix of fuelwood and charcoal comes second in terms of energy source for most rural households in Kakamega Forest, Western Kenya. However, the production and use of woodfuel (firewood and charcoal) is an important in Sub-Saharan Africa, close to 90% of the population rely on it as primary energy source [29]. Notably missing is the use of electricity or even liquefied petroleum gas; indicating clearly that households depend entirely on natural resource base for their energy source.

Firewood collection sites are generally fallow fields that will be cultivated again in the future. This firewood collection sites are corroborated by [30]. But, in Kakamega Forest, Western Kenya, population collected trees in own farms [28]. All charcoal producers collected trees in vegetation. But, in Uganda it difficult to identify the origin of trees that were cut to produce charcoal [31].

By Koulango and Lobi population, charcoal was selling. Its same observations in many areas. In sub-Saharan Africa, charcoal prices have been surprisingly stable at around 10 US cents ($0.10) per kilogram for the past couple of decades [32]. Moreover, the charcoal sector has considerable economic value for example, an estimated US$650 million and US$1.6 billion annually for the United Republic of Tanzania and Kenya, respectively [33]. In urban and rural Communities in Yedashe Township, the annual household of firewood and charcoal income ranged from US$720 to $24,000 [34].

The ethnobotanical use value is widely recognized as a reliable tool to quantify the relative importance of a species for a community [35]. Species with highest ethnobotanical use values for the two ethnic groups are: *Vitellaria paradoxa, Pterocarpus erinaceus, Detarium microcarpum, Isoberlinia doka, Terminalia avicennioides, Burkea africana* and *Lophira lanceolata*. According to [36], when the use value of a scarce species is high, it may reflect a high pressure on the species. This indication is expected to suggest specific conservation measures to avoid overexploitation. Caution should however be taken in interpreting the results of use values, because the method does not clearly distinguish between past, present and potential uses of the species [37].

Many trees are collected to make firewood and charcoal. All women observed during the course of the study collected fuelwood by breaking dead limbs and felling snags. Further, they reported that they do not fell live trees for fuelwood. This fuelwood collection technique is corroborated to some degree by [30]. Also, rural fuelwood demands may not be problematic at present, other concerns present themselves given current land management practices. [30] note that fuelwood is a by-product of agriculture. Some of the woody biomass cleared during agricultural field preparation is used as fuelwood. Whether tree harvesting for charcoal production causes deforestation [38]. Similarly, as reported by [39] and [34] studies in Myanmar have reported that firewood collection and charcoal production contribute to deforestation there. With population growth on Eastern periphery of Comoé National Park, Côte d'Ivoire [10], globally, the use of wood fuels has been growing in line. Because, the needs of a growing population in rural landscapes have driven exploitation of ecosystems, causing degradation of their services [29]. Accordingly, using of trunks or branches collected to charcoal contribute necessarily to deforestation. As [34] previously mentioned thing in urban and rural communities in Yedashe Township, Myanmar.

The most juvenile and adult abundant plants in both areas (CPN and rural area) were *Annona senegalensis, Terminalia avicennioides* and *Vitellaria paradoxa*. Among 16 plants (*Adansonia digitata, Azadirachta indica, Blighia sapida, Flacourtia indica* and *Ceiba pentandra*) in both areas were rare and threatened. Concerning the Comoé National Park, bush fires, plants intensity regeneration and sometime, agriculture contribute to the loss of plants. In rural area, overexploitation, agriculture, demographic pressure, grazing and bush fires contribute to the loss of indigenous plants. So, it is necessary to sensitize populations on quantity of plants must be collected. Plantings of some plants would help to restore the declining resources of many important species and could also have positive benefits on the environment.

5 CONCLUSION

This study revealed that 62 plants used as firewood and charcoal on Eastern periphery of Comoé National Park. The study through that deadwood or small branches were collected to firewood and trunks or branches were collected to charcoal. Generally, women and children collected trees for firewood in fallow fields and all charcoal producers collected trees in vegetation. The study clearly showed differences in use value of the species. Species with highest ethnobotanical use values for the two ethnic groups are: *Vitellaria paradoxa, Pterocarpus erinaceus, Detarium microcarpum, Isoberlinia doka, Terminalia avicennioides, Burkea africana* and *Lophira lanceolate*. Juvenile and adult individual of 16 plants such as *Adansonia digitata, Azadirachta indica, Blighia sapida, Ceiba pentandra* and *Flacourtia indica* were rare and threatened in both areas. This study raises the fact that there is an urgent need to develop methods for a sustainable use of these plants on Eastern periphery of Comoé National Park.

REFERENCES

[1] M. Koné, Y. L. Kouadio, D. F. R. Neuba, D. F. Malan and L. Coulibaly, «Evolution of the forest cover in Cote d'Ivoire since 1960 to the beginning of the 21st century. » *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 7, no 2, pp. 782-794. 2014.

[2] SODEFOR.: Société pour le Développement Forestier. Presentation (in French). Retrieved May 6, 2014, online available: from http://www.sodefor.ci/index.php/fr/presentation-27.

[3] Y. B. Kouakou, D. F. Malan, K. G. Kouassi, A. L. Diop and A. Bakayoko, «Disponibilité de quelques plantes alimentaires spontanées utilisées par les populations Koulango et Lobi de la périphérie Est du Parc National de la Comoé, Côte d'Ivoire.» *Afrique SCIENCE,* vol. 16, no 3, pp. 33 – 50. 2020 a.

[4] D. F. Malan, D. F. R. Neuba and K. L. Kouakou, «Medicinal plants and traditional healing practices in ehotile people, around the aby lagoon (eastern littoral of Côte d'Ivoire).» *Journal of Ethnobiology and Ethnomedecine,* vol. 11, pp. 1 - 18. 2015.

[5] Y. B. Kouakou, M. D. Kougbo, A. S. Konan, D. F. Malan and A. Bakayoko, «Usages traditionnels et disponibilité des plantes exploitées dans l'artisanat chez les populations Koulango et Lobi de la périphérie Est du Parc National de la Comoé, Côte d'Ivoire.» *European Scientific Journal,* vol. 16, no 9, pp. 295 – 320. 2020 b.

[6] A. P. Zidago and Z. Wang, «Charcoal and Fuelwood Consumption and Its Impacts on Environment in Cote d'Ivoire (Case Study of Yopougon Area).» *Environment and Natural Resources Research,* vol 6, no 4, pp. 26 – 35. 2016.

[7] B. Boskovic, U. Chakravorty, M. Pelli and A. Risch, «The Effect of Forest Access on the market for fuelwood in India». Toulouse School of Economic, n° 195, 46 p. 2018.

[8] A. Camou-Guerrero, V. Reyes-Garcia, M. Martinez-Ramos and A. Casas, «Knowledge and use value of plant species in a Raramuri community: a gender perspective for conservation». Human Ecology, 36, pp. 259 – 272. 2008.

[9] Y. G. T. Edjoukou, B. Zhu, M. Jiang and A. J. R. Edjoukou, «2030 Energy Pathways in Côte d'Ivoire: A Business as Usual Analysis». *Asian Journal of Applied Sciences,* vol.7, no 6, pp.767 – 775, 2019.

[10] T. K. M. Gauze, J. Biemi and Soro K, «L'implication des populations riveraines, condition essentielle à la gestion durable de la Réserve de Biosphère de la Comoé (RBC).» *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 8, no 4, pp. 1679 - 1695. 2016.

[11] O.I.P.R.: Plan d'aménagement et de gestion du Parc national de la Comoé, site du patrimoine mondial et d'une Réserve de biosphère, 2015.

[12] B. Dro, D. Soro, M. W. Koné, A. Bakayoko and K. Kamanzi, «Valorisation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en medicine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire.» *Journal of Animal & Plant Sciences,* vol. 17, no 3, pp. 2631 - 2646. 2013.

[13] T. K. M. Gauze and K. M. J. Kanga, «Problématique du zonage dans la gestion de la Réserve de Biosphère de la Comoé en Côte d'Ivoire». *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 16, no 2, pp. 293 - 303. 2016.

[14] M. Avenard, Le relief. Dans Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire ». Avenard J. M., Eldin M, Girard G, Sircoulon J, Touchebeuf P, Gillaumet JL, Adjanohoun E, Perraud A. (Ed.). Mémoires ORST OM, 50, Paris, 1971.

[15] F. Lauginie: Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire. CEDA/NEI, Abidjan, 2007.

[16] K. E. Konan, A. Kangah and J. M. K. Atta, «Facteurs anthropiques et dynamique d'occupation des terres dans le Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire.» *Revue de Géographie de l'Université Ouagadougou I Pr Joseph Ki-Zerbo,* vol. 05, no 2, pp. 152 - 266. 2016.

[17] J. Wong and J. Walmsley: Use and source of domestic firewood in Wales, UK. Elwy Working Woods Co-op, 2013.

[18] J. Tardío and M. Pardo-de-Santayana, «Cultural importance Indices: a comparative analysis based on the useful wild plants of Southern Cantabria (Northern Spain).» *Economic Botany,* vol. 62 no 1, pp. 24–39. 2008.

[19] R. W. Schrauf and J. Sanchez, «Using freelisting to identify, assess, and characterize age differences in shared cultural domains.» Psychol Sci Soc Sci. vol. 63, pp. 385–393. 2008.

[20] S. M. Musa, E. A. Fathelrhman, A. E. Elsheikh, L. Amna, E. M. Abdel Latif and M. Y. Sakina, «Ethnobotanical study of medicinal plants in the Blue Nile State, South-eastern Sudan.» *Journal of Medicinal Plants Research,* vol. 5, no 17, pp. 4287-4297. 2011.

[21] G. M. Nguenang, B. A. Nkongmeneck, J. F. Gillet, C. Vermeulen, J. Dupain and J. L. Doucet, «Etat actuel de la sécondarisation de la forêt en périphérie nord de la Réserve de biosphère du Dja (Sud-est Cameroun): influences des facteurs anthropiques passés et des éléphants.» *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* vol. 4, no 5, pp.1766 - 1781. 2010.

[22] J. Hutchinson and J. M. Dalziel: Flora of West tropical Africa. Keay RWJ. Hepper FN, Crown Agent, London, 1954 – 1972.

[23] C. Geerling: Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano – guinéens. Wâgeningen, Nederland, 1982.

[24] R. Letouzey: Manuel de botanique forestière. Afrique tropicale. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, 1982.

[25] L. Aké-Assi: Flore de la Côte d'Ivoire. Catalogue systématique, biogéographie et écologie, tome I, Conservatoire et Jardin Botanique de Genève, Genève, Suisse, Boissiera 57, 2001.

[26] L. Aké-Assi: Flore de la Côte d'Ivoire. Catalogue systématique, biogéographie et écologie, tome II, Conservatoire et Jardin Botanique de Genève, Genève, Suisse, Boissiera 58, 2002.

[27] K. Semenya and F. Machete, «Factors that influence firewood use among electrified Bapedi households of Senwabarwana Villages, South Africa.» *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development,* pp. 1–12. 2019.

[28] G. Sikei, J. Lagat and J. Mburu, «Rural households' response to fuelwood scarcity around Kakamega forest, Western Kenya. In Carbon Sequestration.» *Methods, Modeling and Impacts,* 143-151. 2010.

[29] M. Iiyama, H. Neufeldt, P. Dobie, R. Hagen, M. Njenga, G. Ndegwa and Jamnadass R,: Opportunities and challenges of landscape approaches for sustainable charcoal production and use. In Minang PA, Van Noordwijk M, Freeman OE, Mbow C, De Leeuw J, Catacutan D. (Eds.) Climate-Smart Landscapes: Multifunctionality in Practice, 195-209. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre (ICRAF). 2015.

[30] J. Morton, «Fuelwood Consumption and Woody Biomass accumulation in Mali, West Africa.» *Ethnobotany Research & Applications,* vol. 5 037-044. 2007.

[31] C. Nabukalu and R. Gieré, «Charcoal as an energy resource: global trade, production and socioeconomic practices observed in Uganda. » *Resources,* vol. 8, no 183, pp.1 – 27. 2019.

[32] L. C. Zulu and R. B. Richardson: Charcoal, livelihoods, and poverty reduction: Evidence from sub-Saharan Africa, Energy for Sustainable Development. 2012.

[33] FAO: The charcoal transition: greening the charcoal value chain to mitigate climate change and improve local livelihoods, by J. van Dam. Rome, 2017.

[34] B. Hoffman, T. Gallaher, «Importance indices in ethnobotany.» *Ethnobotany Research and Applications,* vol. 5, pp. 201 - 218.2007.

[35] M. E. Dossou, G. L. Houessou, O. T. Lougbegnon, A. H. B. Tente and J. T. C. Codjia. «Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécâgeuse d'Agonvè et terroirs connexes au bénin». *Tropicultura,* vol. 30, no 1, pp. 41 – 48, 2012.

[36] A. Hamidou, B. Morou, M. Larwanou, A. Mahamane, M. Saadou and B. Ronald, «Uses and preferences of woody species in two protected forests of Dan Kada Dodo and Dan Gado in Niger». *Journal of Horticulture and Forestry,* vol. 7, no 6, pp. 149 - 159. 2019.

[37] E. N. Chidumayo and D. J. Gumbo, «The environmental impacts of charcoal production in tropical ecosystems of the world: A synthesis». Energy for Sustainable Development, 17, pp. 86–94. 2013.

[38] E. L. Webb, N. R. A. Jachowski, J. Phelps, D. A. Friess, M. M. Than and A. D. Ziegler, «Deforestation in the Ayeyarwady Delta and the conservation implications of an internationally-engaged Myanmar.» *Global Environmental Change,* vol. 24, no 1 pp. 321-333. 2014.

[39] Z. C. Win, N. Mizoue, T. Ota, T. Kajisa and S. Yoshida, «Consumption rates and use patterns of firewood and charcoal in urban and rural communities in Yedashe Township, Myanmar.» *Forests,* vol. 9, no 429, pp. 1 – 11. Doi: 10.3390. 2018.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 698-705
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Vision de l'ékistique au 21è Siècle à la lumière de la Charte d'Athènes et d'Agenda 21: Enjeu du développement urbain durable

[Vision of ekistics in the 21st Century in the light of the Athens Charter and Agenda 21: Challenge of sustainable urban development]

Jean Rufin Munkuamo Gonzaleze

Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences, Département de Géographie-Sciences de l'Environnement, BP.8815 Kinshasa 1, RD Congo

Copyright © 2023 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 study is part of the World Research Program for sustainable cities (ecological cities). Program coordinated by Massasuchetts Institute of Technology (MIT) and Word Resources Institute (Washington, DC).
Indeed, according to the International Development Research Center (2007), more than 60% of humanity will live in urban areas at the dawn of 2025. This concentration in urban areas is not without impact on the urban environment. It amplifies and aggravates the content and depth of the urban ecological crisis. Victims of this situation are, above all, the cities of developing countries, particularly characterized by the lack of urban planning.
Thus, faced with strong global urbanization, ekistics, a support for urban ecology, presents appropriate solutions so that we can manage to renovate environmental policies, in order to place third millennium cities in the orbit of sustainability. urban environmental.

KEYWORDS: Ekistics, urban ecology, ecosystem, sustainable city, urban environment.

RESUME: Cette étude, rentre dans le cadre de Programme de Recherche Mondiale des villes durables (villes écologiques). Programme coordonné par Massasuchetts Institute of Technology (MIT) et Word Ressources Institute (Washington, DC).
En effet, d'après le Centre de Recherche pour le Développement international (2007), plus de 60% de l'humanité vivront en milieu urbain à l'aube de l'année 2025. Cette concentration dans les milieux urbains n'est pas sans impact sur l'environnement urbain. Elle amplifie et aggrave la teneur et la profondeur de la crise écologique urbaine. Sont victimes de cette situation, surtout les villes des pays en développement, caractérisées particulièrement par le manque de la planification urbaine.
Ainsi, face à la forte urbanisation mondiale, l'ékistique, support de l'écologie urbaine présente des solutions appropriées pour que l'on parvienne à rénover les politiques environnementales, afin de placer les villes de troisième millénaire sur l'orbite de la durabilité environnementale urbaine.

MOTS-CLEFS: Ekistique, écologie urbaine, écosystème, ville durable, environnement urbain.

1 INTRODUCTION

La ville est un milieu humain très complexe; « elle est aussi anti-nature », mais doit, aujourd'hui, être aménagée selon une démarche volontaire, pour maîtriser et organiser le développement humain, afin de créer les conditions optimales à la vie et aux activités humaines. Elle est appelée à tenir compte de quatre fonctions: habiter, travailler, circuler et se récréer décemment, facteurs qui déterminent la vie heureuse (Rio, 1992). Ainsi, ses initiateurs, concepteurs, créateurs et plus tard

bénéficiaires, doivent tenir compte de l'impératif écologique dont parle Nicolas Hulot (2007), faire preuve de lucidité en vue de rapprocher la ville de l'environnement, tout en intériorisant les mécanismes pour le développement propre. En d'autres termes, la ville doit représenter la globalité de réalités (écologique, économique, sociale, politique, culturelle, etc.) qui doivent se produire en l'homme.

C'est pourquoi, les scientifiques essayent d'appréhender cette réalité complexe par l'approche de la ville comme un « écosystème URBS » ou « écosystème anthropogène » synonyme de « refondation du monde", différent du rural ou de « l'espace premier » (Berque, 2011). Cette approche est appelée à recourir à plusieurs disciplines complémentaires qui servent de support à l'étude d'une ville, à savoir: ékistique, écologie urbaine, sociologie urbaine, éco-architecture, éco-urbaniste, droit de l'environnement urbain, droit à la ville, culture à la citoyenneté de vie urbaine, etc.

En ce qui concerne l'ékistique, elle est une discipline de l'approche de l'écosystème ville « URBS » qui se force de servir de support à la conception, élaboration, gestion, voir au bon fonctionnement de ce type d'écosystème et de définir les normes et principes fondamentaux en rapport avec l'homme urbain « *homo urbanus* ».

Hormis les quatre fonctions soulignés ci-dessus: habiter, travailler, circuler et se recréer décemment (Rio, 1992), l'ékistique, comme discipline scientifique spécifique de création et gestion urbaine est née aussi de la nécessité de la satisfaction adéquate d'autres besoins soutenant le bien-être humain en milieu urbain, entre autres: biologique, physiologique, économique, social, organisationnel, esthétique, spirituel, sécuritaire, etc. Tous ces besoins, satisfaits de manière maximale, sont des sources d'équilibre entre l'homme et son environnement créé. Dans cette perspective, les démarches statistiques servent de supports pour l'ékistique, en vue d'évaluer quantitativement et qualitativement des besoins essentiels humains à satisfaire pour le bien-être des citadins. Elles permettent de faire de l'ékistique un outil de politique d'urbanisme.

Dans cet enjeu, l'ékistique essaie de mettre en place les normes et principes de l'écosystème pour l'économie de ressources. Ces normes doivent être respectueuses des conditions de la nature. Celles-ci sont responsables de forces naturelles (contre les forces humaines). Le destin existentiel de l'environnement en dépend. Les établissements, le tissu, le métabolisme, la croissance et le développement urbains doivent être sous la pesanteur de l'ékistique. C'est pourquoi, la praxis de normes de l'ékistique est un devoir. Elle conduit le destin d'une ville soit en un mauvais sort (vulnérabilités environnementales urbaines: Munkuamo, 2016), soit à un bon sort (durabilité urbaine: sommet de Rio, 1992, Habitat II, 1996).

Contrairement aux « cloaques de premières villes » (Lambin, 2009); l'objet de l'ékistique se focalise sur la qualité des établissements humains. Contrairement aux milieux ruraux qui se caractérisent par des établissements humains de type homogène ou monotone et bâtis sur les normes moins rigoureuses, les établissements humains de milieux urbains sont de type hétérogène, dynamique dans le temps et l'espace. Ils sont soumis aux respects des normes et principes pour une existence durable, c'est-à-dire des lieux sains. D'où, l'importance de Schémas Directeur d'Aménagement Urbain (SDAU) et du respect du Plan d'Occupation du Sol (POS), dans les processus de la création d'une ville. En d'autres termes, la ville par rapport au village, doit être voulue, souhaitée, planifiée, éco gérée pour le bien- être des citadins.

Comme le recommande Martin (2015) dans son ouvrage: « Rapprocher la ville et l'environnement » le premier principe inédit de l'ékistique est « le respect de la nature et son fonctionnement ». Respecter le système naturel, c'est se prémunir de forces centrifuges contre la nature qui sont générées par tout le système artificiel de l'environnement humain. Ceci revient à dire que l'intégration de la nature dans les villes de troisième millénaire est une règle qui fonde le plus grand secret de l'ékistique recommandant l'harmonisation du naturel et de l'artificiel en ville. Cette règle doit, aujourd'hui, être au cœur de l'écologie urbaine, une discipline auxiliaire de l'ékistique.

L'ékistique présente des solutions appropriées pour que l'on parvienne à rénover les politiques environnementales, afin de placer les villes de troisième millénaire sur l'orbite de la durabilité environnementale urbaine. Comme l'avait dit E. Lambim (2009), il nous faut de villes qui s'urbanisent; il ne faut pas de ville anti-nature ou les « villes cimetières » qui se « villagisent ».

2 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

En tant que science, l'ékistique est une science appliquée. Elle est appliquée au produit de l'urbanisme dénommé « ville", afin de préserver durablement son meilleur fonctionnement et son habitabilité. Les réalités dans les milieux urbains étant complexes: environnement naturel (espace physique, sol, cours d'eau, air, biodiversité), environnement humain (habitat), environnement social (genre de vie sociale, emploi), environnement institutionnel (fonctionnement institutionnel, système de gouvernance), etc. D'où, en rapport avec cette complexité, l'ékistique, comme une branche scientifique, nécessite une approche systémique pour la compréhension de la structure, du fonctionnement, de la dynamique et/ou de l'évolution de l'écosystème « URBS", dans l'espace et dans le temps pour assurer le plein épanouissement et le bien-être humain des citadins.

L'approche systémique nous conduit à saisir le monde urbain comme un tout global dans sa structuration et son fonctionnement. La saisie de la totalité d'éléments de cet écosystème et de la manière dont ils sont organisés permet d'apprécier l'équilibre urbain, une notion fondamentale du fonctionnement urbain durable (E. Lambin, 2009).

3 VISION DE L'ÉKISTIQUE AU 21È SIÈCLE À LA LUMIÈRE DE LA CHARTE D'ATHÈNES ET D'AGENDA 21

L'ékistique ne fonde pas sa vision au hasard. Du moins, du point de vue de son idéal du bien-être urbain durable, il y a au moins deux Sommets fondateurs de la vision de l'ékistique pour ce 21ème siècle, notamment: le Sommet d'Athènes (19933) et le Sommet de Rio (1992). Ces deux Sommets sont producteurs de deux textes d'une importance capitale pour la vision de l'ékistique. Il s'agit de: la Charte d'Athènes (1933) et d'Agenda 21. La Charte d'Athènes a une vision sur l'urbanisme du 21ème siècle et l'Agenda 21 est une vision d'Action-Programme sur la soutenabilité (durabilité) des écosystèmes et des établissements urbains. Les lignes qui suivent font une analyse de ces deux textes afin d'avoir un regard croisé sur la vision globale de l'ékistique du 21ème siècle.

3.1 CHARTE D'ATHÈNES

La charte d'Athènes est le texte fondateur de l'urbanisme du 21ème siècle. Elle est issue de l'effort de plusieurs urbanistes de renom, à l'instar du Franco -suisse LE Corbusier et du grec Doxiadis, lors du congrès international d'Athènes, pour le renouveau de l'urbanisme après la première guerre mondiale. L'idéal de ce congrès était de sortir la conception et le développement d'une ville d'une approche purement artistique, esthétique pour se tourner vers une autre approche fonctionnelle et fonctionnaliste (Binzangi, 2019). Plusieurs raisons sont à l'origine de cette nouvelle approche, à savoir: l'appréhension de la ville comme une totalité fonctionnelle (système urbain ou écosystème URBS), les métamorphoses environnementales urbaines, les révolutions industrielle et démographique (explosion de la démographie urbaine), les préoccupations écologiques de la protection de l'environnement urbain, l'accès aux services urbains de base et les conditions humaines de la vie pour la durabilité urbaine, etc.

Tout cela était mu par les tendances futures de nos villes au niveau planétaire. C'est pourquoi, la Charte d'Athènes est un nouveau projet de développement urbain durable. En effet, elle met à la disposition des décideurs, des professionnels, des universitaires, des ONG et des amateurs, un ensemble de principes urbanistiques donnant lieu à un autre type de savoir, savoir-faire et savoir-être, renfermés tous dans un corpus de nouvelles connaissances sur la création d'une ville, dénommé «ékistique». Les axes majeurs de la Charte gardent toute leur actualité, mais certains aspects ont été revisités et mis à profit par d'autres sommets qui ont tout simplement permis de consolider quelques acquis du Congrès d'Athènes. Ici, nous pensons notamment à: Rio, 1992 HABITAT 1, HABITAT 2.

3.1.1 VISÉES DE LA CHARTE D'ATHÈNES

La Charte d'Athènes est constituée de principes de l'urbanisme moderne conçus par le Sommet d'Athènes. Le Corbusier (1887-1965), urbaniste et peintre d'origine suisse est l'initiateur de Congrès Internationaux d'Architecture Moderne (CIAM, en sigle). A ce qui concerne les fonctions d'une ville, la Charte accorde la primeur à deux fonctions: habiter et travailler. Ce sont ces dernières qui engendrent la troisième (circuler). Car, la bipartition de la ville en zones d'habitation et celles de travail de haute densité nécessite que l'on assure les liaisons entre habitation-travail en créant, en retour, des systèmes efficaces de transport de masse.

La deuxième Charte d'Athènes est le résultat du quatrième congrès international d'architecture moderne (CIAM), tenu lors d'un voyage maritime entre Marseille et Athènes, en 1933, sous l'égide de LE Corbusier. Ce Congrès avait pour thème: « la ville fonctionnelle » (en opposition à la ville artistique de la renaissance dominée par les œuvres d'art burlesques). Car, l'utilité d'une ville est dans les fonctions qu'elle assume comme un « corps social », pour la vitalité des citadins. D'où, les urbanistes et architectes ont eu à débattre de l'extension rationnelle des quartiers modernes.

Le corps de cette deuxième version de la Charte comptait 95 points, tous orientés vers la planification et la construction des villes. Les aspects qui sont abordés concernent surtout les aspects tels que: tours d'habitation, séparation des zones résidentielles, voies de transport, préservation des quartiers historiques et autres bâtiments préexistants. La Charte entrevoit la nécessité de créer des zones indépendantes pour les quatre « fonctions »: la vie, le travail, les loisirs et les infrastructures de transport. C'est cette vision du Sommet qui est à la base d'un texte présenté ultérieurement par LE CORBUSIER intitulé: « la ville fonctionnelle » (1941).

Ainsi, après la seconde guerre mondiale, le concert d'urbanistes tente de rendre opérationnel ce nouveau paradigme de l'urbanisme postmoderne: ville fonctionnelle. Il fallait incorporer cette approche fonctionnaliste dans la construction des villes pour répondre aux défis sociaux urbains. C'était pour impulser le développement économique et social dans les villes mises à feu et à sang lors de la seconde guerre mondiale. A titre d'exemple, la ville de Brasilia au Brésil, une œuvre conceptrice de LE CORBUSIER, figure dans cette perspective du changement de paradigme dans le développement des espaces urbains. En effet, son maître concepteur avait bien voulu faire d'elle le « prototype d'une ville » reposant son organisation globale sur les principes de base de la Charte.

La Charte d'Athènes s'est cristallisée sur les quatre fonctions urbaines: habitation, travail, circulation et loisirs. A ces fonctions, elle y joint également l'aspect de la sauvegarde du patrimoine historique des villes. Dans tout cela, ce qui est sous-jacent à la Charte, c'est l'habitabilité de la ville, sa viabilité, l'harmonie et le respect des ordres écologiques et culturels, deux valeurs qui concourent à la création de patrimoines historiques naturel et culturel. Caire, Athènes, Rome, Jérusalem... sont des villes qui ont conservé, dans le temps, les patrimoines culturels de certains peuples pour le besoin des générations futures (Munkuamo, 2018).

Pour ne pas rester figées, les idées de la Charte sont toujours renouvelées ou enrichies par diverses recommandations émanant d'autres sommets: Habitat II à Istanbul en Turquie (1996), Habitat III à Quito à l'Equateur (2016), etc

3.1.2 PRINCIPES ET CONDITIONS DU DÉVELOPPEMENT DE CADRE URBAIN DU FUTUR

Si l'on tient au développement d'une ville pour le futur, il est important de veiller sur un grand « principe » de la Charte d'Athènes: « les villes cohérentes ». La cohérence est un concept-clé de la Charte qui doit s'appliquer à tous les niveaux d'organisation et à tous les points de l'espace. C'est un principe fédérateur qui exprime les relations et la bonne intégration entre les éléments du bâti et les différentes fonctions; il intègre des liaisons entre infrastructures et réseaux d'information et de communication. C'est dans cette optique que les urbanistes doivent aujourd'hui travailler (Mpuru, 2014).

Au niveau social, la cohérence (sociale) vise le respect des personnes en tant qu'individus mais aussi en tant que membres de groupes formant la société. Cette cohérence permet d'atteindre un équilibre et d'assurer le bien-être de chacun et de tous au sein du système social. Les échanges entre les différents groupes sociaux doivent être rendus possibles et les disparités économiques prises en compte. Un équilibre devra être trouvé entre l'identité culturelle d'une ville et les identités des groupes qui y résident ou y travaillent. La politique du logement devra prendre en compte la flexibilité, résultat de l'évolution rapide des besoins et des moyens des résidents. C'est pourquoi, en vertu de la cohérence, il faudrait que l'accès au logement, aux équipements sociaux soit financièrement accessible à tous.

Sur le plan économique, la cohérence (économique) défend l'idée selon laquelle la croissance économique et la croissance urbaine sont intrinsèquement liées entre elles (Brawn, 2008). C'est cette interdépendance qui soutient la durabilité économique urbaine. Pour cela, il faudrait que les activités économiques de nature diverse soient à la portée de tous. De même, les fondements économiques et les revenus minimum de base doivent être garantis par rapport au travail fourni, pour répondre aux besoins des citadins. L'interdépendance requiert de maitriser le marché, les transactions, commerces, pour des équilibres financiers au niveau de la micro et de la macroéconomie. En effet, les villes du futur ont besoin de nouvelles et grandes perspectives d'emploi, de revenus meilleurs...Sans cela, il y aura des risques de déclin d'activités économiques, des résurgences de la pauvreté urbaine de masse, de l'insécurité alimentaire, etc. Tout cela constitue des signes accusateurs d'incohérence économique qui figure à la base du nouveau phénomène d'émigration vers des villes du Nord, eldorado des migrants.

3.2 AGENDA 21

Après la Charte d'Athènes issue du Congrès International d'Architecture Moderne (CIAM, 1933), le Programme d'urbanisme du 21^{ième} siècle s'est constitué autour d'Agenda 21. Ce dernier s'est aussi investi dans une autre vision des villes durables. Et l'intérêt que Rio (1992) a porté sur les villes durables. Il résulte du fort dynamisme qu'a connu l'urbanisation à la fin du 20^{ième} siècle. En effet, pour ce Sommet, les villes sont à la fois « les moteurs et les enjeux de développement durable ».

Pour cela, il n'y a pas d'alternative car, incontestablement, la majorité d'humains contemporains et du futur vivent ou vivront en ville. C'est pourquoi, l'ékistique a la mission de révéler cette situation en vue de mettre des garde-fous pour assurer la durabilité de la ville pour une meilleure qualité de la vie urbaine. Biau (2002) avait dit ceci à la veille du Sommet de Johannesburg (2002): « Le 21^{ième} siècle est le siècle des villes pour le meilleur et pour le pire ». Et justement cela, à cause de la pauvreté grandissante dans les zones urbaines.

Effectivement, Agenda 21 prescrit certaines exigences ékistiques applicables aux villes et leurs agglomérations humaines en vue de permettre leur durabilité. Ici, nous devons signaler que, contrairement aux approches du Congrès d'Athènes qui étaient d'ordre technique, Rio I et l'Agenda 21 prennent plus en compte « les demandes sociales » (Antoine, 2002). Les deux autres pôles de développement s'intègrent à cette préoccupation afin d'assurer la promotion d'un modèle viable d'établissements humains.

3.2.1 PROMOTION D'UN MODÈLE VIABLE D'ÉTABLISSEMENTS HUMAINS - POINTS DE FOCALISATION DE RIO I ET D'AGENDA 21:

Le chapitre 7 de l'Agenda 21 traite explicitement de cette matière. Elle concerne davantage les villes du Sud qui sont confrontées aux multiples défis de l'ékistique, dont notamment: la détérioration du cadre de vie des citadins, la pénurie générale des ressources, etc. Bien sûr, tout cela à cause des faibles investissements et dépenses publics pour le logement, les équipements collectifs, la sécurité sociale et la protection sociale. Pour Agenda 21, tous ces problèmes ont des incidences sur le développement urbain. C'est pourquoi, Rio voudrait que ces défis soient abordés de façon intégrée, tout en accordant la priorité aux besoins des pauvres des zones urbaines.

3.2.2 SECTEURS PRIORITAIRES DU PROGRAMME D'AGENDA 21

Le Programme de développement urbain durable pour le 21^{ième} siècle comporte les exigences ci-après: l'amélioration des conditions de vie des quartiers défavorisés, la recherche de la qualité environnementale des bâtiments pour des logements urbains décents, la planification foncière urbaine, la valorisation des territoires urbains, la lutte contre les pollutions et nuisances urbaines, l'efficacité énergétique (mesures d'économie d'énergie et d'utilisation des formes d'énergies écologiquement viables), l'amélioration du cadre de vie, la gestion optimale des espaces verts et l'accroissement de biodiversité, l'usage des technologies propres en milieux urbains, bons choix de techniques de construction des agglomérations urbaines, l'écodéveloppement urbain pour un développement urbain endogène, création d'emploi la réduction des risques sociaux et de dégradation environnementale, etc. (Agenda 21, 1992).

Les visées de ces objectifs permettent effectivement de rendre les établissements humains urbains et leur environnement durables. De ce fait, l'Agenda 21 a ouvert des nouvelles perspectives pour l'ékistique.

Ainsi, face à la forte urbanisation mondiale, l'ékistique, support de l'écologie urbaine présente des solutions appropriées pour que l'on parvienne à rénover les politiques environnementales, afin de placer les villes de troisième millénaire sur l'orbite de la durabilité environnementale urbaine.

4 ENJEU DU DÉVELOPPEMENT URBAIN DURABLE

La ville, décrite sous forme d'aires plus au moins naturelles par l'école de Chicago est désormais considérée comme un lieu sûr et peut dégager des flux et d'énergies avec des impacts directs et indirects complexes vis-à-vis de la biodiversité et de la biosphère ou du climat. Il y règne des relations particulières entre citadins et la communauté urbaine qui sont à la fois un modèle spatial et un « ordre moral ».

Si les experts ont déjà forgé les expressions villes écologiques, villes durables et villes vertes, les enjeux du développement durable urbain doivent intégrer, outre l'écologie scientifique, écologie politique, écologie citoyenne, certaines expressions novatrices qui caractérisent particulièrement le 21è siècle. Il s'agit entre autres de: une espèce qui s'urbanise, un espace qui assure (droit à la sécurité, droit à la vie, droit à la liberté, droit à l'habillement, droit à la participation, droit à l'épargne, etc.), un réceptacle des déchets, etc.

Une ville durable, c'est une ville dont l'environnement est durable, l'économie forte, avec un sens social et culturel communautaire; les villes durables améliorent le bien-être des organisations actuelles et futures des citadins. Elle doit être caractérisée par une écoéconomie (Binzangi, 2018).

Une ville durable, c'est une ville qui prend en compte l'écologie, mais aussi le social, l'économie et la démocratie. L'individu doit trouver sa place dans la société, dans le respect de ses choix marchands, consuméristes et productifs. Une ville durable est un modèle de vie soutenable pour ses habitants et ce, à tous les niveaux: habitat, diverses sources de pollution, économie, transport, énergie, redistribution et pouvoir de décision locale. Tout ceci doit fonctionner en interaction, d'où l'importance de l'approche systémique.

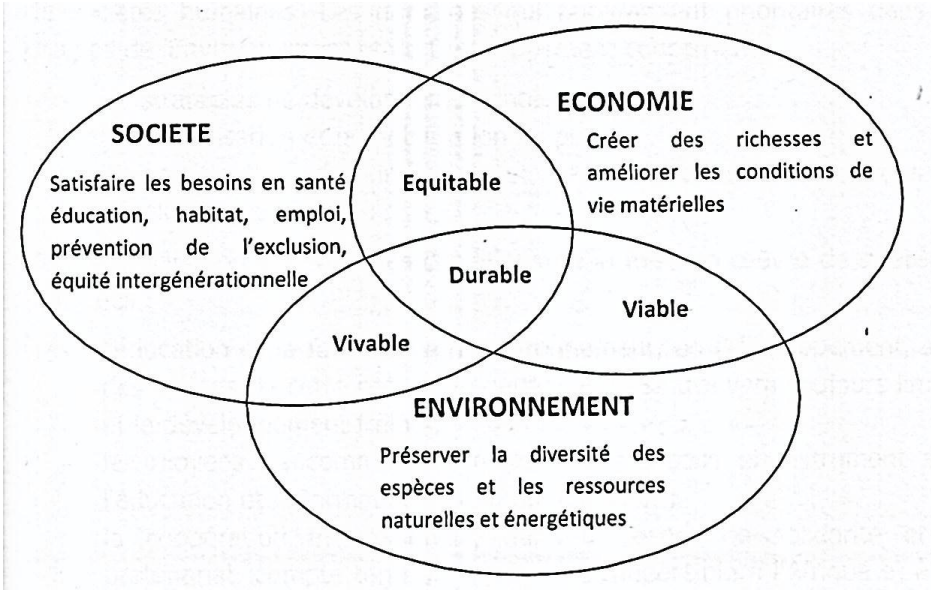


Fig. 1. Schéma classique du développement durable

Source: Binzangi, 2018

5 LES CONTRAINTES ET LES DÉFIS DE L'ÉKISTIQUE AU 21ÈME SIÈCLE

Aujourd'hui, l'ékistique est confrontée à plusieurs situations prévisibles ou imprévisibles qui lui compliquent la tâche, dans sa mission de réalisation de villes durables. Parmi les situations ou problèmes qui mettent l'ékistique en difficulté et dans la posture épistémologique de limitation de l'efficacité de ses approches technico-scientifiques, il y a notamment:

LA RÉVOLUTION DÉMOGRAPHIQUE

Après la deuxième guerre mondiale, la population mondiale a connu une croissance démographique spectaculaire. En effet, de plus ou moins 3 milliards d'habitants que comptait le monde en 1960, les estimations actuelles de l'effectif mondial font état d'environ 7 milliards d'individus sur la planète. Le PNUE (2018) prévoit une croissance moyenne de 3,5% par an au cours de quinze prochaines années.

Dans cette proportion, la dynamique de la croissance urbaine africaine est remarquable (Monyo, 1998). Avec ces croissances urbaines rapides, Habitat II (1992) a attiré l'attention sur un nouveau rapport établit de plus en plus entre le niveau d'urbanisation élevé, le taux de croissance en évolution rapide de l'extension du niveau de pauvreté urbaine. Cette corrélation vicieuse montre que le développement urbain écologique, -économique et sociale est une contrainte en Afrique.

En effet, l'urbanisation africaine se fait dans les contraintes et ces dernières ne permettent pas à la population de se réaliser pleinement dans son existence écologique, économique, sociale, culturelle, politique, etc. L'espace vital urbain, l'habitat et les conditions de logement, l'état sanitaire, l'emploi, la satisfaction des besoins alimentaires des populations urbaines, les ressources en eau, le système d'assainissement collectif et individuel, la gestion des déchets, la voirie, le transport urbain la gestion des patrimoines citadins, l'environnement industriel, les nuisances urbaines... sont critiques dans leur état. Toutes ces crises environnementales sont persistantes et connaissent, d'une ville à une autre, un effet multiplicateur, à cause de la pauvreté et de la précarité urbaine.

LE PROGRÈS TECHNIQUE ET LA RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Il y a de plus en plus une croissance industrielle en vue de l'élévation du niveau de vie des populations urbaines. Elle survient spontanément à cause de la révolution démographique et permet de faire face aux pénuries (alimentaire, d'équipements et infrastructures urbains). Ainsi, l'on ne peut pas freiner ou arrêter le progrès technique et son corollaire la révolution industrielle. Malheureusement, elles épuisent les ressources en accroissant la « rareté ». L'on doit savoir que le progrès

technologique urbain est à la base de l' « artificialité » de certains sites urbains et de l'augmentation de la production du volume de déchets, sources de pollutions urbaines multiformes.

LES NOUVELLES TENDANCES DU TRANSPORT URBAIN

Les villes concentrent de plus en plus les moyens de transport pour la satisfaction de la mobilité des populations urbaines. Les facteurs qui accroissent le nombre de véhicules sont de plusieurs ordres, à savoir: la croissance des populations urbaines, l'augmentation du nombre de transports privés, l'amélioration des revenus des ménages, etc. Il y a une croissance continue du nombre de parcs automobiles privés dans toutes les villes. Cela fait des industries de fabrication d'automobiles l'une des plus prospères au monde. L'on doit signaler que les inadéquations des nouvelles tendances du transport urbain avec l'écologie urbaine amplifient la pollution atmosphérique et augmentent la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre, mis en cause dans le phénomène de réchauffement planétaire.

D'où, le problème du nombre croissant d'utilisation de moyens et parcs automobiles en milieux urbains constituent des « risques naturels » de l'écologie urbaine.

LES DISPARITÉS SOCIALES

Les disparités sociales sont un phénomène qui contraste avec l'écologie urbaine. En effet, les différentiels sociaux favorisent les inégalités, les hostilités, la pauvreté et les précarités urbaines. De ce point de vue, les disparités sociales créent une contre-urbanisation: taudification, bidonvilisation, ghettoïsation, etc. Les disparités sociales font donc perdre à la ville son esthétique, sa naturalité, ses dimensions patrimoniales... Tous ces éléments précités, sont à la base de l'inconfort et des conditions de vie vulnérables exposant les citadins aux risques de: destruction des infrastructures existantes, exposition à diverses maladies, aggravation de la pauvreté urbaine, émigration, etc. Ils font embrayer les villes sur la voie de mal-développement durable.

S'il faut penser à un développement durable des villes, il faudrait que les différents niveaux d'organisation sociale (Etat, municipalités, structures d'organisation non gouvernementale ou ONG, ménages, citoyens...) assument leurs responsabilités éthiques respectives, pour améliorer la gouvernance environnementale urbaine durable, à tous les niveaux sociaux urbains. L'on doit, à tous les niveaux, recourir à la méritocratie.

6 CONCLUSION

Aujourd'hui, l'urbanisation est devenue un fait dominant de notre Planète. A ce sujet, l'on fait déjà remarquer que plus de 50% de la population mondiale vit actuellement dans des milieux urbains. Et d'ici 2050, c'est plus de 3 milliards de personnes supplémentaires qui pourront vivre dans les zones urbaines (Centre de Recherches pour le Développement International, 2017). Soit au moins plus de 60% d'habitants de l'humanité qui seront des « citadins »

En effet, le dynamisme de taux d'urbanisation n'est pas sans impact sur l'environnement urbain. Il amplifie et aggrave la teneur et la profondeur de la crise écologique urbaine. Sont victimes de cette situation, surtout les villes des pays en développement, caractérisées particulièrement par le manque de la planification urbaine (Munkuamo, 2016).

Il s'agit d'un défi qui fait appel à l'ékistique support de l'écologie urbaine. L'on doit de nos jours maîtriser l'ékistique, ses principes et ses branches connexes, pour assurer la durabilité des villes actuelles et futures de notre Planète. A ce sujet, l'on doit reconnaitre que la pertinence de l'ékistique résulte du fait qu'elle associe à la construction des villes des préoccupations environnementales. L'ékistique ouvre de nouvelles perspectives dans la conception et le développement des villes durables, d'essence fondamentalement écologique.

Face à la forte urbanisation mondiale, l'ékistique présente des solutions appropriées pour que l'on parvienne à rénover les politiques environnementales, afin de placer les villes de troisième millénaire sur l'orbite de la durabilité environnementale urbaine. Comme l'avait dit E. Lambim (2009), il nous faut de villes qui s'urbanisent; il ne faut pas de ville anti-nature ou les « villes cimetières » qui se « villagisent ».

REFERENCES

[1] Action 21 (1989), Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED), Nations Unies.
[2] Aurélie J. (2016), Les relations Homme – Nature dans la transition agroécologique, éd. l'Harmattan, Paris.
[3] Bairoch, P. (1977), Tailles de villes, conditions de vie et développement, éd. de l'Ecole des hautes études en sociales, Paris.
[4] Beauchamp, A. (1993), Introduction à l'éthique de l'Environnement, éd. Nathan, Paris.
[5] Brechignoc, C. de Broglie, G. et Delmas-Marty, M. (2015), L'environnement et ses métamorphoses, Hermon, Paris.
[6] Brown, (2003), Eco-économie: une autre croissance est possible, écologique et durable, éd. Du Seuil, Paris.
[7] Dorier, E. (2006), Ville et Environnement, éd. Sedes, Paris.
[8] Ela, J.M. (1989), La ville en Afrique noire, éd. Kartala, Paris.
[9] François (2015), Laudato Si, La sauvegarde de la maison commune, éd. Médiaspaul, Kinshasa.
[10] Gapyisi, E. (1989), Le défi urbain en Afrique, éd. l'Harmattan, Paris.
[11] Granet, P. (1974), Changer la ville, éd. Bernard Grasset, Paris.
[12] Herbert, H. (1993), Urbanisme, le guide du citoyen, éd. Nouvel Horizon, Chicago.
[13] Hubert, F. (2006), Villes du Nord, Villes du Sud, Géographie urbaine, acteurs et enjeux, éd. L'Harmattan, Paris.
[14] Lambin, E. (2009), Une écologie du bonheur, éd. Le Pommier, Paris.
[15] Lelo, F. (1989), Urbanisme et Aménagement en Afrique noire, éd. Sèdes, Paris.
[16] Monet, R. (2004), Environnement, l'hypothèque démographique, éd. l'Harmattan, Paris.
[17] Munkuamo, G. (2020), Contraintes et défis de l'écologie urbaine en République Démocratique du Congo, in International journal of innovation and Appried Studies, ISSN 2028- 9324 Vol. 30 Novenbre, 1 juillet, Maroc, pp 35-34.
[18] Rey, E (2011), Quartiers durables, OFCL, Berne.
[19] Yankel (2007), Sociologie des villes, éd. Du Seuil, Paris.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 706-722
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les inondations meurtrières à Kinshasa: Diagnostic et stratégies préventives intégrées pour la réduction des risques de catastrophes naturelles

[Deadly floods in Kinshasa: Diagnosis and integrated preventive strategies for reducing the risks of natural disasters]

Jean-Rufin Munkuamo Gonzaleze

Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences, Département de Géographie - Sciences de l'Environnement, BP. 8815 Kinshasa 1, RD Congo

Copyright © 2023 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: Floods are sources of natural disasters around the world. They occur following flooding of rivers and an overflow of urban sanitation drainage routes.
This impressive phenomenon causes enormous losses in the ecological, economic and social sectors. According to current statistical data (2010-2020), floods caused more than five million victims worldwide (OCHA, 2022). Obviously this, without taking into account the other effects: material damage, service disruptions, health risks, famine, psychological trauma, etc.
Faced with the intensification of these phenomena in Kinshasa, thanks to scientific investigations carried out in the field, this study proposes integrated strategies likely to contribute to the sustainable prevention of flooding in the lower part of the city of Kinshasa. This approach will be accomplished in response to the Sendai Action Plan (2015-2030) which wants scientists to become deeply involved in the quest for sustainable prevention of natural disasters in their societies.

KEYWORDS: Flood, risk, natural disaster, urban environment, planning, sustainable city, sustainable development.

RESUME: Les inondations sont des sources des catastrophes naturelles dans le monde. Elles surviennent suite aux crues des cours d'eau et un trop plein de voies de drainage d'assainissement urbain.
Ce phénomène impressionnant cause des pertes énormes dans le secteur écologique, économique, ainsi que dans le secteur social. Selon les données des statistiques actuelles (2010-2020), les inondations ont été aux origines de plus de cinq millions de victimes dans le monde (OCHA, 2022). Evidemment ceci, sans compter sur les autres effets: dommages matériels, perturbations de services, risques sanitaires, famines, traumatismes psychologiques, etc.
Face à l'intensification de ces phénomènes à Kinshasa, grâce aux investigations scientifiques menées sur le terrain, cette étude propose des stratégies intégrées susceptibles de concourir à la prévention durable des inondations dans la partie basse de la ville de Kinshasa. Cette démarche sera accomplie en réponse au Plan d'Action de Sendai (2015-2030) qui souhaite que les scientifiques s'impliquent profondément dans la quête d'une prévention durable des catastrophes naturelles de leurs sociétés.

MOTS-CLEFS: Inondation, risque, catastrophe naturelle, environnement urbain, aménagement, ville durable, développement durable.

1 PROBLÉMATIQUE

L'objet de cette étude porte sur les inondations devenues des véritables fléaux naturels dans nos agglomérations humaines. Une étude pareille mérite d'être faite. Car, le Cadre d'Action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophes (2015-

2030) compte ce phénomène au deuxième rang des aléas qui affectent l'humanité à nos jours. Pour rappel, les inondations sont des manifestations de débordements inconsidérés des eaux pluviales. Elles surviennent suite aux crues des cours d'eau et un trop plein de voies de drainage d'assainissement urbain.

Les inondations sont des sources des catastrophes naturelles et de mortalités de masse dans le monde. Pour permettre de nous rendre compte des effets désastreux de ce phénomène sur les vies humaines, seulement pour la décennie 2010 – 2020, Inzenzama, N. (2022) fait voir que les inondations ont été aux origines de plus de trois millions de personnes dans le monde. Evidemment ceci, sans compter sur les autres effets: dommages matériels (destruction ou endommagements des infrastructures sociales essentielles, perturbations de services, risques sanitaires (recrudescence des épidémies), famines, traumatismes psychologiques, etc.

En Afrique, la cartographie de ce phénomène est bien connue. Il s'agit de: pays insulaires (Madagascar, Ile Maurice, etc.) et milieux urbains côtiers ou littoraux bordant l'océan Atlantique en Afrique de l'Ouest (Cotonou). A Kinshasa, les inondations sont circonscrites dans la zone basse. Signalons que la pluie monstrueuse de la nuit du 13 au 14 décembre 2022 a fait 200 morts, plus de 450 maisons emportées, plusieurs champs ravagés. Les victimes ont été identifiées dans trois zones topographiques bien distinctes: collines (Mont-Ngafula, Selembao et Kisenso) à cause de glissements de terrains, vallées encastrées (Ngaliema-Selebao, Lemba sud-Mont Ngafula) du fait des phénomènes de torrents et plaines (centre et partie Nord-Est) avec le déferlement des eaux d'inondations.

Concernant les inondations qui font l'objet de cette étude, à nos jours, on les observe dans les communes suivantes: Lingwala, Barumbu, Kalamu, Kasa-Vubu, Limete, etc. Souvent, elles surviennent lors de grandes averses. En effet, quand elles se manifestent brutalement, les inondations plongent les quartiers aux sinistres. Et, malheureusement, les personnes qui sont plus exposées sont les pauvres, les enfants, les personnes avec handicap, etc. Ainsi, ce challenge interpelle les scientifiques du domaine environnemental à réfléchir sur ces aléas dans la ville de Kinshasa. Cela, en vue de la construction d'une ville durable. D'où, c'est le contexte de la gravité de la crise environnementale des inondations dans la ville de Kinshasa qui a motivé la rédaction de cette étude.

Cependant, pour être concret et précis, la présente étude s'est réalisée au quartier Mozindo (profondeur en lingala) dans la commune de Barumbu-Kinshasa. Il s'agit, pour sa phase exploratoire, de scruter (screening) les facteurs (ou causes) et conséquences des inondations qui se produisent dans ce milieu. Quant à la phase de solution à la crise, l'étude pourra, grâce aux investigations scientifiques menées sur le terrain, proposer des stratégies intégrées susceptibles de concourir à la prévention durable des inondations dans la partie basse de la ville de Kinshasa. Cette démarche sera accomplie en réponse au Plan d'Action de Sendai (2015-2030) qui souhaite que les scientifiques s'impliquent profondément dans la quête d'une prévention durable des catastrophes naturelles de leurs sociétés.

Le tableau suivant condense les différentes inondations violentes survenues à Kinshasa (2010 – 2022) et leurs impacts sur l'environnement biophysique et humain (rapport OCHA, 2022).

Tableau 1. Différentes inondations majeures survenues à Kinshasa (2010-2022)

Date d'inondation	*Durée*	*Impact*
01 au 02 avril 2023	02 jours	6 morts, 3000 ménages se sont retrouvés sans abris, plusieurs maisons effondrées, plusieurs voitures disparues, les champs ravagés.
13 au 14 décembre 2022	02 jours	200 morts, effondrement des routes, glissement de terrain, 450 maisons emportées, plusieurs champs ravagés.
17 mars 2021	01 jour	4 morts, glissement de terrain, écroulement des maisons, plusieurs ménages déplacés, de champ dévasté
03 au 04 janvier 2018	02 jours	44 morts, plusieurs dégâts matériels, les installations de la SNEL endommagées, plusieurs quartiers privés de l'eau potable et d'électricité.
08 février 2017	01 jour	Plusieurs habitations inondées, des maisons et des murs écroulés, des routes devenues impraticables.
16 mars 2016	01 jour	50 morts, 10.000 ménages sans abris, plusieurs maisons effondrées, les routes principales coupées, les marchés inondés,
08 octobre 2015	02 jours	550.000 victimes, 31 morts, plusieurs communes privées d'eau potable, plusieurs dégâts matériels, plusieurs ménages se retrouvent sans abris.

12 au 13 janvier 2014	01 jour	2 morts, plusieurs blessées, plusieurs quartiers inondés, effondrement de plusieurs mûrs, trafic perturbé, plusieurs ménages déménagés, les stagnations sur le long des avenues dure plusieurs jours, prolifération des moustiques
25 au 26 novembre 2012	02 jours	41 morts, le dégât matériel énorme, éboulement de terrain, création des têtes d'érosions, coupure de la route SECOMAF, les jardins de SECOMAF inondés, la famine.
,19 décembre 2012	01 jours	Plusieurs sites érosifs ont été crées, dommages des matériels, les routes impraticables, les maisons effondrées.
14 Novembre 2011	01 jour	Plusieurs maisons sous l'eau, plusieurs ménages sans abris, le déménagement des ménages.
21 Avril 2010	01 jour	5 morts d'une même famille, plusieurs maisons et mûrs effondrés, plusieurs dégâts matériels, le trafic perturbé, 3 élèves électrocutés.

Source: Rapport OCHA, 2022

2 MILIEU D'ETUDE ET METHODOLOGIE

2.1 AIRE ET SITUATION GÉOGRAPHIQUES



Photo 1: Deux « wewa » transportant chacun deux personnes sur l'avenue Kabinda, lors d'une inondation

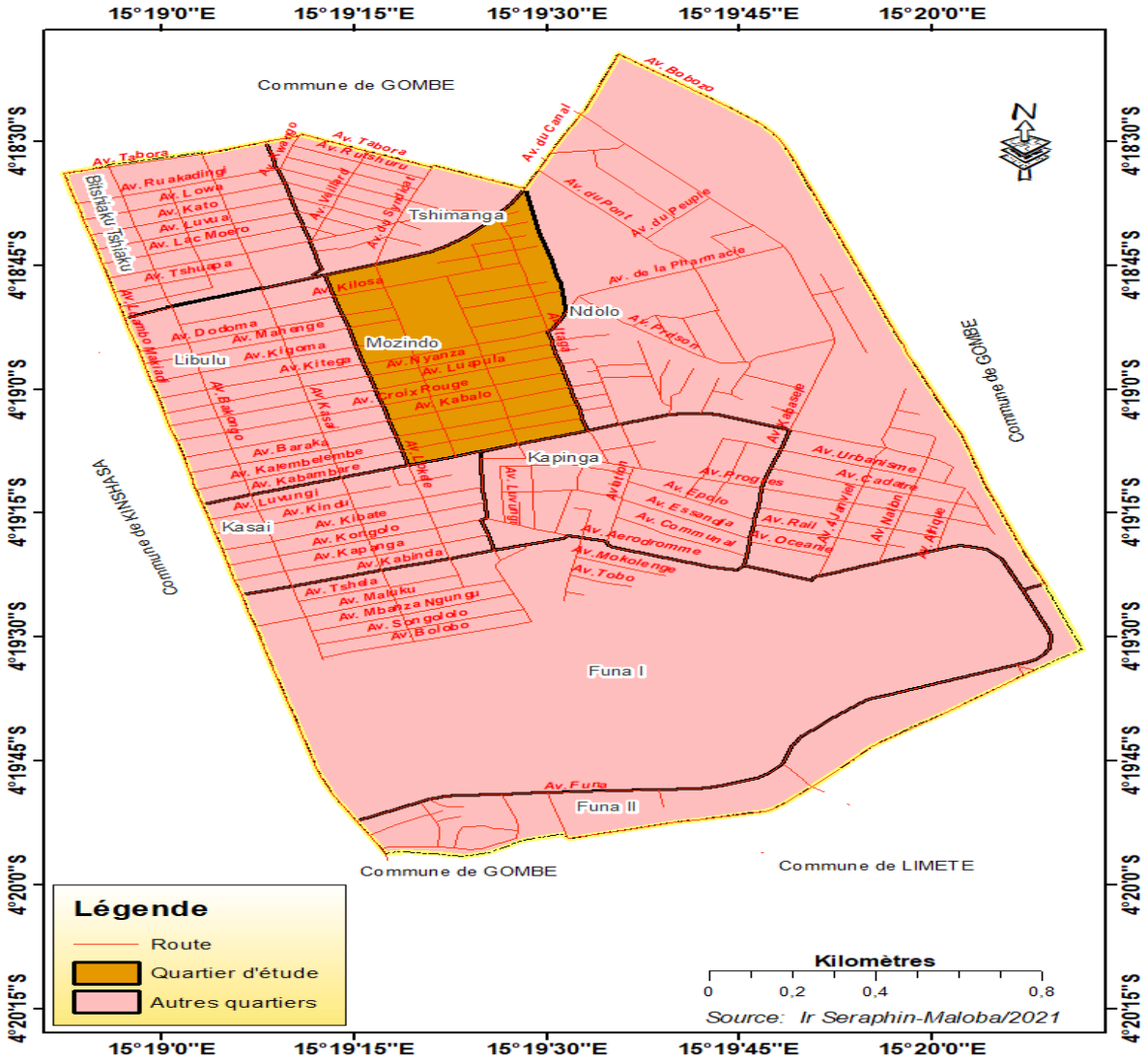
2.1.1 CRÉATION ET SUPERFICIE

Le quartier Mozindo fut créé en 2006 par l'arrêté n°006/2006 du 25 mai. Il fait partie de neufs quartiers qui composent la Commune de Barumbu. Sa superficie avoisine 2 $Km^{2,}$ soit 0,60 % de la superficie totale de la Commune de Barumbu (4.72 Km^2).

2.1.2 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

-*Délimitation géographique:* le quartier Mozindo situé dans la commune de Barumbu-Kinshasa est limité: au Nord: par la commune de la Gombe qui le sépare de l'avenue Canal; au Sud: par la commune de Limete dont il se sépare à travers l'avenue Funa; à l'Est: par la commune de Kinshasa séparée à ce quartier grâce à l'avenue Lwambo; à l'Ouest: par la commune de la Gombe, précisément l'avenue Bobozo.

-*Situation géographique*: les coordonnées géographiques du quartier Mozindo dans la commune de Barumbu-Kinshasa sont les suivantes: 15° 19' et 15° 20' de longitude Est; 4° 18' 30" et 4° 20' 15" de latitude Sud. Pour plus de lumière, ci-dessous présentée la carte 1 qui illustre parfaitement les limites et la situation géographique de la zone d'étude.



Carte 1: la carte de la commune de Barumbu

2.2 ENVIRONNEMENT BIOPHYSIQUE

2.2.1 GÉOMORPHOLOGIE

Le quartier Mozindo dans la commune de Barumbu est une plaine alluviale située dans la basse terrasse de la ville de Kinshasa. Cette plaine résulterait du repli des eaux du fleuve Congo de l'époque quaternaire. D'où, par sa morphologie (plaine bâtie sur la basse terrasse), le quartier Mozindo se trouve déjà exposé naturellement aux inondations, notamment pour des pluies ou averses de longues durées.

2.2.2 CLIMAT

Le quartier Mozindo se définit par le climat de la ville de Kinshasa. Il s'agit d'un climat tropical humide de type AW4 de la classification de KOPPEN. Ce climat est caractérisé par deux saisons: la saison de pluie de mi-septembre à mi-mai et la saison sèche de mi-mai à mi-septembre.

Précisons que les séries antérieures de Kinshasa, la moyenne pluviométrique qui était observée est de 1368 mm de lame d'eau, avec un extrême optimal de 1600 mm d'eau. Et, les précipitations importantes étaient enregistrées au mois de novembre.

De même, la température moyenne de la zone d'étude et de Kinshasa était de 26,9° C avec ces deux extrêmes: 17°C (juillet) et 32°C (avril).

Cependant, les résultats de la courbe ombrothermique de 2022 fait état d'une autre réalité.

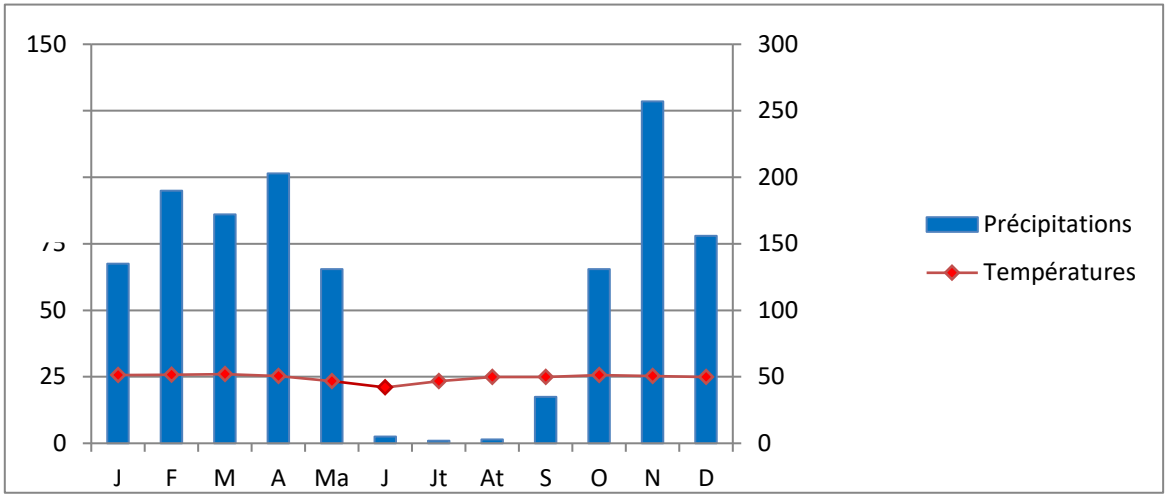


Fig. 1. Courbe ombrothermique de la région de Kinshasa;

Source: METEO Binza, 2022

Ces données renseignent que les maximas de pluies se situent aux mois de novembre et d'avril avec une interruption de pluie en juin, juillet et août. Par contre la saison sèche intervient de juin à août. Le total annuel des précipitations est de 1420 mm avec une température moyenne de 24,67°C et une amplitude thermique annuelle de 4,8°C. La température maximum a été enregistrée en février (25,8°C), tandis que la température minimum se rencontre en juin avec 21°C.

Cela signifie que les régimes pluviométrique et thermique de la ville de Kinshasa sont fortement perturbés par les effets des changements climatiques qui ont engendré dans la ville les phénomènes climatiques extrêmes: crues, inondations, ilots de chaleurs, etc.

2.2.3 SOL

Le sol de la Commune de Barumbu est dans son ensemble argileux, avec de faibles variations dans la composition structurale de ce sol. C'est le cas des sols se trouvant aux confins de cette entité avec la commune de Limete où l'on trouve disséminés dans la couverture pédologique les sols sablonneux ou sablo-argileux.

Dans ces conditions, la majeure partie du sol de Barumbu est difficilement perméable aux infiltrations des eaux pluviales. Le taux de ruissellement étant important, cette situation favorise les inondations dans le milieu.

2.2.4 VÉGÉTATION

La végétation de la commune de Barumbu dans sa partie occidentale (quartier Mozindo) est dominée par la végétation herbacée: graminées. A cela s'ajoute les jachères et la végétation anthropogène due aux activités de l'agriculture urbaine.

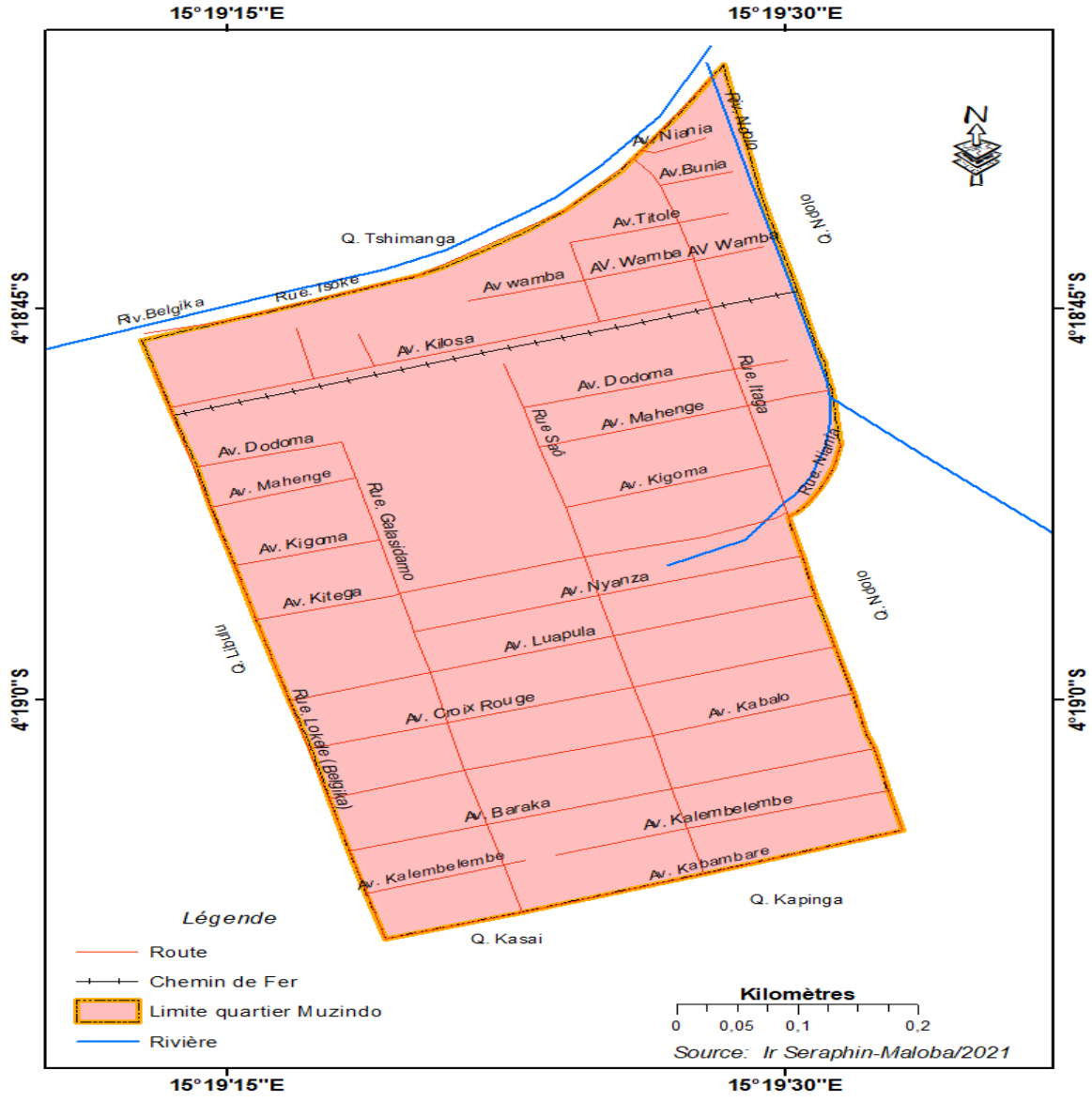
Malheureusement, toutes ces formations végétales sont prises d'assaut par la population en quête d'habitat. Or, cela ne fait qu'aggraver la mauvaise gestion des eaux pluviales et ménagères sur les aires de différents bassins versants.

2.2.5 HYDROGRAPHIE

Le quartier Mozindo est drainé par les eaux de la rivière Kalamu ainsi que les collecteurs Nyanza et Bitshaku-Tshaku. Lors de fortes averses, les eaux supplémentaires de ces cours d'eau de surface viennent inondées le quartier Mozindo.

2.3 ENVIRONNEMENT HUMAIN

2.3.1 ORGANISATION DU QUARTIER



Carte 2: la carte administrative du quartier Mozindo, 2022

Le quartier Mozindo compte 17 avenues disposées parallèlement entre elles. C'est une disposition qui requiert un bon plan topographique afin d'assurer un meilleur assainissement des eaux vers l'exutoire. Dans le cas contraire, il y stagnation des eaux pluviales.

2.3.2 ASPECTS DÉMOGRAPHIQUES

Le quartier Mozindo compte 16 localités. Sa population est de 19630 habitants. La localité qui est fortement peuplée est Kilosa (2823 habitants) et celle qui est moins peuplée est Titole (321 habitants). Cette croissance démographique a un impact négatif sur l'environnement biophysique de ce milieu.

2.3.3 ASPECTS ÉCONOMIQUES

Dans le quartier Mozindo, les activités économiques sont dominées par le petit commerce. Celui-ci est informel. Ce type d'activités produit beaucoup de déchets solides (sachets, plastiques, papiers) qui ont un impact négatif dans l'écoulement des eaux pluviales.

2.3.4 HABITAT ET VOIRIE

Une grande partie de l'habitat du quartier Mozindo est non planifiée. Elle est dominée par l'auto-construction. Les eaux de l'habitat d'auto-construction sont mal intégrées dans les réseaux locaux d'assainissement.

Quant à la voirie de ce milieu, elle est fortement dégradée. Cela induit des déficits de drainage des eaux urbaines et des débordements sans contraintes des eaux pluviales du bassin versant hydrologique du quartier Muzindo.

2.4 APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES

La présente étude a utilisé diverses méthodes et techniques pour le recueil, le traitement et l'analyse de données.

- *Observation directe:* c'est grâce à l'observation directe sur l'environnement naturel et humain du quartier Mozindo que l'étude a pu constater et épingler l'inondation comme l'une des crises environnementales majeures des parties basses de la ville de Kinshasa. Pour des faits non directement observables du terrain, des compléments d'informations ont été apportés par l'enquête réalisée à travers un questionnaire.
- *Enquête par questionnaire: l'*enquête par questionnaire a été mise en œuvre afin de comprendre les typologies d'inondations qui surviennent dans ce milieu, leurs causalités et conséquences. Et tout cela, suivant l'appréhension des sujets enquêtés.

L'échantillonnage de l'enquête a été constitué de façon aléatoire mais par quotas par rapport au nombre des avenues. Ainsi, l'échantillon de cette enquête est composé de 180 sujets.

S'agissant de la répartition des quotas, le quartier Muzindo compte 17 avenues. Ainsi, 10 individus ont été retenus par avenue, soit un total de 170 sujets résidents à questionner. Les 10 autres individus à enquêter ont été sélectionnés auprès de: chefs de quartiers, chefs d'avenues, chefs de rues, autorités de services municipaux (environnement, gestion foncière, habitat).

- *Revue documentaire et interviews:* elle a consisté à collecter les informations à partir de diverses sources documentaires en rapport avec le sujet abordé par cette étude. Les sources à partir des quelles la collecte de données scientifiques a été faite sont: les ouvrages généraux, les livres publiés par divers auteurs, les articles scientifiques contenus dans les revues, les rapports, les thèses de doctorats, les mémoires, les séries chronologiques météorologiques pluviométriques et thermiques, la webographie, etc.

Techniques d'interview: ce procédé de collecte de données à la volée nous a permis de compléter les informations scientifiques nécessaires pour réaliser notre étude. Il a consisté à engager un échange oral ou un dialogue avec quelques personnes ciblées rencontrée sur le terrain.

Traitement et interprétation de données: le traitement de données obtenues a été fait manuellement par une calculatrice de bureau. Ce processus a abouti à l'établissement des moyennes arithmétiques. En effet, c'est sur la base de cette statistique descriptive que l'interprétation des résultats a été faite.

Analyse de données: l'étude s'est appuyée sur l'analyse quantitative pour le traitement de données et l'analyse qualitative pour l'interprétation des données. Quant à l'approche systémique, elle a été d'une grande importance dans la quête de stratégies intégrées envisagées pour assurer la prévention durable de ce milieu d'étude.

3 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les résultats de l'enquête environnementale par questionnaire qui sont présentés ici concernent: les aspects sociodémographiques, la fréquence et la dangerosité des inondations, les causes et conséquences des inondations exprimées par les diverses opinions des sujets enquêtés.

3.1 ASPECTS SOCIODÉMOGRAPHIQUE

Dans cette section, l'étude décrit les renseignements en rapport avec les données sociodémographiques des sujets enquêtés (sexe et la taille de ménage). En effet, la connaissance des caractéristiques socio-démographique est d'une grande importance pour comprendre les vulnérabilités environnementales dans le milieu urbain.

3.1.1 RÉPARTITION DES RÉSULTATS PAR SEXE DES SUJETS ENQUÊTÉS

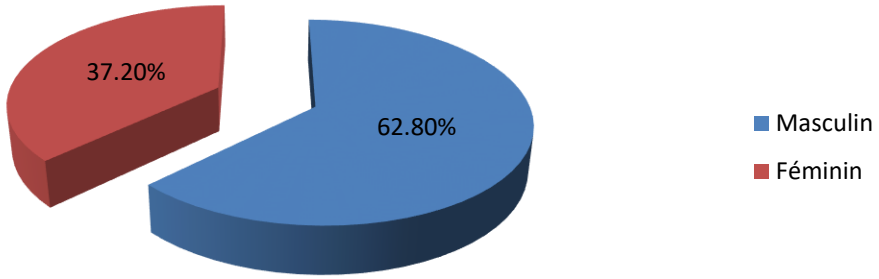


Fig. 2. Du sexe des sujets enquêtés

Source: Enquête du terrain, 2022.

Les résultats de cette étude montrent que 62,80% de sujets enquêtés sont de sexe masculin contre 37, 20% de sujets enquêtés de sexe féminin. Plusieurs raisons expliquent la supériorité numérique du sexe masculin dans l'enquête: la disponibilité à répondre au questionnaire robuste destiné à l'enquête; la présence permanente de personnes de sexe masculin dans les ménages, à cause de l'explosion du chômage; l'intérêt manifeste pour le sujet de l'enquête, etc. Par contre, la méfiance ou l'indifférence des personnes de sexe féminin à participer à l'enquête s'explique d'une part, par la culture africaine accordant la prééminence à l'homme, pour toutes les initiatives du ménage (Munkuamo, 2018). Beaucoup de femmes se sont obstinées à accueillir les enquêteurs au risque d'être emballées dans les aventures compromettantes pour leurs foyers (les arrestations politiques, les pillages, etc.), d'autre part, l'analphabétisme étant un fléau en République Démocratique du Congo, la sous instruction de plusieurs femmes ont été également une limite dans leur participation à l'enquête. Cela atteste en partie leur vulnérabilité socioculturelle.

3.1.2 RÉPARTITION DES SUJETS ENQUÊTÉS PAR TAILLE DE MÉNAGE

Il est important de noter que la viabilité et la vivabilité environnementales de ménages urbains sont liées à leur taille. En effet, dans le ménage, l'occupation de l'espace, la consommation des ressources, la gestion des déchets et tant d'autres problèmes sociaux, économiques et écologiques sont variables, suivant le nombre de personnes logées dans un ménage.

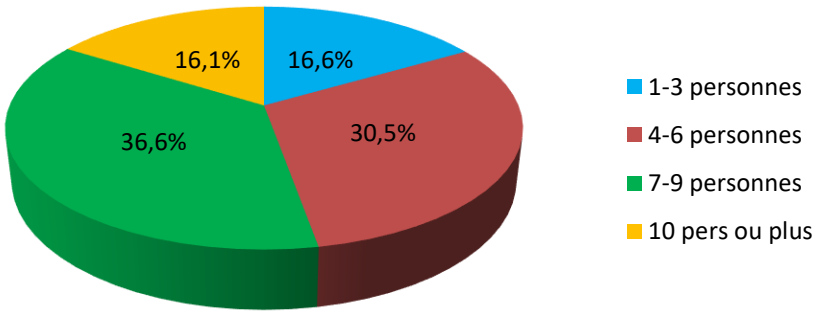


Fig. 3. Répartition par taille de ménage

Source: Résultats de terrain, 2022

Les résultats de l'étude attestent une forte densification de ménages enquêtés. Les résultats de la figure 3 permettent de faire remarquer que parmi les ménages de sujets enquêtés, 36,6% ont une taille de 7 à 9 personnes, 30,5 % sont constitués de ménages de 4 à 6 personnes, 16,6% ont une taille de ménage de 1 à 3 personnes, et enfin, 16,1% ont 10 personnes ou plus.

Diverses causes sont à la base de cette situation: pauvreté, forte natalité liée à la culture africaine, prise en charge de membres de la famille élargie, séjour prolongé des enfants à l'âge adulte sous le toit paternel par manque d'emploi, présence de plusieurs locataires dans la parcelle...

L'entassement humain constitue un facteur de risque de vulnérabilités environnementales, du fait que plus les membres sont nombreux dans un ménage, plus la production de déchets est grande.

La mégestion de ces déchets sont l'une des causes des inondations dans ce milieu d'étude. Aussi, l'inverse, les résultats de la figure 3 révèlent certains ménages (16,6%) de sujets enquêtés sont composés d'un seul membre. C'est une situation paradoxale en Afrique qui, toutefois, peut s'expliquer par les raisons ci-après: célibat, stérilité, divorce (la séparation de corps), décès d'un conjoint avant la procréation, émigration vers l'Europe (de papa avec les enfants ou de maman avec les enfants) à la recherche de la survie...

3.2 CARACTÉRISATION DES INONDATIONS

Dans les inondations qui surviennent au quartier Mozindo dans la commune de Barumbu, l'enquête s'est intéressée à deux aspects qui caractérisent cet aléa naturel, à savoir la perception des enquêtés sur leur fréquence, la dangerosité, les causes ainsi que les conséquences de ce phénomène.

Tableau 2. De la fréquence des inondations connues dans le quartier

Régularité des inondations connues	Fréquence	%
Oui	176	97,7
Non	04	02,3
Total	180	100

Source: Enquête de terrain, 2022

Kinshasa est une zone tropicale humide avec huit mois de pluviométrie dépassant la moyenne (saison de pluie) et quatre mois de pluviométrie en déca de la moyenne (saison sèche). La pluviométrie de la ville de Kinshasa varie relativement d'un milieu à l'autre. Ainsi, des résultats obtenus, 97,3% des sujets enquêtés reconnaissent une pluviométrie régulière de leur milieu, avec une forte intensité en saison des pluies, soit de septembre à avril. Ces fortes intensités pluviométriques exposent les ménages à plusieurs risques des vulnérabilités environnementales: inondations, destruction méchante des cultures, etc.

Par contre, 2,3 % des sujets enquêtés n'affirment pas cette réalité. Pour ces sujets, la pluviométrie de leur milieu est faible et irrégulier. Vraisemblablement, certains milieux de l'Est de Kinshasa (Plateau de Bateke) sont dans cette situation. Cela entraine la faible productivité agricole et la diminution de débit de certains cours d'eaux.

Tableau 3. De la dangerosité des inondations connues dans le quartier

Dangerosité des fréquentes inondations enregistrées	Nombre	%
Les inondations exposent à un grand danger	98	54,4
Les inondations exposent à un danger moyen	70	38,9
Les inondations exposent à un faible danger	12	06,7
Total	180	100

Source: Enquête de terrain, 2022

Les résultats du tableau 3 font voir que pour 54,4% des enquêtés, les fréquentes inondations qui sont enregistrées dans leur quartier exposent la population à un grand danger; de l'avis partagé par 38,9% des enquêtés, ces inondations présentent plutôt un danger de moyenne intensité; par contre, 06,7% d'entre eux pensent que ces inondations exposent la population à un faible danger.

3.2.1 LES FACTEURS AGGRAVANTS LE PHÉNOMÈNE D'INONDATION

Plusieurs facteurs expliquent la survenue de fréquentes inondations meurtrières dans la partie basse de la ville de Kinshasa. Pour cette étude, les sujets enquêtés ont évoqué plusieurs causes qui sont à la base d'inondations dans le quartier Mozindo, l'objet de cette étude. Le tableau 4 relève les diverses causes d'inondations identifiées par le sujets enquêtés.

Tableau 4. Avis des sujets enquêtés sur les causalités d'inondations

Causes d'inondations dans le quartier Mozindo	Fréquence	%
Abondance de précipitations	37	20,5
Mauvaise urbanisation (constructions anarchiques)	177	98,3
Dysfonctionnement de réseaux de drainage	164	91,1
Destruction du couvert végétal	111	61,6
Croissance démographique	98	54,4
Ignorance des lois écologiques	19	10,5
Absence de l'aménagement des cours d'eau	136	75,5

Source: Résultats de terrain, 2022.

Signalons que cette question (tableau 4) est une question ouverte dont les sujets enquêtés devraient s'exprimer librement. Les sujets enquêtés ont évoqué quelques facteurs majeurs qui sont à l'origine des érosions de leur quartier. Il s'agit de: l'abondance des précipitations, la mauvaise urbanisation, le dysfonctionnement des réseaux de drainage, la destruction des couverts végétal, la croissance démographique, l'ignorance des lois écologiques, l'absence d'aménagement des cours d'eaux.

- **De l'abondance des précipitations (20,5%):** Kinshasa est une zone tropicale humide avec huit mois de pluviométrie dé passant la moyenne (saison de pluie) et quatre mois de pluviométrie en déca de la moyenne (saison sèche).

Aguma (2021) affirme que l'abondance des précipitations est le principal facteur explicatif des crues et des inondations dans le quartier Mozindo. Cet auteur distingue deux types des averses qui sont à l'origine des inondations dans le quartier Mozindo: les averses durables et les pluies de type orographique.

Les averses durables sont moins brutales, elles comportent des séries d'averses successives entrecoupées de périodes de tranquillité, mais elles sont tout aussi dévastatrices. L'exemple de la crue la plus représentative est celui de novembre 2019 qui fut inondée plusieurs semaines les zones qui longent le fleuve Congo et ses environs comme le cas de notre milieu d'études.

Quand à ce qui concerne les pluies orographique, ce type de précipitations résulte de la rencontre entre une masse d'air chaude et humide et une barrière topographique particulière. Les caractéristiques des précipitations orographiques dépendent de l'altitude, de la pente et de son orientation. En général, elles présentent une intensité et une fréquence assez régulières (Ntombi, 2019). D'après l'auteur précité, les inondations fréquentes survenues à Kinshasa sont celles de grand débits d'eau dues à divers facteurs (basse altitude), faible conductibilité hydraulique des sols alluvionnaires, aux mauvais drainages des eaux pluviales.

- **De la mauvaise urbanisation (98,3%):** L'urbanisation, c'est le processus de développement des villes et de concentration des populations dans les villes (Mérennes, 1981). L'urbanisation n'est pas un processus spontané, incontrôlé, désordonné. Elle doit être cadrée et réalisée grâce à l'aménagement qui en définit l'opérationalité, afin d'éviter les vulnérabilités qui accompagnent les mauvaises pratiques de l'urbanisation. Malheureusement, les données de l'observation du tableau III.3 font voir que les occupations urbaines spontanées sont légion dans le quartier Mozindo (98,3%). Elles attestent un mode d'urbanisation anarchique, désordonnée. Ce contexte de crise d'aménagement et d'urbanisation détruit l'équilibre dynamique des écosystèmes urbains existants: cours d'eau, forêts, voirie, etc.

Mpuru (2018) fait remarquer que l'urbanisation incontrôlée entraine des agressions environnementales qui, à la limite, vont en faveur de la disparition des écosystèmes naturels dans leurs aspects biotope et biocénoses. Cette crise spatiale multifonctionnelle et multidimensionnelle renforce les vulnérabilités écologiques urbaines (Munkuamo, 2016). Signalons que cette manifestation de la crise environnementale qui rende vulnérable la population du quartier Mozindo sont des faits et conséquences de l'absence de l'aménagement et d'une urbanisation incontrôlée.

En effet, dans la commune de Brumbu, hors mis le quartier beau marché, mais partiellement, les autres quartiers souffrent de manque d'urbanité et ont comme dénominateur commun: l'auto-construction. Trois principales causes sont à la base de cela, à savoir: la mauvaise gouvernance environnementale, l'absence d'une politique d'urbanisation après l'indépendance et

la poussée démographique incontrôlée due à l'exode rural. Tous ces faits précités sont à la base du lotissement anarchique qui ont envahi plusieurs zones marginales de la commune de Barumbu qui sont aujourd'hui des spectacles de désolation en saison des pluies.

- **De dysfonctionnement des réseaux de drainage (91,1%):** Le processus d'urbanisation s'accompagne de la voirie. Par celle-ci, les urbanistes entrevoient non pas seulement les routes, mais également un ensemble complexe d'autres voies connexes d'acheminement de services sociaux, pour des fins urbaines diverses: assainissement et drainage des eaux usées pluviales et domestiques, conduites souterraines de câbles d'énergie électrique pour l'éclairage urbain, conduites primaires d'eau potable connectées aux voies secondaires et tertiaires du réseau maillé urbain, lignes de passage de câbles de communication, etc.

La voirie relève du domaine public par sa fonction circulatoire, la voirie est le lieu de réalisation intense de plusieurs activités urbaines. Dans la mise en œuvre de son architecture, la voirie est une structure qui doit impérativement participer à la fois à la forme urbaine (beauté) et à l'amélioration de la qualité du cadre de l'habitat (Ndembi, 2018). Or, dans ces caractéristiques, si la fonction circulatoire urbaine est la plus importante (RIO, 1992), alors la notion de la voirie suppose une réalité holistique.

A Kinshasa, la voirie urbaine pose de sérieux problèmes à la population: 91,1% % de sujets enquêtés dans les différents ménages attestent cette réalité. Dans le cadre des résultats de cette étude, les problèmes de la voirie qui accablent les quartiers des ménages enquêtés sont multiples et convergents. Tous ces problèmes surviennent suite à plusieurs contextes de l'environnement urbain: mal gouvernance politique, ignorance des lois écologiques, déficit de l'éthique environnementale, insouciance généralisée du maintien des patrimoines, vétusté et dégradation de la voirie, sous-dimensionnement et inadaptation de la voirie, rupture de l'équilibre naturel de l'environnement urbain, etc.

A cause de ce dysfonctionnement de la voirie, le quartier Mozindo est victime de plusieurs types d'inondations. Il s'agit d'inondations dues aux crues de cours d'eaux, aux ruissellements et aux torrents boueux.

- **De la destruction du couvert végétal (61,6):** Les espaces verts sont les poumons de la ville (E. Lambin, 2009). Cet auteur fait allusion à toutes les villes de la planète. Godard (2006) lie la ville écologique à la nature verte, car, les espaces verts servent à la maximisation du bien-être. Les études conduites par Wilson (2003), dans la discipline nouvelle qui est la psychologie environnementale signale que « dans le milieu urbain, les gens préfèrent vivre dans des environnements naturels, notamment dans des habitats de savane ou des espaces verts. Ils apprécient les vues dégagées sur une surface herbeuse relativement lisse, parsemée d'arbres et de boqueteaux... ». C'est dans cet esprit que Kalaora (1998) s'est fait l'apôtre des espaces verts urbains. Il démontre que les espaces verts urbains sont "des hauts lieux d'accueil, de loisirs de citadins". Décapiter les espaces verts, c'est vulnérabiliser la ville et la tuer dans son essence naturelle. Cependant le constat de ravage est fait au niveau de tous les quartiers à Kinshasa (avis de sujets enquêtés 61,6%). Pourtant dans l'ancien temps colonial, les espaces verts de Kinshasa étaient de véritables élément régulateurs, détruit par la crise écologique des années 1970. De ce fait, les espaces verts sont toujours vulnérables à la dégradation continue, à la cause de la pression démographique sur la flore et la végétation urbaine et du manque de politique d'aménagement urbain.

A Kinshasa, la destruction du couvert végétal 'est l'une des causes de multiple inondations et de dégradation du site. En effet, la végétation retient une quantité importante d'eau de pluies soit par interception soit par percolation. En outre, la présence de la végétation joue un rôle régulateur important au point de vue hydrologique. La masse d'eau stockée dans le sol au niveau des nappes phréatiques grâce à l'infiltration est restituée progressivement aux rivières par les sources ce qui est un facteur important pour la régularisation du régime des cours d'eau. Et ceci permet d'éviter à la fois l'assèchement complet pendant la saison sèche et des crues brutales en saison des pluies. Dans le cas contraire c'est - à - dire en absence de couvert végétal, toutes les eaux de ruissellement sont entraînées vers les cours d'eau qui se remplissent de manière brutale entraînant des crues très graves et des inondations catastrophiques.

C'est la situation que l'on observe dans le quartier Mozindo qui a perdu toute sa couvert végétal à cause de la précarité qui a ouvert la voie aux vulnérabilités écologiques. La survenue de cette vulnérabilité paraît absurde, tout simplement parce que les kinois négligent les normes écologiques.

- **De la croissance démographique et spatiale de Kinshasa (54,4):**

La poussée démographique urbaine de la ville de Kinshasa est rapide et montre une tendance à une hausse exponentielle. La population a entre 2005 et 2018, augmenté à Kinshasa à cause de: exode rural, espoir de gagner une vie meilleure en ville, soutient électoral à quelques candidats politiques, étude, conflits armés, etc. Selon Mpuru et Mbuluku (2014), Kinshasa a regorgé 6.400.000 habitants en 2007 et pourrait atteindre 17.000.000 d'habitants en 2025. De ce fait, Kinshasa dépasserait Lagos et Caire, deux villes populeuses en Afrique. Cette démographie exponentielle induit une surconsommation de l'espace

et la destruction de l'équilibre de l'environnement naturel urbain. D'autre part, Kinshasa fait remarquer Pain (1975) est un écosystème URBS en déséquilibre à cause de sa poussée démographique extraordinaire et de la surexploitation des écosystèmes. Le nombre des ménages surpeuplés vivant dans une parcelle menace l'équilibre sanitaire, social et environnemental.

Avec les données (54,4%) repris dans le tableau 3, l'on constate que la poussée démographique incontrôlée est l'une des facteurs qui entrainent des inondations à Kinshasa. Face à cette croissance démographique forte, la nécessité et le besoin de l'espace se font sentir. L'augmentation de la population entraine l'occupation anarchique et spoliation des espaces non aedificandi. C'est ainsi que les espaces non appropriés aux constructions sont littéralement occupés sans respect de normes urbanistiques foncières et environnementales. C'est l'une des causes des inondations dans le milieu d'étude.

- **De l'ignorance des lois écologiques (10,5*):*** La connaissance est une dimension importante de la conscience. A propos de la dégradation environnementale du quartier Mozindo, 82% de sujets enquêtés l'attribuent à l'ignorance des lois écologiques par les citoyens. le comportement de la population urbaine et sa perception des problèmes environnementaux constituent des éléments nécessaires pour comprendre les réalités vécue.

Il faut combattre l'ignorance et l'inconscience d'une part et d'autre part procéder et appliquer l'éthique écologique. La gestion urbaine suppose la connaissance et la conscience en matière d'urbanisation en particulier. Etant donné le manque de culture urbanistique et environnementale, la population qui augmente de façon exponentielle se livre facilement à la violation des normes établies et à l'occupation de fois des espaces interdit à l'occupation. Il faut donc informer la population, la conscientiser, l'éduquer et lui inculquer l'éthique environnementale, grâce à une contribution participative.

Pour François (2015), il faut une forte sensibilisation pour que l'humanité intègre le nouveau sens de l'écologie intégrale à tous les niveaux: familles, écoles, places publiques, églises, etc.

- **Absence d'aménagement des cours d'eaux (75,5%):** Les rivières de Kinshasa posent un problème. Elles ne sont pas curées. D'abord le long de ces rivières, les occupations anarchiques sont légion. En plus, les quantités des sables qui sont amenées dans ces rivières à partir des zones collinaires (commune de Makala, Selembao et autres), ces sembles rentrent dans les rivières et réduisent le tirant d'eau de ces rivières. En plus, les gens ont construit sur les caniveaux et tous les déchets y sont jetés. Lors de fortes pluies, ces caniveaux, bouchés, ne peuvent plus conduire l'eau à l'exécutoire.

Par conséquent, le débordement entraine l'inondation. Dans le quartier Mozindo, commune de Barumbu, ces inondations sont devenues un rituel. Tous les ans depuis 10 ans, ses habitants disent vivre le même couchemar.

3.2.2 CONSÉQUENCES D'INONDATIONS DANS LA PARTIE BASE DE KINSHASA

Les précarités urbaines et ses implications écologiques, économiques et sociales sont la cause majeure du système de vulnérabilités qui sévit à Kinshasa. Ce système de vulnérabilités expose la population kinoise à des crises multiformes, et ces crises multiformes ont des graves conséquences sur l'environnement écologique, économiques et sociale Ces conséquences sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Conséquences d'inondations soulevées per les sujets enquêtés

Conséquence d'inondations	Fréquence	%
Environnementale	95	52,7
Economique	32	17,7
Sociale	53	29,4
	180	100

Source: Résultats de terrain, 2022

En se basant aux résultats du tableau 5, il s'en dégage que pour 95 sujets soit 52,7%, que les inondations ont des conséquences majeures qui vulnérabilisent l'environnement écologique du quartier Mozindo; 53 personnes soit 29; 4% des sujets enquêtés reconnaissent les conséquences sociales et 32 sujets soit 17,7% parlent des conséquences économiques.

Si Boubou Aldiouma (2012) conçoit l'inondation en termes d'envahissement de terres par les eaux pluviales, sur le plan de risques de catastrophes naturelles, Kinshasa est une zone à forte pluviosité provoquant des inondations. Les résultats de l'étude de Munkuamo (2016) sur les vulnérabilités environnementales à Kinshasa, font remarquer qu'à Kinshasa, 70% de catastrophes naturelles sont issues d'inondations. Les risques sont grands dans les agglomérations de la partie basse de la ville: Kalamu, Makala, Ngaba, Limete tronçons Mopono-Bongolo, Victoire-Lumumba et Victoire-Bongolo, Barumbu (à proximité de

Ndolo), Kasa-Vubu, Lingwala, Bandalungwa, dans la vallée de la Lubudi dénommée Makelele, etc. (Kashama, 2011). De notre point de vue, cela est réel, parce que ces milieux concentrent toutes les eaux usées de ruissellement de la ville entière. Pire, avec le mauvais drainage des eaux pluviales (déficit d'assainissement), des débordements des eaux occasionnent des inondations dans certains quartiers, avenues, rues, parcelles de la ville basse.

Les conséquences liées aux inondations sont multiples regroupées en trois secteurs: écologique, économique et social.

- **Sur le plan écologique (52,7%):** fragilisation de l'environnement global et des éléments basiques de l'écologie urbaine, dégradation des écosystèmes naturels, déséquilibre de l'écosystème "URBS", altération des services écosystémiques, modification de conditions écologiques urbaines, transformation de processus écologiques du milieu, non renouvelabilité ou perte de pouvoir de recyclage des ressources environnementales par les écosystèmes naturels; destruction de l'habitat et de la biodiversité biologique urbaine, diminution de productivités des écosystèmes naturels urbains, pollutions et nuisances, dégradation de la végétation, stagnation d'eaux le long d'avenues, émergence de phénomènes climatiques extrêmes, menaces de calamités naturelles, altération des conditions bio-climatiques optimales du milieu urbain, érosions et destructions de terres arables, variabilité de paramètres morphologiques et de la dynamique de cours d'eau, ensablement, accès difficile aux voies publiques, menaces de survie d'activités agropastorales, insalubrité publique, inesthétique de la ville, insécurité écologique, mise en chantier d'un contre modèle de développement écologique, etc.

  La survenue de cette vulnérabilité parait absurde, tout simplement parce que les Kinois négligent les normes écologiques.

- **Sur le plan économique (17,7%):** engloutissent des ressources naturelles du milieu et entraînent: la perte de ressources alimentaires, la contamination de ressources en eau, l'affaiblissement de l'économie de ménages, la détérioration de la santé humaine, la destruction ou la fragmentation des infrastructures, etc. délabrement ou destruction des structures de production des entreprises locales, détresse économique des entreprises de production, diminution de la croissance économique, enregistrement de baisses substantielles de revenus, fermeture de quelques entreprises économiques de production du quartier, fragilisation économique des ménages par la faiblesse ou l'absence de revenus occasionnant la pénurie de moyens de subsistance, incapacité des ménages à assurer les besoins fondamentaux de ménage, indisponibilité et insécurité alimentaires, crise nutritionnelle au niveau des ménages (sous-alimentation, mal nutrition ou la faim cachée, délestage des repas, famine), etc.

Godard (2006) note que toute ville qui dégrade les composants naturels environnementaux (sol, cours d'eau, biodiversité, roches, etc.) est vouée au risque de vulnérabilités économiques, sources de dysfonctionnement, de crise environnementale.

Les résultats de cette étude permettent de dire que 17,7% de sujets enquêtés sont victimes de la crise économique dues entre outres, à la fréquence des inondations dans le quartier.

Dans le même ordre d'idées, d'autres études, dont celles de Lelo Nzuzi et Tshimanga (2002) et Kamavu (2002) à Kisenso, Kebela (2002) à Ngaba, Lelo Nzuzi (2002) et Nzuzi et Tshimanga (2002) à Lingwala, Imbanda (2014) à Ngaliema et Munkuamo (2014) à Limete, ont mis également en évidence les vulnérabilités économiques de ménages de certains quartiers de communes de Kinshasa. En gros, la vulnérabilité économique due aux inondations entraîne une chaine d'autres vulnérabilités, pour soutenir les facteurs économiques au sein des ménages: absence d'épargne, absence d'investissement, faible productivité, faible consommation, etc.

- **Sur le plan social (29,4%):** les inondations perturbent généralement et désorganisent la vie sociale, professionnelle et familiale: crise généralisée du secteur social (éducation, santé, routes, moyens et voies de communication, eau potable, électricité, terres cultivables, élevages), perturbation du trafic (à chaque inondation, la population est contrainte d'utiliser des pirogues pour les déplacements), déplacement des habitants sur le longs trajets à pieds, maisons et voitures emportées, instabilité de ménages (déménagement, changement brutal des modes de vie dans des sites mal aménagés), etc.

Les inondations provoquent des pertes directes et indirectes en vies humaines. Les décès sont occasionnés par les noyades ou par la chute des murs ou l'écroulement des maisons surtout lorsque les inondations sont brutales et se produisent pendant la nuit de façon inattendue. Cependant, la plupart des décès sont provoqués par des effets collatéraux: la famine, les maladies d'origine hydrique (choléra, fièvre typhoïde, paludisme, maladies diarrhéiques, parasitoses gastro-intestinales), l'humidité et des conditions malsaines générées par la stagnation des eaux, etc.

Au point de vue sanitaire, la situation est d'autant plus dramatique que les latrines ordinaires que l'on trouve dans la plupart des parcelles de Kinshasa, sont généralement construites sous forme d'un simple puits avec un abri précaire en sac de jute ou en tôles. Lors des inondations, les latrines sont inondées, les matières fécales refluent et surnagent à l'air libre dans les parcelles et les rues occasionnant la pollution fécale et aggravant les risques d'éclosion des épidémies. Ces milieux malsains ainsi créés constituent des lieux par excellence de multiplication des parasites et de pullulation des hôtes intermédiaires des diverses

maladies notamment les moustiques, les mollusques de genres Bulinus et Planorbis qui transmettent la schistosomiase. C'est ainsi que les périodes d'inondation correspondent à des pics de diverses maladies d'origine hydrique.

Pour Bouvier (1990), les pathologies associées aux inondations pluviales sont soit les maladies virales (fièvre typhoïde, choléra et hépatites.) soit vectorielles (paludisme). Ces pathologies sont effectivement dominantes. Elles émergent de façon fulgurante à Kinshasa et persistent dans le milieu. En vertu de cela, elles constituent une menace épidémiologique grave dans la ville basse de Kinshasa (Barumbu, Limete Kingabwa, Limete Salongo, Kalamu Kimbangu...).



Photo 2. : Une vue de l'inondation de la rue Epolo (quartier Mozindo),commune de Barumbu.2022



Photo 3: Un homme transportant une femme lors d'une inondation le long de l'avenue Kabambare, 2022.

4 STRATÉGIES INTÉGRÉES POUR LA RÉDUCTION DES RISQUES DE CATASTROPHES NATURELLES DANS LE QUARTIER MOZINDO

La ville doit présenter les atouts d'un cadre de vie idéal. Son environnement urbain est appelé à être sain, harmonieux, radieux, productif, sécurisant, viable, continuellement restauré, durable, etc. Yvette Yaggi (2006) note que: « La ville produit elle-même les solutions dont elle a besoin ». Pour Ivette Yaggi, ces solutions proviennent des actions combinées de chercheurs universitaires, de parlementaires, de politiques, de citoyens qui peuvent évoluer des vis-à-vis de l'espace urbain et de la durabilité de son environnement.

Dans cet ordre d'idées, après que l'étude ait établi les vulnérabilités qui caractérisent le quartier Mozindo, elle se propose, à la présente étape, d'indiquer quelques pistes de solutions susceptibles pour la réduction des risques des catastrophes naturelles (inondations) et conduire ce milieu urbain à la durabilité de son environnement. Ces pistes sont globales et sectorielles.

4.1 PISTES GLOBALES

Pour Barbault (1996), la piste globale est celle de conciliation entre trois écologies, à savoir: écologie scientifique, écologie politique et écologie citoyenne. Le sort de la durabilité de l'écosystème URBS se joue à l'interface de ces trois écologies.

Dans cette triple approche, si l'on veut faire du quartier Mozindo un écosystème durable, la meilleure option consiste d'en faire de Kinshasa, en général une éco-ville. Dans cette option fondamentale, il s'agit d'améliorer les conditions de vie de base, les qualités environnementales du cadre de vie et les critères d'une ville à Kinshasa pour en faire une ville écologique. Cette option fondamentale n'est réalisable que grâce à la conciliation de trois écologies telle que nous le montre Barbault. La politique seule ne peut rien produire sans le concours des scientifiques et des citoyens. Aussi, les citoyens comme les scientifiques ne peuvent rien produire sans une bonne poliyique de l'environnement.

A côté de piste de solution globale liée à l'écologie scientifique, politique et citoyenne, il faut également des pistes de solution sectorielles ou spécifiques.

4.2 PISTES DE SOLUTIONS SECTORIELLES

Aujourd'hui, dans les milieux urbains en crise environnementale protéiforme, si l'on veut s'efforcer de matérialiser la durabilité, un idéal fondamental pour le développement urbain durable à Kinshasa, plusieurs autres pistes de solution sectorielles s'imposent. Ces pistes peuvent se regrouper en trois catégories. Il s'agit de: pistes politiques, piste socio-économique, pistes juridiques et réglementaires.

4.2.1 PISTES POLITIQUES

Les différentes pistes politiques de durabilité environnementale envisagées par l'étude sont directement du ressort de l'Etat. Elles concernent: Régulation démographique, Aménagement, Assainissement et hygiène du milieu, Valorisation des déchets et politique de reboisement et boisement.

4.2.2 PISTES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Dans le registre de pistes socio-économiques de durabilité environnementale urbaine, il faut rappeler que la ville de Kinshasa a été rendue invivable et inviable sur le plan de l'environnement social et économique à cause de la mal gouvernance urbaine. Pour remédier à ce problème, l'étude propose l'équité dans la gestion et la répartition de biens et avantages sociaux et économiques urbains.

Pour améliorer la gouvernance urbaine, deux pistes s'imposent, à savoir: réorganisation et restructuration institutionnelles, amélioration du service de la voirie, amélioration de la croissance économique soutenable et satisfaction des besoins sociaux essentiels.

4.2.3 STRATÉGIES JURIDIQUES ET RÈGLEMENTAIRES

La durabilité environnementale est dans la mise en œuvre, le respect de règles, mécanismes ou stratégies juridiques et réglementaires appropriés et adéquats. C'est ainsi que, selon Musibono (2009): « La gouvernance environnementale signifie l'ensemble des règles, mécanismes et stratégies mis en place en vue d'une gestion responsable des ressources et de la promotion de la qualité de la vie ». Il faut des instruments juridiques et réglementaires axés sur la durabilité environnementale urbaine pour administrer les ressources naturelles limitées dans l'espace et dans le temps, pour prévenir les risques naturels, les instabilités socioéconomiques et les conflits en vue de la réduction de vulnérabilités écologiques, économiques et sociales.

Ainsi dans le cadre de stratégies juridiques et réglementaires, il y a deux stratégies: soit innover les textes juridiques et réglementaires soit les rénover en vue de leur adaptation.

4.2.4 STRATÉGIES MORALES ET ÉTHIQUES

La ville de Kinshasa s'englue dans les vulnérabilités environnementales, à cause de l'ignorance écologique dans laquelle sombre la grande partie de sa population. C'est pourquoi, il faut la mise en œuvre de l'éthique dans le développement durable pour réduire les vulnérabilités environnementales urbaines à Kinshasa. L'on doit faire "appel à notre sens de responsabilité et à inscrire nos décisions (politiques, écologiques, économiques, sociales) sur un horizon de pensée inspiré par des valeurs et des représentations à caractère moral" (Ngoma B., 2012).

La responsabilité est un comportement moral qui s'acquiert par l'éducation. Au-delà de la conscience sociale et individuelle de la durabilité environnementale de la ville de Kinshasa, l'avènement de la révolution éthique de durabilité environnementale urbaine de Kinshasa passe par la moralité de l'Etat et de ses Institutions. L'Etat congolais et le gouvernement provincial doivent créer de conditions morales inconditionnelles et plausibles de durabilité environnementale urbaine face aux crimes environnementaux.

5 CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif de cette étude concerne les problèmes environnementaux dans la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo. La motivation de cette étude consiste à montrer que les inondations constituent une préoccupation majeure dans cet écosystème urbain. Elles ont des incidences négatives sur la gestion responsable et durable de cet environnement urbain.

Ainsi, partant de méthodes d'observation, d'analyse et systémique; un questionnaire a été mené dans le quartier Mozindo (commune de Barumbu), pour collecter les faits, causes et conséquences des inondations au niveau de cette entité de la ville de Kinshasa.

Après dépouillement de fiches d'enquête, il se dégage des données quantitatives, les résultats essentiels suivants: les inondations constituent une préoccupation majeure à Kinshasa. Plusieurs causes sont à l'origine de cette catastrophe naturelle: abondance de précipitations (20,5%), mauvaise urbanisation (98,3), dysfonctionnement des réseaux de drainage (91,1%), destruction du couvert végétal (61,6%), croissance démographique et spatiale (54,4%), ignorance des lois écologiques (10,5%) et absence d'aménagement des cours d'eaux (75,5%).

Et les conséquences liées aux inondations sont multiples sur le plan écologique **(**perte de la biodiversité, dégradation des écosystèmes naturels, menaces de calamités, pollution de sols, érosion, etc), économique (baisse des revenus au marché, incapacité des ménages d'assurer les besoins fondamentaux, etc.) et social (destruction des matériels, perte en vie humaine, destruction des infrastructures, perturbation deb trafic, etc.).

Etant donné que les inondations vulnérabilisent davantage l'environnement global de la commune de Barumbu, avec les résultats de cette étude, nous recommandons ce que suit:

A l'Etat congolais:

- D'améliorer les conditions de vie de la population à travers l'assurance de logements décents et l'entretenir les infrastructures de base en vue de réduire le choc des inondations;
- L'articulation des documents de planification afin de maîtriser l'occupation du sol en zones inondables et établir des critères objectifs de priorisation des actions dans le plan national de protection contre les inondations.
- Le renforcement de la prévention par l'amélioration de la connaissance dans le domaine de la prévision météorologique.
- Le développement de l'annonce et de la prévision des crues et des plans de secours, à travers la généralisation de la télémesure hydrologique et la mise en œuvre de modèles de prévision des écoulements.
- L'organisation des secours, les modalités et les entités responsables de l'évacuation des populations;
- L'aménagement des sites prédéterminés pour l'accueil des populations sinistrés;

Aux autorités municipales

- de veuiller à la qualité globale de l'environnement de la commune de Barumbu;
- de réunir un budget nécessaire pour l'assainissement du milieu urbain
- de sanctionner tous les actes de dérives éthiques
- d'organiser de campagne de sensibilisation, pour que la population adopte des comportements responsables pour l'environnement;
- de mettre en place une police de maintien de la qualité de l'environnement;

- de démolir toutes les maisons (boutiques, barre, pharmacie, etc.) construites sur le collecteur d'eaux;
- d'évacuer toutes les épaves de véhicules qui trainent au long des avenues.

A la population:

- d'éviter des constructions anarchiques;
- d'aménager les cours d'eaux;
- d'éviter de jeter les ordures dans les caniveaux ou dans la rivière;
- de disposer des digues;
- de restaurer de milieu naturel (planter les arbres et la pelouse)

Pour ce faire, il faut une éco-administration urbaine, devant assurer l'aménagement d'éco-quartiers et une gestion participative de la ville réalisée par des éco-juristes, éco-consommateurs et éco-citoyens (Munkuamo, 2016).

REFERENCES

[1] Aissa Madaqui Oussama (2016), protection des villes contre les inondations cas du centre D'AIN FEZZA TLEMCEN, Université ABOU BEKR BELKAID.
[2] Cemagref, (2004). Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations la Ralentissement dynamique prévention des inondations, ministère de l'écologie et du développement durable.
[3] Charrouf Latifa (1991), Problèmes d'ensablement des ports marocains sur la façade atlantique. Leur impact sédimentologique sur le littoral, Maroc.
[4] Gapyisi, E. (1989), le défis urbains en Afrique, éd. l'Harmantant, Paris.
[5] Henry, J.B, (2004), Systèmes d'information spatiaux pour la gestion du risque d'inondation de plaine, Thèse de Doctorat, Faculté de Géographie et d'Aménagement, Université Louis Pasteur – Strasbourg.
[6] Lelo, F. (2011), Kinshasa, Planification et Aménagement, éd. Harmattant, RDC.
[7] Merabet, A. (2006), Etude de la protection de la ville de Sidi Bel Abbés contre les inondations, Mémoire de Magister, Université de Djilali Liables-Sidi Bel Abbés.
[8] Michelle Beaudoin (2018), analyse des solutions possibles aux inondations dans le centre urbain d'Ottawa et de Gatineau, université de Sherbrooke, canada.
[9] Sakobi, D. (1981), Regard sur Kinshasa, éd. Réunie, Kinshasa.
[10] Sophie GAUTHIER (2004), gestion et prévention des risques naturels: le système italien et les coopérations franco-italiennes, institut d'études politiques de Paris.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 723-734
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Perception on post-harvest practices and storage constraints of tamarind fruits, *Tamarindus indica* L. in the Hauts Bassins and Centre regions of Burkina Faso

Kilo Francine Marina Ki[1], Koï Wenceslas Kam[2], Siébou François Kambou[1], Oswald Gilbert Dingtoumda[1], Antoine Sanon[1], and Zakaria Ilboudo[1]

[1]Université Joseph KI-ZERBO, Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée, UFR, SVT. 06 BP 9499 Ouagadougou 06, Burkina Faso

[2]Université de Fada N'gourma, Institut Supérieur du Développement Durable. BP 54 Fada N'gourma, Burkina Faso

Copyright © 2023 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: Food security is a major challenge for developing countries. Non-Timber Forest Products (NTFPs) are a source of income for families, improving their living conditions. Tamarind is a NTFP used for many purposes, both for food and industrial purposes. However, it suffers from pest attacks. This study aimed to evaluate the post-harvest practices of tamarind fruits and the constraints related to its storage in the communes of Bobo-Dioulasso and Ouagadougou. A survey conducred in the form of a semi-structured interview toward 113 respondents in Bobo-Dioulasso and 138 in Ouagadougou. The participatory diagnosis showed that the majority of respondents in Bobo-Dioulasso (70.19%) and Ouagadougou (57.33%) considered insects to be the main cause of damage to the pods. We observe a preponderance of perforated beans (63.16%) in Ouagadougou, while in Bobo-Dioulasso the percentage was 29.85. After collecting the pods, 78.95% of the farmers in Ouagadougou dehull the pods immediately and then keep the pulp without further drying, in contrast to Bobo-Dioulasso (16.67%) where only a minority practice this. More than half of the interviewers sell tamarind to meet specific needs. As for control methods, the main ones are steaming of tamarind used by 72.92% of farmers in Ouagadougou, while in Bobo-Dioulasso only 25.64%. These results show that tamarind pods are highly exposed to insect attacks. It is therefore necessary to investigate the improvement of traditional control methods by including other natural alternatives in order to minimize losses and promote tamarind exploitation.

KEYWORDS: Perception, post-harvest, practices, *Tamarindus indica,* storage constraints.

1 INTRODUCTION

Our world is facing a danger, food insecurity which is a huge problem for developing countries. Indeed, 95 million people could go hungry as a result of COVID-19 [1], [2]. Globally, today's food systems do not produce affordable, safe, and sustainable food for all [1]. In sub-Saharan Africa, food insecurity affects 153 million people or about 25% of the population [3]. Hunger is on the rise, undoing decades of progress, making it worthwhile to look for other alternatives. The forest offers us two types of products namely non-timber forest products (NTFPs) and timber forest products (TFPs). NTFPs contribute considerably to rural needs and to the national economy of several Sub-Saharan African countries [4]. In Burkina Faso, one of the NTFP-providing plants, the tamarind tree (*Tamarindus indica* L.), belonging to the subfamily Caesalpinioideae, is quite important in rural and urban areas. The pulp of the fruit is mainly used for food, but is also used for therapeutic purposes [5]. Most of the production in Burkina Faso is destined for marketing, with 518 tons of tamarind fruit exported in 2005 to countries in the sub-region [6]. In agrosystems, the average economic potential has been estimated at 4,366,796,230.01 F CFA for *T. indica* fruits in Burkina Faso [7]. However, tamarind fruits are attacked while they are still on the tree until storage. Thus, insect activity on seeds before dispersal significantly reduces their germination rate [8], which could cause consequences for the natural regeneration of the plant. *Caryedon serratus,* one of the main insect pests of tamarind, uses it as a food source and contaminates it with its waste, causing damage ranging from weight loss to reduced grain quality [9] and sometimes loss of germination capacity [10].

Corresponding Author: Kilo Francine Marina Ki

Faced with pest pressure, several control methods are used against stored food pests such as hermetic storage, the use of biopesticides and chemical products. The knowledge of the problem of the storage of *T. indica* seeds in the farming environment is essential in order to propose suitable solutions for the conservation of the seeds in the long term and on a large scale. Little is known about the post-harvest practices of this speculation. Then this study aims to deepen the knowledge on the practices related to the post-harvest management of *T. indica* fruits. Specifically, it aimed to: (i) know the methods and structures of storage of tamarind pods; (ii) estimate damages and biotic constraints on tamarind pods; and (iii) determine the time spent to maintain the quality and the price.

2 METHODOLOGY

2.1 DESCRIPTION OF THE STUDY SITE

The survey took place in the Hauts-Bassins and Centre regions, more specifically in the communes of Bobo-Dioulasso and Ouagadougou, which represent the main areas of tamarind exploitation and consumption. Bobo-Dioulasso is located in the southwest of Burkina Faso in the southern Sudanian zone. It has an annual rainfall of more than 1,000 millimeters and a rainy season of about 6 months [11]. Bobo-Dioulasso has a population of approximately 887,778 [12].

The commune of Ouagadougou is located in the northern Sudanian zone with a rainfall of between 600 and 900 mm and a rainy season of about 5 months [11]. The population of Ouagadougou is approximately 2,684,052 [12]. The survey was conducted in thirteen (13) markets and among a few collectors and traders in the two communes (Figure 1).

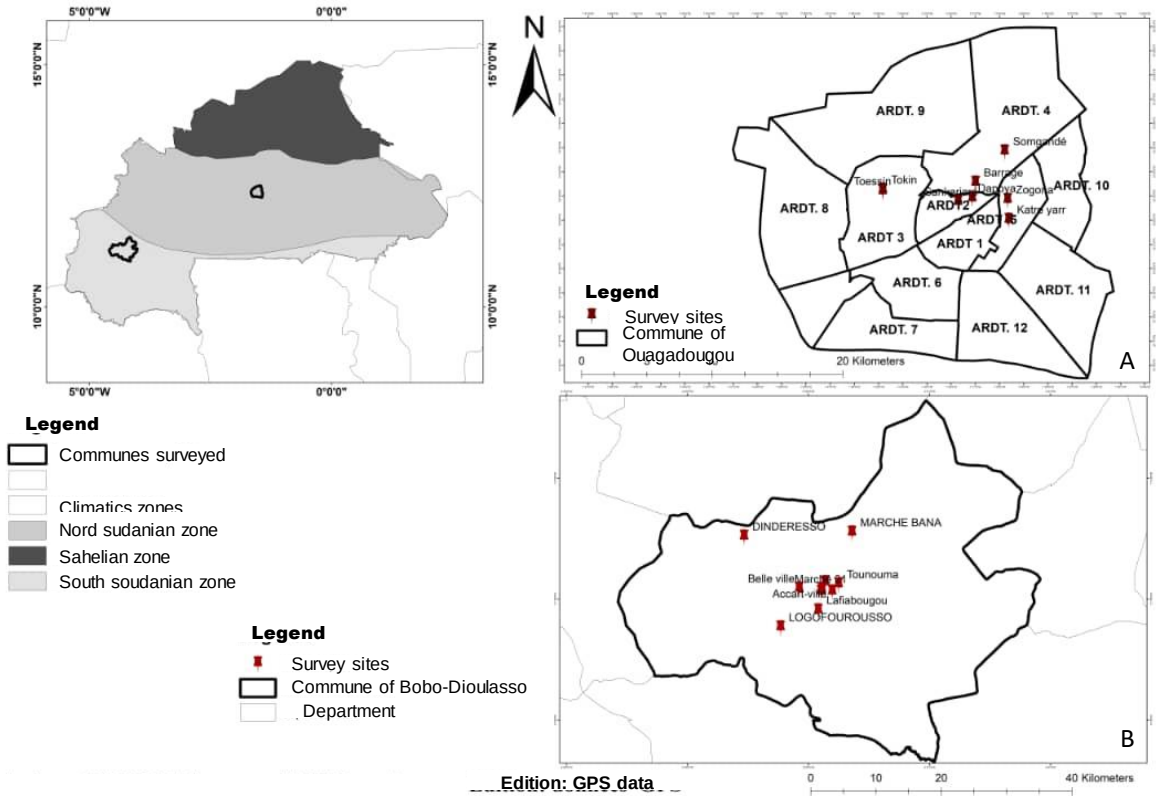


Fig. 1. Maps of the communes of Bobo-Dioulasso (B) and Ouagadougou (A) showing the markets surveyed

2.2 DETERMINING OF THE SAMPLE SIZE

We used the method described by [13] to determine the sample size. A pre-survey was conducted by means of a questionnaire to 100 people in each commune. This allowed us to determine the percentage of people who consider insects to be an challenge to tamarind conservation. The 92% in Bobo-Dioulasso and 90% in Ouagadougou who said that insects are a hindrance to tamarind conservation were used to calculate the sample size using the following formula proposed by [13]:

$$N = \frac{\mu^2_{1-\alpha/2} Pi(1-Pi)}{d^2}$$

Where N = total number of people to be surveyed representing the sample size;

μ1-α/2 represents the value of the normal random variable for a risk α equal to 0.05.

(μ1-α/2 =1.96);

d = margin of error considered in the survey, 1% < d < 15%. We will take d = 0.03;

Pi = proportion of those who said that insects depreciate *T. indica* stocks in the absence of a conservation method.

The sample size to be surveyed is 113 in Bobo-Dioulasso and 138 in Ouagadougou. The number of people to be surveyed per market was determined by taking into account the size of the market. Thus, in the commune of Bobo-Dioulasso, we surveyed 17 traders at Accart-ville market, 16 at the fruit and vegetable market, 20 at the big market, 15 at Lafiabougou market, 14 at Tounouma market, 16 at Logofourousso, and 15 at Bana market. In the urban commune of Ouagadougou, we surveyed 28 women traders in Nabi market, 19 in Sabin market, 21 in Tounkin market, 12 in Sankar market, 26 in Zogona market, and 32 in Toèssin market. The total number of markets visited was seven in Bobo-Dioulasso and six in Ouagadougou.

2.3 DIAGNOSIS OF THE POST-HARVEST MANAGEMENT OF *T. INDICA* SEEDS IN THE FARMING ENVIRONMENT

The surveyed markets were selected randomly. A questionnaire was developed to collect information on knowledge related to post-harvest management of tamarind. The questionnaire included information on the characteristics of the respondents, tamarind-related practices from harvest to storage, storage structures, and methods of protecting stocks. The interview was semi-structured (interviewer-assisted questionnaire methodology) and was administered in the presence of the respondent on a one-on-one basis.

2.4 STATISTICAL ANALYSIS OF DATA

The Excel 2016 spreadsheet was used to enter the data collected during the survey and to calculate the proportions of responses. Statistical processing was carried out with the R software version 4.1.0 as well as the construction of some graphs. The Shapiro - Wilk test was used to check the distribution of the data by using the Shapiro.test function on the price of a Yoruba dish, a can of tomato and the shelf life of tamarind pods in order to choose the appropriate test. Thus, the Mann - Whitney - Wilcoxon test was performed with the Wilcox-test function at the 5% probability threshold.

3 RESULTS

3.1 GENERAL CHARACTERISTICS OF RESPONDENTS

The majority of respondents in Bobo-Dioulasso (97.35%) and in Ouagadougou (89.13%) (Table 1) are women. The age group most represented in Bobo-Dioulasso is between [40-60] (Table 1); on the other hand, the age group between [18-40] is the most represented in Ouagadougou (Table 1). In both communes, the majority of tamarind traders surveyed are illiterate.

Table 1. Characteristics of the population surveyed in Bobo-Dioulasso and Ouagadougou

	Frequency		Percentage (%)	
	Bobo-Dioulasso	**Ouagadougou**	**Bobo-Dioulasso**	**Ouagadougou**
Sex				
Male	3	15	2.65	10.87
Female	110	113	97.35	89.13
Age				
[10-40 [	47	60	41.59	43.48
[40-60 [	59	53	52.21	38.11
≥60	7	25	6.19	18.12
Level of education				
None	64	83	56.64	56.64
Franco-Arabic	10	29	8.85	8.85
Literate	1	10	0.88	8.88
Primary	28	14	24.78	24.78
Secondary	10	2	8.85	8.85

3.2 ANALYSIS OF POST-HARVEST PRACTICES OF TAMARIND

3.2.1 POST-HARVEST PRACTICES CARRIED OUT BEFORE THE CONSERVATION OF PODS

The majority of tamarind farmers in the commune of Ouagadougou (78.95%) shell the pods immediately after harvesting and then preserve the seeds without further drying (Table 2). However, those in Bobo-Dioulasso still dry the pods before storing them (27.78%) (Table 2). Two other practices are highly represented in the Bobo-Dioulasso zone: drying the pods, shelling and then further drying (1) (20.37%) and shelling the pods immediately after harvesting and then drying (3) (20.37%). In addition, in the Ouagadougou zone, pod drying followed by shelling before seed conservation (2) (10.53%) is in second place, followed by the other practices with a percentage of 3.5 each. Drying of the pods generally takes place at home for respondents in Bobo-Dioulasso (69.09%) and at the place of trade (100%) for those in Ouagadougou (Table 2).

Table 2. Post-harvest practices carried out before seed conservation (Bobo-Dioulasso and Ouagadougou)

Post-harvest practices	**Post-harvest operations**	
Post-harvest operations	**Bobo-Dioulasso**	**Ouagadougou**
Drying of pods, shelling then additional drying (1)	20.37	3.51
Drying of pods then shelling before seed conservation (2)	11.11	10.53
Pods shelled immediately after harvest and dried (3)	20.37	3.51
Shelling of pods immediately after harvest and then seed storage without further drying (4)	16.67	78.85
Drying and storage of pods (5)	27.78	3.51
Crushing of immature pods then drying (6)	3.70	0
Place for drying the pods		
Field	10.91	0
Household	69.09	0
Place of trade	20	100

3.2.2 POST-HARVEST DRYING TIME OF PODS

In the opinion of the respondents in both communes, the majority of them claim to dry tamarind for an average of 1 to 7 days after collection (Figure 2). Then those who dry for 7 to 14 days, and to a lesser extent for 14 to 21 days in the Bobo-Dioulasso area (Figure 2).

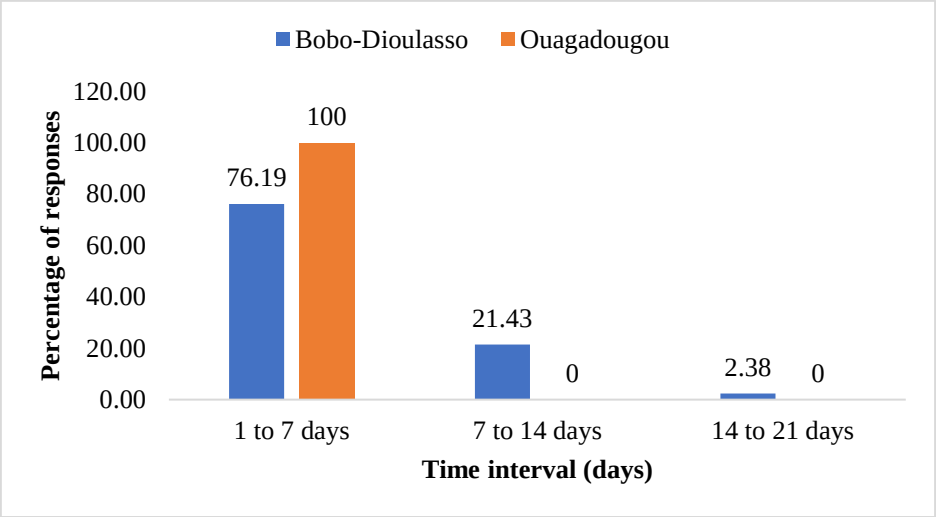


Fig. 2. Distribution of respondents' answers on the duration of drying of tamarind pods before conservation

3.3 STRUCTURES AND STORAGE METHODS FOR TAMARIND PODS

3.3.1 POD STORAGE STRUCTURES

The types of storage structures found in the communes of Bobo-Dioulasso and Ouagadougou are used in different proportions (Figure 3). Most of farmers in both communes use polypropylene bags with or without plastic bags (Figure 3). In Bobo-Dioulasso, plastic or aluminum dishes (5.61%) are used in second place, followed by a minority who use plastic drums or baskets. In contrast, in Ouagadougou, plastic drums (15.13%) come second, followed by baskets and dishes (Figure 3).

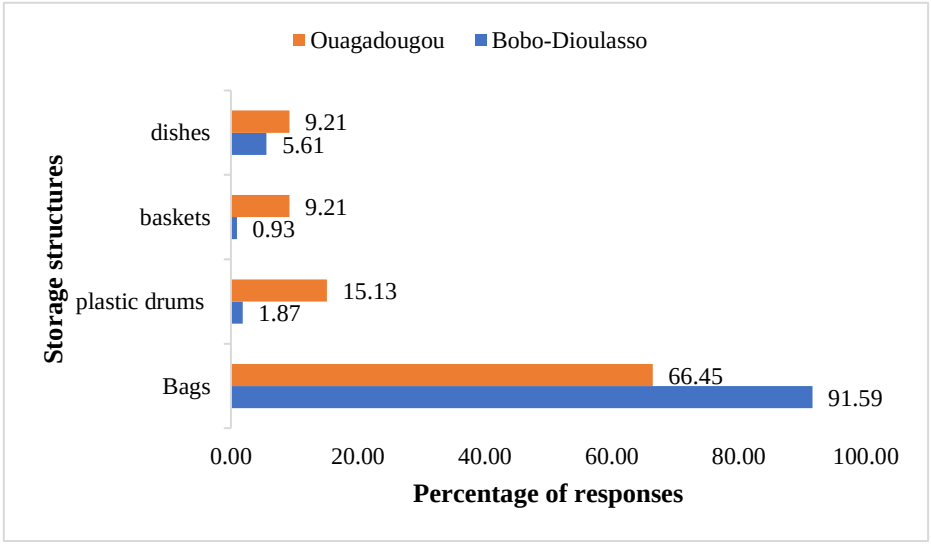


Fig. 3. Distribution of responses from respondents in the communes of Ouagadougou and Bobo-Dioulasso on T. indica pods storage structures

3.3.2 METHODS OF STORING TAMARIND PODS

The majority of respondents in Bobo-Dioulasso (67.29%) and Ouagadougou (67.91%) store tamarind without mixing it with other commodities (Figure 4). The remainder practice mixed storage by storing tamarind pods most often with maize and millet (Tables 3).

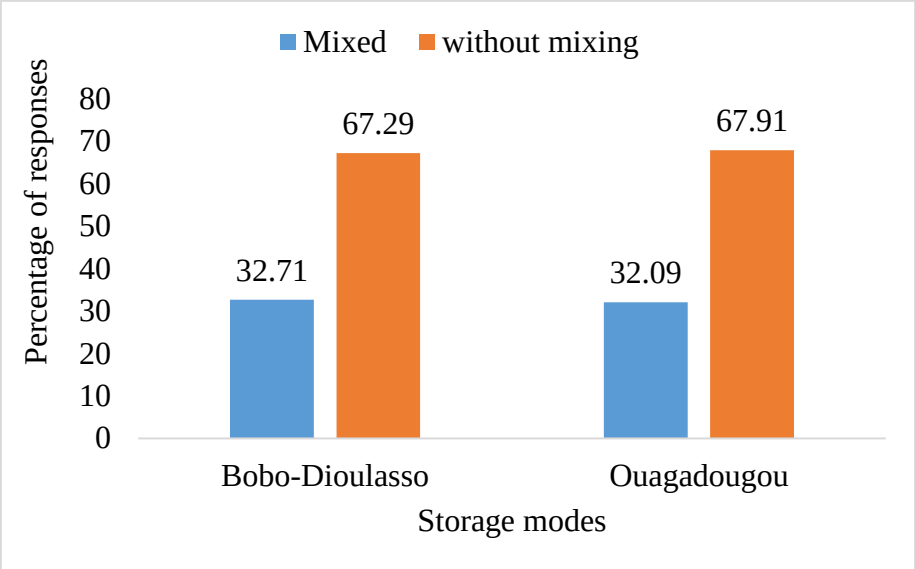


Fig. 4. Distribution of respondents' answers on the storage method for T. indica

Table 3. Commodities associated with T. indica pods for mixed storage in Bobo-Dioulasso and Ouagadougou

Commodity	Frequencies		Percentages (%)	
	Bobo-Dioulasso	Ouagadougou	Bobo-Dioulasso	Ouagadougou
Peanuts	2	2	2.82	2.27
Bissap	9	18	12.68	20.45
Cola	3	0	4.23	0
Coffee	3	0	4.23	0
Ginger	4	8	5.63	9.09
Jujube	0	2	0	2.27
Maize	17	19	23.94	21.59
Millet	16	19	22.54	21.59
Cowpea	6	2	8.45	2.27
Monkey bread	6	0	8.45	0
Sweet pea	0	2	0	2.27
Rice	5	0	7.04	0
Sesame	0	2	0	2.27
Sorghum	0	2	0	2.27
Voandzou	0	8	0	9.09

3.4 BIOTIC CONSTRAINTS AND NATURE OF LOSSES ASSOCIATED WITH POD STORAGE

3.4.1 PESTS OF TAMARIND POD STOCKS

Among the agents responsible for damage cited by the respondents, insects are in the majority in both communes (Figure 5) followed by rats and rodents. In Bobo-Dioulasso area, molds come before termites, while in Ouagadougou, damages due to termites come before molds (Figure 5).

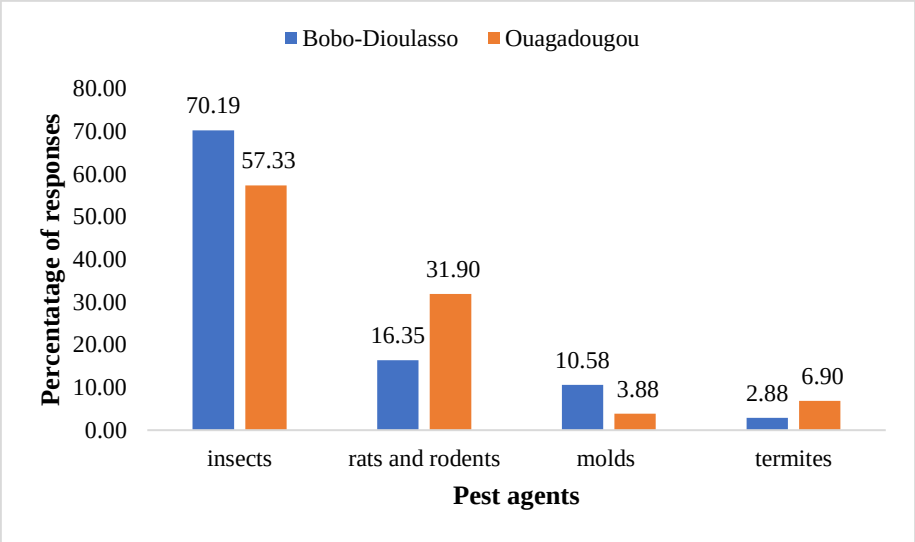


Fig. 5. perception of respondents in the two communes on the pests stocked in T. indica

3.4.2 NATURE OF DAMAGE TO TAMARIND PODS BY PESTS

According to the farmers, damages caused by pests are multiple (Figure 6). In the commune of Ouagadougou, the most represented are perforated seeds (63.16%) and broken seeds (32.06%), while in Bobo-Dioulasso, broken seeds are more often cited (36.57%) than perforated seeds (29.85%). Then we have rotting and loss of germination capacity.

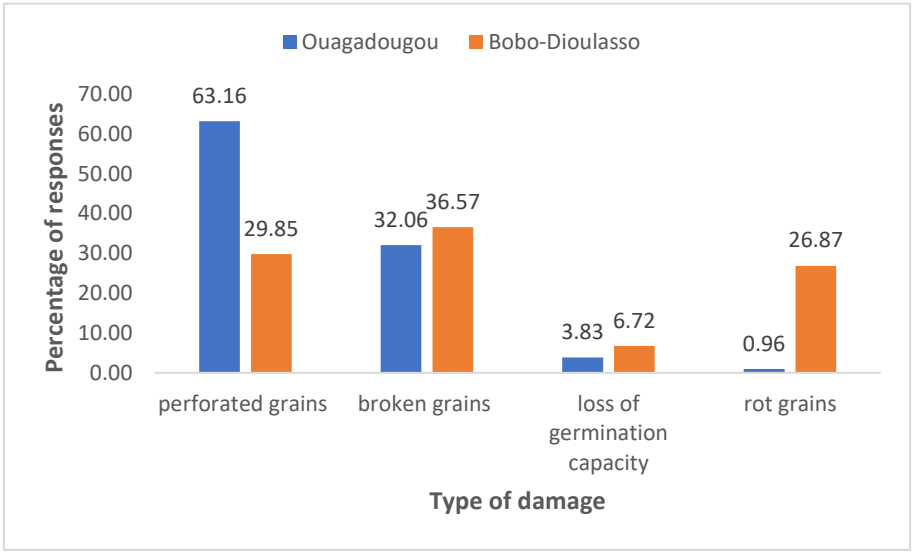


Fig. 6. Perception of the responses on the nature of the damage observed on T. indica stocks

3.4.3 METHODS OF PROTECTION OF TAMARIND POD STOCKS

Three types of protection methods are used by the respondents; the percentage of use of these methods varies according to locality (Figure 7). In Bobo-Dioulasso, hermetic storage (51.28%) is the most common, followed by steaming the tamarind and storing the bags on racks. However, in Ouagadougou the majority method is steaming (72.92%), followed by hermetic storage (14.58%) and storage of bags on racks (12.50%).

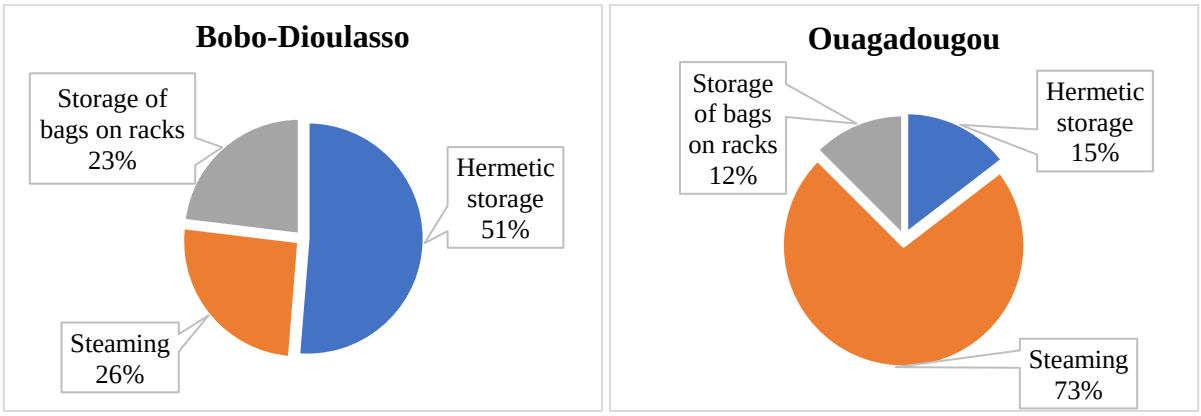


Fig. 7. Respondents' responses on methods of protecting T. indica stocks in Bobo-Dioulasso and Ouagadougou.

3.4.4 STORAGE TIME

The time of storage of *T. indica* pods in good condition varied significantly in the presence or absence of control methods among farmers in Bobo-Dioulasso (W = 8243.5, P< 0.0001; Figure 8) and Ouagadougou (W =13823, P< 0.0001; Figure 8). The average time of storage of pods in good condition in the presence of control methods is 390 days (13 months) in Bobo-Dioulasso and 720 days (24 months) in Ouagadougou, while it is 120 days (4 months) in Bobo-Dioulasso and 150 days (5 months) in Ouagadougou in the absence of control methods. It should be noted that the minimum shelf life of *T. indica* pods without the application of any method is 30 days in Bobo-Dioulasso and 15 days in Ouagadougou.

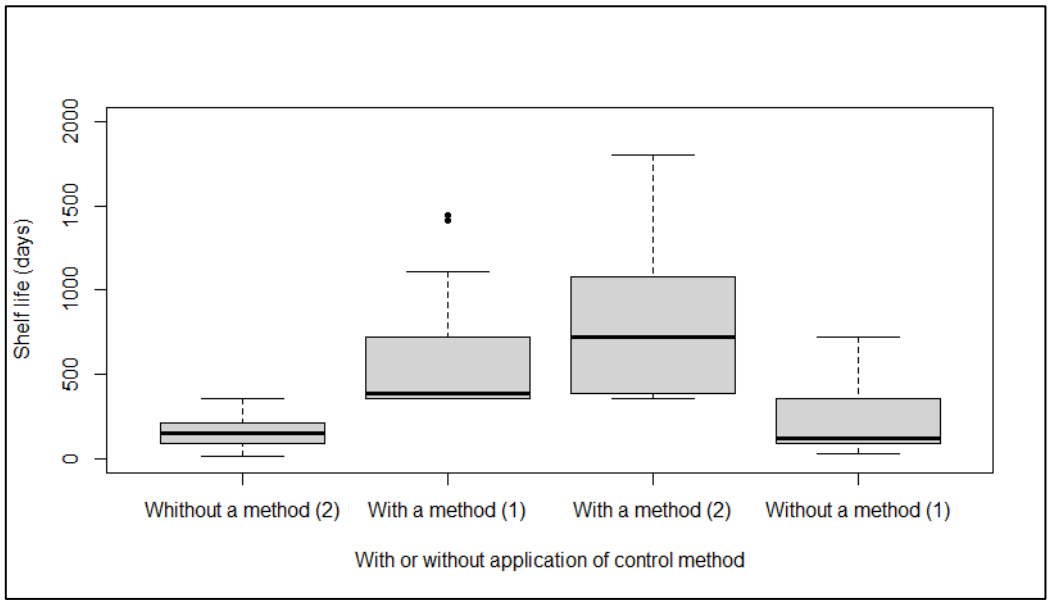


Fig. 8. Average shelf life of tamarind pods with or without the application of methods in the Bobo-Dioulasso and Ouagadougou zones

3.4.5 REASONS FOR STORING TAMARIND PODS

Each respondent had an objective in exploiting tamarind. The majority of respondents in both communes sell tamarind to provide for their needs, while others store it for family consumption throughout the year (47.43% of respondents in Ouagadougou and 28.68% in Bobo-Dioulasso) (Figure 9). Stored tamarind pods are rarely used during ceremonies. Few farmers store tamarind for resale when selling prices increase.

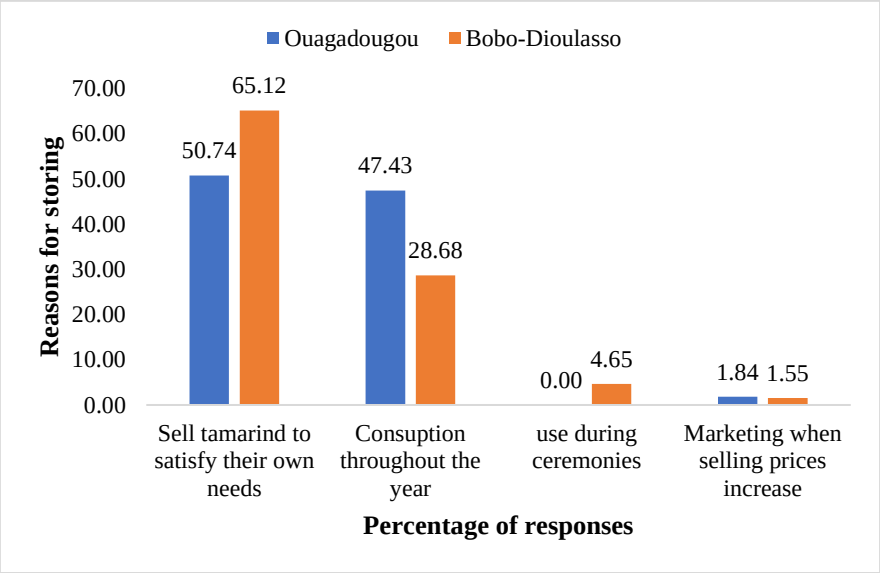


Fig. 9. Proportion of respondents' answers on reasons for storing T. indica

3.4.6 TAMARIND PRICES

In August, the average price of a tomato can of *T. indica* (W = 9059; P < 0.0001; Figure 8) and a dish yoruba of *T. indica* (W = 4917.5, P < 0.0001; Figure 9) increases significantly. The average price of a can of *T. indica* tomato varies from 300 CFA francs in December to 500 CFA francs in August; similarly, a yoruba dish of *T. indica* increases from 1250 CFA francs during the harvest period in December to 1500 CFA francs in August during the lean season. The maximum selling price in August is 650 CFA francs in Bobo-Dioulasso and 2500 CFA francs in Ouagadougou.

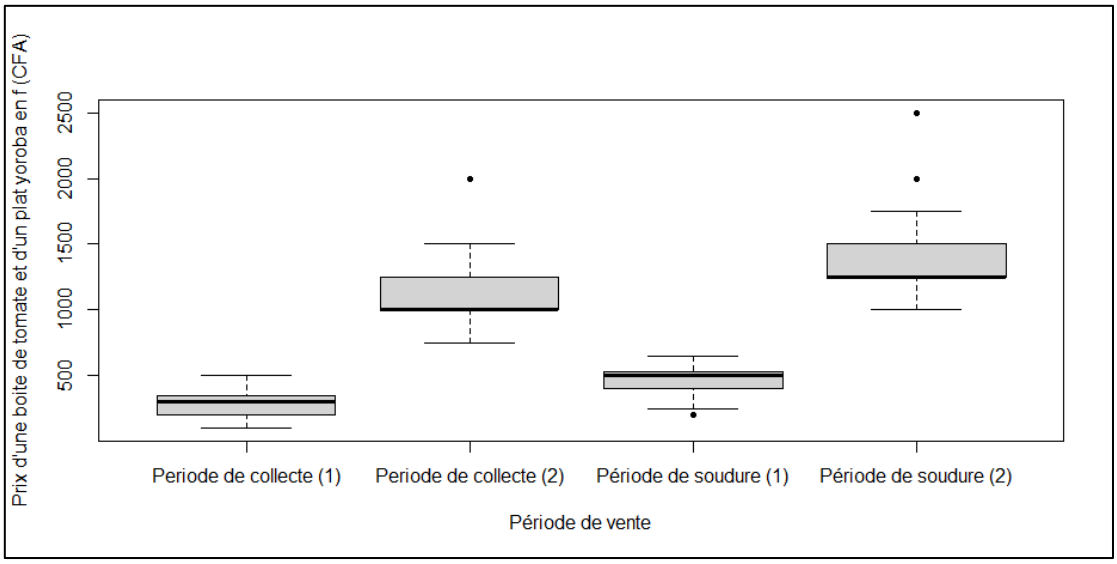


Fig. 10. Average selling price of a can of tomato and a yoruba dish of T. indica in the Bobo-Dioulasso and Ouagadougou areas

4 DISCUSSION

Most of the surveyed populations in this study are non-literate women. They interact from the collection of the pods to its sale, which makes tamarind a source of income for them. A few men involved in the sector export tamarind to countries in the sub-region. The majority of farmers in Ouagadougou shell the pods immediately after harvesting and then store them without further drying, while those in Bobo-Dioulasso dry and store the pods. Drying time most often varied from 1 day to 7 days in

both study areas; corroborating the work of [14]. Drying took place in the markets or at home and this action aims to protect the pods from mold by decreasing the moisture content [15]; which will allow to keep its nutritional value and germinative capacity. After the application of the different practices, the vast majority of pods are stored in 50 kg polypropylene bags lined with plastic bags [14]. Similarly [16] showed that 59.17% of respondents in central Benin use 50-100 kg jute bags to store legume seeds. Others use plastic drums, plastic or steel baskets and dishes. A minority of respondents in both locations use mixed storage with other commodities such as maize, millet and bissap. This mixed storage system could be harmful to the conservation of stocks because insects could move from one commodity to another. According to [17] and [18] the main pest of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) seeds in storage *Callosobruchus maculatus* is transferred from cowpea to voandzou (*Vigna subterranea*) in the case of mixed storage where it adapts very quickly. Despite the practices employed on *T. indica,* some biotic constraints cause multiple pod damage.

The most frequent constraints according to the respondents are perforated pods and seeds where insects are pointed out as the primary culprits. A similar survey conducted by [14] on *Senegalia macrostachya* seeds in Boulkiemdé province in Burkina Faso showed that the majority of damage to stocks is due to insects. This applies for cowpea and voandzou stocks in the Hauts Bassins region [19] and cereal stocks of producers in the South Sudan zone [20]. Then, the presence of broken seeds in the stocks is significant which would be due to the action of rats and rodents. In order to minimize the damages caused by predators, tamarind farmers used methods to store the pods.

Steaming the tamarind is the most common method in Ouagadougou; according to respondents, the hot steam kills the insects. Similar work was done by [16] in central Benin where hot water was used as a treatment for the preservation of seed legumes and voandzou pods. The hermetic storage practiced mainly by farmers in Bobo-Dioulasso inhibits the development of insects characterized by a decrease in oxygen levels (hypoxemia) and an increase in carbon dioxide levels (hypercarboxyemia) by reducing their metabolic activity [21], [22]. In addition, hermetic storage limits losses and preserves the germinative capacity of seeds [23], [24], [25], [26]. Storing bags on pallets or rocks is another method used by respondents to protect the stock from moisture. Throughout our investigation no respondent reported using chemicals for protection of *T. indica* pods as it is consumed directly without prior cooking. These methods used by farmers allow them to protect the stock for a period of 13 months on average by those in Bobo-Dioulasso and 24 months on average by those in Ouagadougou. The purpose of all these practices to keep the tamarind in good condition is essential for the farmers.

Most respondents report selling tamarind to meet their specific needs and also consume it throughout the year, whether in Bobo-Dioulasso or Ouagadougou. According to [27], NTFPs (*T. indica* fruits or *V. paradoxa* kernels) are sold by 73% of households not for savings or to make a considerable profit but rather to meet pressing financial needs. Similarly, a study conducted in Central Africa by [28] also showed that NTFPs constitute a real "life preserver" for many farmers who do not have sufficient resources. The selling price of a can of tomato and a yoruba dish of *T. indica* increases significantly from December (collection period) to August (lean season) in Bobo-Dioulasso and Ouagadougou. In addition, *T. indica* is used throughout the year by craftsmen and industrially for processing into juice that is exported to Senegal. In view of its importance, a good mastery of the sector would make it possible to provide solutions to better protect the tamarind. This could be an alternative to fight against poverty in order to increase the income of the families who exploit it.

5 CONCLUSION

This study allowed us to assess the post-harvest management of *T. indica* fruits and the constraints related to its conservation in the localities of Bobo-Dioulasso and Ouagadougou. After collection of the tamarind, the dried pods are shelled and stored immediately without further drying in Ouagadougou, but in Bobo-Dioulasso, they are dried for about 1 to 7 days and stored without shearing. Among the storage structures for *T. indica* pods, polypropylene bags are the most popular. Insects are the most voracious among the pests that cause various and important damages to *T. indica* stocks. The most common damage encountered was grain perforation in both study areas. To remedy this situation, the most frequent method is steaming the tamarind. Despite the increase in prices during the lean season, farmers sell their stocks before this time to provide for specific needs. To make the most of the tamarind pods, it would be wise to put in place an effective method of stock protection. As well, in order to get succeed in this challenge, it is necessary to have a more in-depth knowledge of the insects responsible for the damage.

REFERENCES

[1] FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO., 2020. The state of food security and nutrition in the world 2018. Building resilience to climate change for food security and nutrition. FAO. https://www.who.int/nutrition/.

[2] Laborde D., Parent M., and Smaller C. 2020. Eradicating hunger, raising incomes, and protecting the climate: How much would it cost donors? 28 pages. Ceres2030. International Institute for Sustainable Development (IISD) and International Food Policy Research Institute (IFPRI).

[3] Snapp S., Rahmanian M., and Batello C., 2018. Pulses and sustainable exploitation in sub-Saharan Africa. Rome, FAO, 55p.

[4] Bonou A., 2008. Estimating the economic value of non-timber forest products (NTFPs) of plant origin in the village of Sampéto (commune of Banikoara), University of Abomey-Calavi (UAC), Faculty of Agricultural Sciences (FSA), *Thesis of DEA* option Aménagement et gestion des ressources naturelles, Cotonou, 77p.

[5] Fave R., Frikart M.-J., Potin J, September 2011. The valorisation of tamarind, 28p.

[6] Konaté S., 2005. Préparation du programme d'appui aux filières agro-sylvo-pastorales (PAFASP), ciblage des filières et de la zone d'intervention du PAFASP, Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques (MAHRH), Ouagadougou, 127p.

[7] Bondé L., 2019. Distribution, fruit production and socio-economic potential of *Tamarindus indica* L. and *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn. in Burkina Faso. *Thesis of unique doctorate,* Joseph Ki-Zerbo University, 182 p.

[8] Schelin M., Mulualem T., Ingalill E., Sawadogo L. and Per Christer O., 2004. Predispersal predation of *Acacia macrostachya* seeds, its impact on seed viability, and germination responses to scarification and dry heat treatments. *New Forest* 27, 251-267.

[9] Rajendran S., 2002. Postharvest pest losses. Encyclopedia of pest Management, ISBN: 978-0-8247-0632-6.

[10] Dabiré/ Binso C., Ba N. M. and Sanon A., 2008. Training module on insect pests of cowpea in cultivation, pp. 9.

[11] PANA (Programme d'Action National d'Adaptation à la Variabilité et au Changement Climatiques), 2007: Document final. Permanent Secretariat of the National Council for the Environment and Sustainable Development, Ministry of the Environment and the Living Environment, 96 p. [Google Scholar].

[12] ISND, 2020: Projections démographiques des communes du Burkina Faso de 2007 A 2020, 1869 pages.

[13] Dagnelie P., 1998. Statistiques théoriques et appliquées. Tome2: Inférence statistique à une et à deux dimensions. Paris et Bruxelles, De Boeck et Larcier, 659 p.

[14] Yamkoulga M., Waongo A., Sawadogo L., Sanon A., 2018. Post-harvest management of *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC. seeds in the Boulkiemdé province of Burkina Faso: participatory diagnosis in a farming environment. *J. Appl. Biosci*. 130, 13148 – 13161.

[15] Scheepens P., Hoevers R., Arulappan F. X., et Pesch G., 2011. Le stockage des produits agricoles. 83 pages serie Agrodok N°31 Digigraphi, Veenendaal, Pays Bas ISBN Agromisa: 978-90-8573-124-5, ISBN CTA: 978-92-9081-444-3.

[16] Chougourou D.C. and Alavo T. B. C., 2011. Storage systems and endogenous methods of pest control of stored grain legumes in Central Benin. *Revue CAMES* - Série A, vol. 12, n°. 2, pp. 137-141.

[17] SANKARA F., DABIRE L.C.B., DUGRAVOT S., CORTESERO A.M. et SANON A. 2010. Evolution of host acceptability and suitability in Callosobruchus maculatus (Coleoptera: Bruchidae) developing on an occasional host: importance for pest status prediction. International Journal of Tropical Insect Science Vol. 30, No. 1, pp. 11-18.

[18] SANKARA F., 2012. Etude des conditions de transfert de Callosobruchus maculatus (Coleoptera: Bruchidae) et de son parasitoïde Dinarmus basalis Rond. (Hyménoptera: Pteromalidae) sur des complexes d'hôtes secondaires. Thèse unique de Doctorat, Univ. De Ouagadougou, 130p.

[19] Sankara F., Gondé Z., Sanou A. G., and Irénée Somda 2016. Participatory diagnosis of farmers' post-harvest practices and storage constraints of two legumes grown in the Hauts-Bassins region of Burkina: case of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. and voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc. *International Journal of Innovation and Applied Studies,* 16, 646-656.

[20] Waongo A., Yamkoulga M., Dabiré-Binso C. L., Ba M. N. and Sanon A., 2013. Post-harvest conservation of cereals in the South Sudanian zone of Burkina Faso: Farmer perception and stock assessment. *Int. J. Biol. Chem. Sci,* 7 (3): pp 1157-1167.

[21] Ofuya T.I., Reichmuth C., 2002. Effect of relative humidity on susceptibility of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) to two modified atmospheres. *J. Stored Prod. Res*. 38, 139-146.

[22] Navarro S., 2006. Modified atmospheres for the control of stored-product insects and mites. In: Heaps, J.W. (Ed.), Insect Management for Food Storage and Processing, second ed. AACC International, St. Paul, MN, pp. 105-146.

[23] Baoua I. B., Amadou L., Ousmane B., Baributsa D., and Murdock L. L., 2014. PICS bags for post-harvest storage of maize grain in West Africa. *Journal of Stored Products Research,* 1-9.

[24] Baoua I. B., Amadou L., Abdourahmane M., Ousmane B., Baributsa D., 2015. Grain storage and insect pests of stored grain in rural Niger. *Journal of Stored Products Research,* 64: 8-12.

[25] Nganga J., Mutungi C., Imathiu S. M. and Affognon H., 2016. Triple-layer low-permeability plastic bags prevent insect-induced maize losses in rural on-farm stores. Food Security, 8: 621-633p.

[26] Williams S. B., Murdock L. L., and Baributsa D., 2017. Sorghum seed storage in Purdue Improved Crop Storage (PICS) bags and improvised containers. *Journal of Stored Products Research,* 72: 138-142.

[27] Bondé L., 2019. Distribution, fruit production and socio-economic potential of Tamarindus indica L. and Vitellaria paradoxa C.F.Gaertn. in Burkina Faso. PhD thesis, Université Joseph Ki-Zerbo, 182 p.

[28] Tchatat M., and Ndoye O.; 2006. Study of non-timber forest products in Central Africa: Realities and perspectives. *Bois et Forêts Tropiques,* 289, 27-39.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 735-745
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Use of dissolved gas analysis methods as tools for monitoring the state of health of power transformers installed on the electrical network in the northern shore of the large metropolis of Abidjan

Gnoléba Celestin Bogui, Koutoua Simon Kassi, and Zié Yéo

LRAE (Laboratoire de Recherche sur l'Appareillage Electrique), Département Génie Electrique et Electronique, Institut National Polytechnique Houphouët Boigny, BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 liquid-insulated power transformer is the most critical and expensive component of the power supply system. In order to improve monitoring of the state of health of these devices (transformers) installed on the power grid in the bank of the large metropolis of Abidjan, dissolved gas analysis (DGA) was used. Conventional interpretation techniques were developed to diagnose transformer oil. The database we used consists of those of the Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE) in 2018. It includes 25 samples containing analysis of the five main dissolved gases (H2, CH4, C2H2, C2H4, C2H6). The five defect classes we considered, namely partial discharge (PD), D1 and D2 electrical defects, T1&T2 and T3 thermal defects, are taken from the IEC and IEEE. For interpretation, five methods were adopted, namely the IEC, Doenenburg, Rogers criteria using the ppm gas concentration ratio technique, the Duval triangle using percentage gas concentrations and the IEEE criterion using ppm gas concentrations. The highest success rate of 72% was obtained when using the Duval triangle criterion. But the greatest consistency with a rate of over 70% was observed using the IEC ratio criterion.

KEYWORDS: power transformer, dissolved gas analysis, diagnostics, conventional methods, North Abidjan.

1 INTRODUCTION

Power plants in Côte d'Ivoire are mainly located in the south of the country. In Abidjan, around 400 MW are exchanged with other peak load regions. In order to improve the quality of power supply, it is necessary to significantly expand the national power grid. This achievement will make it possible to comply with the standard "No interruption of supply during an incident on one of the elements of the electrical network" and to stabilize the electrical network system [1]. Table 1 shows the various existing substations and lines and their color codes planned in the transmission network by 2030.

Table 1. Electricity grid system in Côte d'Ivoire planned for 2030 [1]

Posts			Lines		
Tension	**Color code**	**Condition**	**Tension**	**Color code**	**Condition**
225 / 90 HTA		Existing	225 kV		Existing
90 HTA		Existing	90 kV		Existing
330 / 400 HTA		Existing	330 kV		Existing
400 / 225 HTA		Existing	400 kV		Existing
225 / 90 HTA		Project	225 kV		Existing
90 HTA		Project	225 kV		Project
330 / 400 HTA		Project	90 kV		Project
400 / 225 HTA		Project	330 kV		Project

Abidjan is traditionally divided into two parts, "North Abidjan " and "South Abidjan ", on either side of the Ebrié lagoon. "North Abidjan " comprises fourteen (14) communes, including the largest and most popular, Yopougon. The population of this area is growing, and by 2021 will have reached 5238986 inhabitants, almost one-sixth (1/6) of the national population of Côte d'Ivoire [2].]. In addition to its population, the area is home to the largest industrial zone. Electricity consumption is therefore high and an integral part of the

Corresponding Author: Gnoléba Celestin Bogui

inhabitants' lives. The number of transformers will continue to grow as the area increases over the years [3]. This means that electricity production and transmission companies, such as the Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE), have to provide a permanent service, especially for strategic infrastructures. Power supply interruptions are generally caused by obsolete transformers, which can cause irreversible damage. The power transformer is the most critical element in the electricity transmission system [4] [5]. Figure 1 illustrates the various transformer installations in the northern part of greater Abidjan.

Their safe and stable operation therefore plays an important role in the safe, stable and reliable operation of the entire power grid [4] [5]. During operation of power transformers, various failures can occur due to destruction or inappropriate installation [7] [8] [9] Its failure not only affects the availability of electrical energy, but also leads to very heavy technical, financial, commercial and environmental losses [10]. The need to detect and identify latent faults at an early stage, so that preventive action can be taken, is therefore extremely useful [11] [12] [13] [14] [15]. The paper-oil insulation system is an important accessory for power transformers, used to insulate high-voltage conductors through a steel tank [16] [17]]. It is estimated that the oil in the transformer contains around 70% of the diagnostic information available for transformers [18] just like the blood in the human body. The reliability of power transformers depends on the preventive diagnosis of their paper-oil insulation system against electrical and thermal faults, which can considerably reduce their service life [14] [19]. Good diagnostic methods are essential for effective transformer maintenance. Dissolved gas analysis is one of the best ways of detecting a number of internal faults in transformers. [20] [21]. Dissolved gas analysis (DGA) is an important measure in the life cycle management of transformers. Correct interpretation of dissolved gas analysis can provide valuable information on the health of transformers. In fact, it enables us to identify and interpret faults (thermal and electrical) and the source of their creation, with a view to preventing any malfunctions at an early stage. Several methods have been proposed for moving from analysis results to diagnostic interpretation. This article is dedicated to the application of the most popular methods: Duval's graphical methods (triangle and pentagon), Dornenburg's ratios, Rogers' ratios, IEC 60599, the key gas method and the method prescribed by IEEE Standard C57. 104. The aim of these methods is to determine the causes of malfunctions, based on observations (measurement and analysis data) and observed symptoms (anomalies). In this study, we will diagnose 25 transformers installed in the northern zone of Abidjan (Côte d'Ivoire), using various conventional methods for interpreting gases dissolved in transformer oil. These are mainly the IEC 60599, IEEE C57.104, Doernenburg, Rogers and Duval triangle methods

2 DISSOLVED GAS ANALYSIS (DGA)

During operation, power transformers are subjected to electrical, thermal and environmental stresses, which can lead to the degradation of insulating materials [22]. Insulation is an important part of a power transformer, and both solid and liquid insulation are widely used. Thanks to early detection of any internal faults developing in power transformers, the expense of unplanned power transformer breakdowns is often reduced. Gases dissolve in transformer oil during transformer operation. These gases have evolved as a result of transformer faults such as arcing, partial discharge, overheating of transformer oil or overheating of insulating paper (cellulose). Different types of gas will be at different concentration levels depending on the nature of the faults developing in a transformer. Among dissolved gases, flammable gases (hydrocarbon gases) are very critical, and any quantum leap in the concentration levels of these gases can lead to a severe/destructive type of transformer fault. Combustible gases such as H_2 (hydrogen), C_2H_6 (ethane), C_2H_4 (ethylene) and C_2H_2 (acetylene) typically appear in transformer oil at very low concentrations under normal conditions and are easily detected in ppm by dissolved gas analysis (DGA) [23] [22].

A mixture of gas ratios in relative proportion is used to establish a defect. AGD is performed in accordance with IS-10593 or ASTM D3612 or IEC 60567 and IEC-60599.

3 TRANSFORMER FAULTS

The different types of faults that occur in the transformer could be detected by the DGA. IEC 60599 classifies transformer faults detectable by gas analysis into two categories. These two main categories can be further classified into 6 types of transformer faults, depending on the magnitudes of the fault energy [24] [23]:

- Partial discharges (PD)
- Low power discharge
- High power discharge
- Thermal faults with temperatures below 300°C
- Thermal faults with temperatures between 300°C and 700°C
- Thermal faults with temperatures above 700°C

Various diagnostic schemes have been developed for DGA interpretation. These methods attempt to map relationships between gases and fault conditions, some of which are obvious and some of which may not be apparent. The assessment was simplified by looking at the key gases and associated condition as shown in Table 2.

Table 2. Common Fault Types and Key Gases in DGA [25]

Working conditions	Interpretations
1. Nitrogen more 5% or less oxygen	Normal running
2. Nitrogen, carbon monoxide and carbon dioxide	Insulation of transformer windings overheated; the key gas is carbon monoxide
3. Nitrogen, ethylene and methane - some hydrogen and ethane	Transformer oil is overheated; minor defect causing oil failure. The key gas is ethylene
4. Nitrogen, hydrogen, small amounts of ethane and ethylene	Corona discharge in oil; the key gas is hydrogen
5. Same as #4; with carbon dioxide and carbon monoxide	Corona involving paper insulation; the key gas is hydrogen
6. Nitrogen, high hydrogen and acetylene; small amounts of methane and ethylene	High energy electric arc; the key gas is acetylene
7. Same as #6 with carbon dioxide and carbon monoxide	High energy arc involves paper winding insulation; the key gas is acetylene

4 MATERIALS AND METHODS

4.1 MATERIALS

The materials used were oils taken from 25 transformers in the electricity network on the north bank of the large metropolis Abidjan. The concentrations of the main dissolved gases in the samples taken from CIE (Compagnie Ivoirienne d'Electricité) transformers in ppm and the actual defect of each sample used as a database are presented in Table 3 [26]. It should be noted that these gases are obtained by gas chromatography and the defects are interpreted by experts. The different key gases dissolved in power transformer oil are. The main gases produced are methane (CH_4), ethane (C_2H_6), ethylene (C_2H_4), acetylene (C_2H_2) hydrogen (H_2), carbon monoxide and carbon dioxide (CO, CO_2) [27].

Table 3. Dissolved gas concentrations and faults in Abidjan North transformers [26]

Site	Dissolved gas									Recorded faults
	CO_2	CO	H_2	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_2H_2	TDCG	2-FAL	
TFO1	3395	404.9	151.9	9.6	44.9	6.6	0.2	618	0.00	**DP**
TFO2	2794	345.5	257.3	11.2	41.5	7	0.3	663	0.00	**DP**
TFO3	8582	358.7	180.2	210.1	680.8	16.9	<0.1	1447	0.14	**Type T3 and T1-T2 overheating**
TFO4	215	40.5	5.5	0.9	0.1	0.1	0.1	47	0.00	**Overheating**
TFO5	1931	643.5	26.1	12.0	25.6	2.4	0.2	710	0.00	**Overheating**
TFO6	6964	327.8	6.7	4.3	2.6	29.5	0.2	371	0.09	**Overheating**
TFO7	1794	530.5	16	6.2	1	2.2	<0.1	556	0.00	**Overheating**
TFO8	1857	572.8	19.8	23	54.3	2.8	<0.1	673	0.00	**Overheating**
TFO9	1934	516.3	9.0	6.0	1.1	3.2	<0.1	536	0.00	**Overheating**
TFO10	1259	142.9	200.5	7.5	31.1	5.1	0.4	388	0.00	**Overheating**
TFO11	3617	476.7	164.6	83.9	329.4	86.3	4.3	1145	0.15	**Overheating Type T1-T2**
TFO12	5167	243.3	4.4	4.5	3.0	6.0	1.1	262	0.00	**normal**
TFO13	3479	1086.1	26.5	17.6	2.5	13.6	0.9	1147	0.00	**Overheating**
TFO14	217	42.9	5.8	5.1	1.5	0.7	<0.1	56	0.40	**Normal**
TFO15	5559	456.4	10.6	4.4	1.4	8.6	<0.1	481	0.00	**Overheating**
TFO16	1969	569.0	33.9	8.9	1.0	0.6	0.6	614	0.00	**normal**
TFO17	1030	191.9	8.6	18.3	32.6	1.8	<0.1	253	0.75	**Overheating**
TFO18	1393	156.3	11.0	25.9	38.0	1.4	<0.1	233	0.00	**Normal**
TFO19	8216	299.1	14.3	3.5	1.2	32.8	21.2	372	0.00	**Discharge, type D2**
TFO20	9014	437.8	59.0	14.6	55.7	127.5	0.9	696	0.19	**Overheating**
TFO21	5179	396.9	9.1	4.6	1.3	3.8	<0.1	416	0.00	**Overheating**
TFO22	3530	231.0	7.5	3.6	1.3	3.3	<0.1	247	0.00	**Overheating**
TFO23	671	139.4	7.2	1.1	0.2	0.3	<0.1	148	0.00	**Overheating**

TFO24	2998	386.9	265.6	10.7	33.5	6.7	0.3	704	0.00	**Overheating**
TFO25	1379	449.7	23.1	4.2	1.6	0.9	<0.1	480	0.00	**Normal**

4.2 METHODOLOGIES USED

All transformers in service generate gases to some extent, and the fundamental problem with AGD is being able to distinguish between normal and abnormal states. The personnel who interpret AGD results are usually experts in the field, so they use their previous experience to interpret the data. There are many methods for interpreting the excess gases produced. These include the IEC, Doernenburg and Rogers ratio techniques, graphical methods such as the Duval triangle, and the IEEE concentration method [28]. Each of these techniques has its own advantages and limitations. The accuracy of these techniques depends on the expertise of the person performing the analysis [29] [30].

4.2.1 REPORTING TECHNIQUE

The ratio technique uses the concentration ratios of the various key gases, as shown in Table 4.

Table 4. The different gas ratios

	R1 _	**R 2**	**R 3**	**R 4**	**R 5**	**R 6**
Different gas ratios	$R_1 = \frac{CH_4}{H_2}$	$R_2 = \frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	$R_3 = \frac{C_2H_2}{CH_4}$	$R_4 = \frac{C_2H_6}{C_2H_2}$	$R_5 = \frac{C_2H_6}{CH_4}$	$R_6 = \frac{C_2H_4}{C_2H_6}$

We can cite the following techniques:

4.2.1.1 THE ROGERS METHOD

Rogers has proposed different codes (0,1,2,5) for the ratios R_1 , R_2, R_5, R_6 [31] [12] [32]: Each code corresponds to a range of variation of each ratio. The ranges of the different ratios and their codes are shown in Table 5.

Table 5. Ranges of ratios and their code according to Rogers [31]

Gas ratio	Ranges	Codes
R_1	$\leq 0{,}1$ $> 0{,}1 < 1$ $\geq 1 < 3$ ≥ 3	5 0 1 2
R_2	< 1 ≥ 1	0 1
R_5	< 1 $\geq 1 < 3$ ≥ 3	0 1 2
R_6	$< 0{,}5$ $\geq 0{,}5 < 3$ ≥ 3	0 1 2

The last column of Table 4 represents the code for the four ratios for each of their range of variation. The combination of codes for all four ratios can be linked to a diagnostic interpretation as shown in [22].

4.2.1.2 THE IEC 60599 METHOD

This method is based on the same gas ratios used in Rogers' method. Using three fundamental gas ratios: R_1, R_2, R_6, the codes for the different gas ratios are given in Table 6. The types of defects related to the IEC method are presented in [22].

Table 6. Gas report codes relating to the IEC method [31]

The intervals for the codes	Default characteristic gas ratios		
	$R_2 = \frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	$R_1 = \frac{CH_4}{H_2}$	$R_6 = \frac{C_2H_4}{C_2H_6}$
$< 0{,}1$	0	1	0
$0{,}1 - 1$	1	0	0
$1 - 3$	1	2	1
> 3	2	2	2

4.2.1.3 DOERNENBURG'S METHOD

The Doernenburg method uses four calculated gas ratios to indicate a particular fault type from three possible fault types. This procedure requires high gas levels for the diagnosis to be valid [30] [32].

The four ratios and their diagnostic values are shown in Table 7. The method requires the significant presence of gas concentration levels in order for the diagnosis to be valid [31], and these have since been adjusted and adopted by IEEE. Once the determination of gas levels is sufficiently within acceptable limits [33]**,** the ratios R_1, R_2, R_3 and R_4 are calculated. And Table 7 gives the limit values for the ratios of dissolved gases in transformer oil [32].

Table 7. Key gas ratios according to Doernenburg

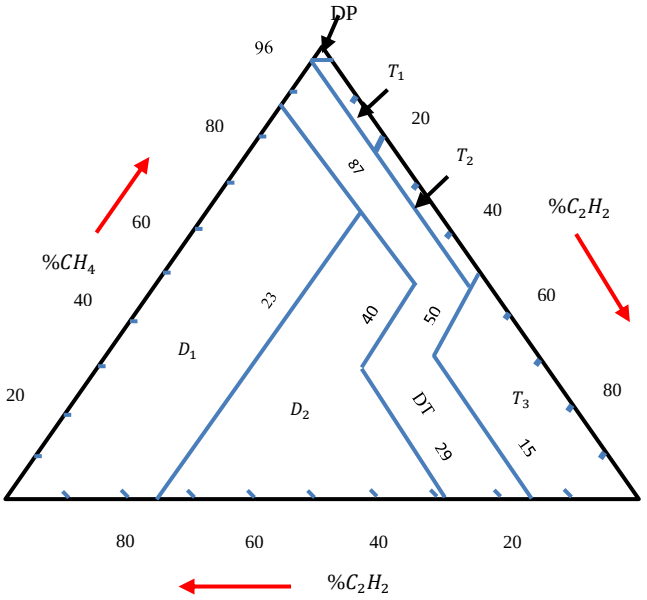
Suggested fault diagnosis	Oil Gas Space Extract			
	R_1	R_2	R_3	R_4
Thermal decomposition	> 1.0 > 1.0	$< 0{,}75$ $< 1{,}0$	$< 0{,}3$ $< 0{,}1$	$> 0{,}4$ $> 0{,}2$
Corona effect (low energy DP)	$< 0{,}1$ $< 0{,}01$	Not signified	$< 0{,}3$ $< 0{,}1$	$> 0{,}4$ $> 0{,}2$
ARC (high energy DP)	$> 0{,}1$ $> 0{,}01$ $< 1{,}0$ $< 0{,}1$	$> 0{,}75$ > 1.0	$> 0{,}3$ $> 0{,}1$	$< 0{,}4$ $< 0{,}2$

4.2.2 IEEE STANDARD METHOD C57.104

This method is called Total Dissolved Combustible Gas (TDCG). IEEE standard C57.104 takes all combustible gases into consideration. However, in applying it, it is not easy to determine the normal operating state of a transformer, and whether it has any previous history of dissolved gas. In general, this technique considers three types of fault: thermal, low-energy electrical and high-energy. In addition, Total Combustible Dissolved Gas Concentration (TDCG), concentration thresholds for four different conditions and a ratio technique (Key Gas) are suggested. The ratios used for key gases are similar to those in IEC 60599. Transformer condition is determined by finding the highest level for individual gases or for all combustible gases. Concentration limits for gases dissolved in oil according to IEEE criteria are given in [34] [35]. Detailed procedures are described in IEEE standard C57.104-2008 [34] [36] [37].

4.2.3 DUVAL GRAPHICAL REPRESENTATIONS

This diagnostic method is based on the calculation of the relative percentage of three gases. It uses only three hydrocarbon gases (CH_4, C_2H_4 and C_2H_2) [39]. These three gases correspond to the increasing levels of energy required to produce gases in transformers in service [31] [38]. The triangle method is shown in figure 1. The different fault zones mentioned below in Figure 5 (PD, D_1, D_2, T_1, T_2 or T_3), an intermediate DT zone has been assigned to mixtures of electrical and thermal faults in the transformer [32] [39].



Legend:

PD = Partial discharge

T_1 thermal fault less than 300°C

T_2 = thermal fault between 300°C and 700°C

T_3 = thermal fault greater than 700°C

D_1 = low energy discharge (sparking)

D_2 = high energy discharge (Arc)

DT = mix of thermal and electrical faults

Fig. 1. Diagram of Duval's triangle [40]

This method consists in calculating percentage concentrations in (ppm) of the three gases CH_4, C_2H_4, C_2H_2 relative to the total (CH_4+C_2H_4+C_2H_2). Detailed procedures are described in IEEE standard C57.104-2008 [34].

5 RESULTS AND DISCUSSIONS

To test the conventional methods of Duval's triangle, Rogers' ratios, IEC 60599 and Doerneburg and the method of IEEE standard C57.104, we used a database of 25 samples of oils from the transformer park in the northern part of Abidjan of the Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE). Tables 8 and 9 illustrate the diagnostic results based on dissolved gas analysis in 25 mineral oil samples by defect type: DP, D_1, D_2, T_1 & T_2, and, T_3.

Table 8. Concentration of gases dissolved in the oil and the results following the 5 methods of interpretation

Samples	Different dissolved gases					Recorded faults	Diagnosis according to				
	H_2	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_2H_2		IEEE	IEC	Doernenburg	Rogers	Duval's T.
TFO1	151.9	9.6	44.9	6.6	0.2	DP	N	DP	DP	ND	T2
TFO2	257.3	11.2	41.5	7	0.3	DP	N	DP	DP	ND	T2
TFO3	180.2	210.1	680.8	16.9	<0.1	DT	ND	DT,T2	ND	DT, T1	T1
TFO4	5.5	0.9	0.1	0.1	0.1	DT	N	DE,D1	ND	DE, D2	DT
TFO5	26.1	12.0	25.6	2.4	0.2	DT	N	N	ND	DT, T1	T1
TFO6	6.7	4.3	2.6	29.5	0.2	DT	N	ND	ND	ND	T3
TFO7	16	6.2	1	2.2	<0.1	DT	DT	ND	ND	DT	T2
TFO8	19.8	23	54.3	2.8	<0.1	DT	N	DT, T2	ND	DT, T1	T1
TFO9	9.0	6.0	1.1	3.2	<0.1	DT	DT	ND	ND	DT	T2
TFO10	200.5	7.5	31.1	5.1	0.4	DT	N	DP	DP	ND	T2
TFO11	164.6	83.9	329.4	86.3	4.3	DT	ND	N	DP	DT, T2	T3
TFO12	4.4	4.5	3.0	6.0	1.1	N	DT	DE, D1	DT	DT	T3
TFO13	26.5	17.6	2.5	13.6	0.9	DT	DT	ND	ND	ND	T2
TFO14	5.8	5.1	1.5	0.7	<0.1	N	N	N	ND	N	T1
TFO15	10.6	4.4	1.4	8.6	<0.1	DT	DT	ND	ND	ND	T3
TFO16	33.9	8.9	1.0	0.6	0.6	N	DT	ND	ND	DE, D1	DT
TFO17	8.6	18.3	32.6	1.8	<0.1	DT	N	DT, T1	ND	DT, T1	T1

TFO18	11.0	25.9	38.0	1.4	<0.1	**N**	**N**	**DT, T1**	**ND**	**DT, T1**	**T1**
TFO19	14.3	3.5	1.2	32.8	21.2	**D2**	**N**	**DE, D1**	**ND**	**DE, D2**	**D2**
TFO20	59.0	14.6	55.7	127.5	0.9	**DT**	**ND**	**DT, T1**	**ND**	**ND**	**T3**
TFO21	9.1	4.6	1.3	3.8	<0.1	**DT**	**DT**	**DT, T1**	**ND**	**DT**	**T2**
TFO22	7.5	3.6	1.3	3.3	<0.1	**DT**	**DT**	**DT, T1**	**ND**	**DT**	**T2**
TFO23	7.2	1.1	0.2	0.3	<0.1	**DT**	**DT**	**DT ,T1**	**ND**	**DT**	**T2**
TFO24	265.6	10.7	33.5	6.7	0.3	**DT**	**N**	**DP**	**ND**	**ND**	**T2**
TFO25	23.1	4.2	1.6	0.9	<0.1	**N**	**DT**	**N**	**ND**	**N**	**T1**

Table 9. Diagnostic result of transformer oil samples according to the different criteria: comparison.

Type		**E0**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**	**E10**
Samples			**5**	**17**					**1**		**2**	**0**
Defaults		**ND**	**N**	**OH**					**D**		**DP**	**DT**
				TO	**CT**	**T1**	**T2**	**T3**	**D1**	**D2**		
Methods	**Doernenburg**	20	0	0	0	1			0		4	0
	Rogers	8	2	0	0	5	1	0	1	2	0	6
	Duval's T.	0	0	0	0	7	10	4	1	1	0	2
	IEEE	3	12	3	9	0	10	0	0	0	0	0
	IEC	6	4	0	0	6	2	0	3	0	4	0

In the interpretation that can help the CIE to make a choice or a correct diagnosis, we have determined the success rate of correct cases. We can see that the Duval and Rogers triangle diagnostic criteria have the highest success rate (over 50%), followed by the IEC and IEEE criteria, and the lowest rate for the Doernenburg criterion. The error rate is calculated by taking into account the fact that during diagnosis, there were many cases of indecision (ND), which we removed from the number of samples to be diagnosed as shown in the equation. Table 10 summarizes the different diagnostic success and error rates (equation1) for the 25 samples.

$$\text{Error in } \% = \frac{\text{NED}-(\text{NCR}+\text{NND})}{\text{NED}} \quad (1)$$

With:

NED: Number of Samples to be Diagnosed
NCR: Number of Successful Cases
NND: Number of No-Decisions

Using this formula, we see that the IEEE method has the highest error rate at 52% and the Doernenburg method the lowest. This is justified by the fact that this method has the highest indecision cases

Table 10. Rate of correct analysis by the different criteria

Diagnosis according to	**Number of correct cases out of the 25 samples**	**Number of incorrect cases out of the 25 samples**	**Percentage % of correct cases**	**Error rate in %**
Doernenburg	2	3	**8**	**12**
Rogers	13	4	**52**	**16**
Duval's Triangle	18	7	**72**	**28**
IEEE (key gas)	9	13	**36**	**52**
IEC	12	7	**48**	**28**

We then classified the main faults as electrical discharges (ED), partial discharges (PD) and overheating (DT) [42], as well as the case of transformers in normal condition, in order to appreciate the different diagnostic methods (interpretation). We have considered faults combining thermal and electrical faults to be thermal faults. It should be noted that not even the expert differentiated between TC, TO, T_1, T_2 and T_3 thermal faults. This gives us Table 11. We note that all the interpretation criteria were able to diagnose the case of overheating except Doernenburg. For partial discharges, only the IEC and Doernenburg methods have a good 100% diagnosis, while the

IEEE, Rogers and Duval criteria did not detect this fault. When we look at electrical faults, apart from the Doernenburg and IEEE methods, which have a poor diagnosis of 0%, the Rogers, IEC and Duval triangle methods have a better prognosis of 100%.

Table 11. The main "Det" defects detected by the different interpretation criteria

Diagnosis according to	Different main faults detected			
	Regular (N)	Electric discharge (ED)	Partial Discharge (PD)	Overheating (DT)
Doernenburg	0	0	2	0
Rogers	2	1	0	10
Duval's Triangle	0	1	0	17
IEEE (key gas)	2	0	0	7
IEC	2	1	2	7

In order to make a good comparison of the different methods, we calculated the percentage (equation 2) P_{DFi} of successful prediction of a particular defect type DFi from the relationship: The final success rate, corresponding to the percentage of cases identical to the inspection, of the 25 samples is presented for each method in Table 12

$$P_{DFi} = \frac{R_{DFi}}{\text{nombre de cas de défautes } DF_i} \quad (2)$$

Table 12. Rate of the various defects detected by the various methods

Diagnosis according to	Different faultsDFi											
	Normal			Electric discharge			Partial discharge			Thermal fault		
Actual defects	5			1			2			17		
	Det	R_{DFi}	P_{DFi}	Det	R_{DFi}	P_{DFi}	Det	R_{DFi}	P_{DFi}	Det	R_{DFi}	P_{DFi}
Doernenburg	0	0	**0**	0	0	**0**	4	2	**100**	1	0	**0**
Rogers	2	2	**40**	3	1	**100**	0	0	**0**	12	10	**58.82**
Duval's Triangle	0	0	**0**	2	1	**100**	0	0	**0**	23	17	**100**
IEEE (key gas)	12	2	**40**	0	0	**0**	0	0	**0**	10	7	**41.18**
IEC	4	2	**40**	3	1	**100**	4	2	**100**	8	7	**41.18**

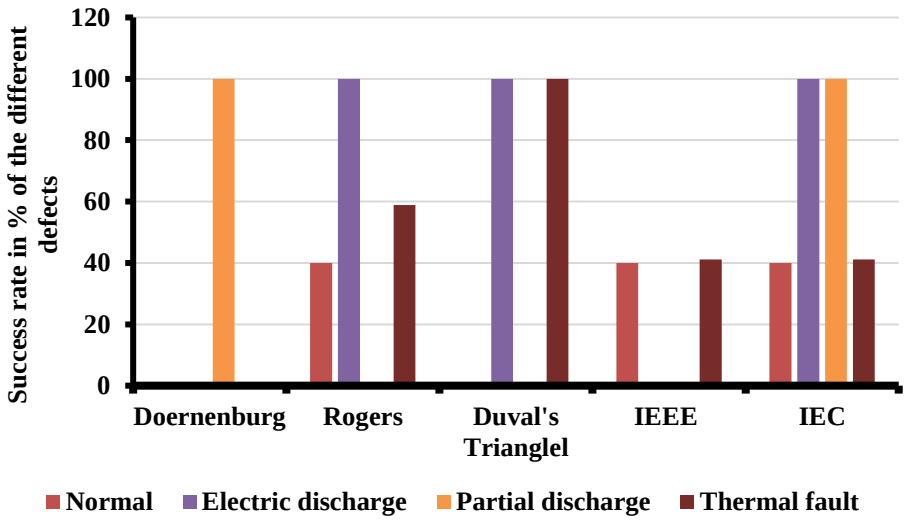


Fig. 2. Defect success rates using conventional methods

Table 12 and Figure 2 give us the different success rates in detecting the different defect cases, confirming what we said in the previous paragraph. We have thus calculated the consistency of the different methods. Table 13 and Figure 3 show the different results.

Here, we can see that the IEC method is the most consistent in terms of fault diagnosis. The IEEE method, on the other hand, is the least consistent. Proof that it has succeeded in diagnosing all faults.

- N: is the number of faults for each type of real faults
- R_{DFi}: the number of successful predictions for each type of fault
- P_{DFi} = percentage of successful prediction of a particular fault typeDF_i

The consistency of the methods is given by the equation 3:

$$\text{Consistency} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{DFi}}{N} \quad (3)$$

Table 13. Consistency of the different methods

Diagnosis according to	Normal	Electric discharge	Partial discharge	Thermal fault	Consistency of the method in %
Doernenburg	0	0	100	0	**25**
Rogers	40	100	0	58.82	**49.71**
Duval's Triangle	0	100	0	100	**50**
IEEE	40	0	0	41.18	**20.30**
IEC	40	100	100	41.18	**70.30**

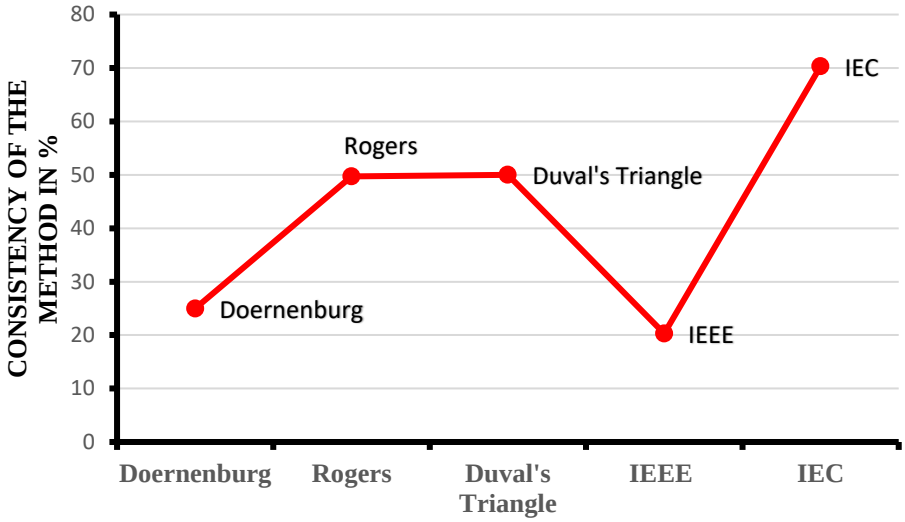


Fig. 3. Diagram representing the consistency of the different diagnostic criteria

6 CONCLUSION

This research work deals with the diagnosis of power transformers using conventional methods of: Doernenburg, Rogers, IEEE (TDCG), IEC 60599 and the Duval triangle. We compared diagnostic results using these five (5) methods. The results show that the interpretation method following the Duval triangle criterion made the highest correct diagnosis rate of 72%, but could not identify either the normal case or the partial defects. Comparatively, the IEC 60599 criterion succeeded in identifying all cases of faults and therefore was the most consistent with a rate of almost 71%. The Doernenburg criterion had the lowest diagnosis rate with especially many "unidentified" cases. The 5 conventional methods are not 100% consistent and they do not necessarily lead to the same conclusion for the same oil sample. In addition, a significant number of AGD results fall outside the proposed codes for interpretive techniques. The limitations of these methods require them to be combined with more efficient diagnostic systems such as artificial intelligence (AI) techniques. Combining conventional methods with AI techniques will be the subject of the next article.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank the Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE) for its collaboration, which enabled us to make measurements and make data available on the measurements of gases dissolved in the oil of power transformers in the northern Abidjan area. Thanks

also go to Professor Zié YEO and Doctor Koutoua Simon KASSI for their remarks and corrections which have been useful to us throughout this work.

REFERENCES

[1] "CI-Energie"Etude Préparatoire du Projet de Renforcement du Corridor Nord (Taabo-Kossou-Bouaké) Rapport final," 2021.
[2] INS, "Resulats Globaux Recensement général de la population et de l'habitat (R.G.P.H.) 2021," pp. 1–37, 2021.
[3] "ANARE-CI (Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire) : Rapport d'activités 2021," 2022.
[4] K. S. Kassi, I. Fofana, F. Meghnefi, and Z. Yéo, "Impact of local overheating on conventional and hybrid insulations for power transformers," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 22, no. 5, pp. 2543–2553, 2015, doi: 10.1109/TDEI.2015.005065.
[5] Y. Wang, S. Gong, and S. Grzybowski, "Reliability evaluation method for oil-paper insulation in power transformers," *Energies*, vol. 4, no. 9, pp. 1362–1375, 2011, doi: 10.3390/en4091362.
[6] "CI-ENERGIES, DCPI, DPL,SPDSS du 31 décembre 2020.docx.pdf."
[7] L. Cheng and T. Yu, "Dissolved gas analysis principle-based intelligent approaches to fault diagnosis and decision making for large oil-immersed power transformers: A survey," *Energies*, vol. 11, no. 4, pp. 1–69, 2018, doi: 10.3390/en11040913.
[8] Z. Sang, C. Mao, J. Lu, and D. Wang, "Analysis and simulation of fault characteristics of power switch failures in distribution electronic power transformers," *Energies*, vol. 6, no. 8, pp. 4246–4268, 2013, doi: 10.3390/en6084246.
[9] C. Sumereder *et al.*, "Diagnostic Measurements for the Condition Evaluation of Power Transformers," *Cired*, no. 0831, pp. 6–9, 2011.
[10] G. C. Bogui, A. Betié, and Z. Yeo, "Impacts des pertes diélectriques dues au vieillissement de l ' i solation papier / huile contenue dans les transformateurs sur le rendement énergétique du réseau électrique en Côte d ' Ivoire," *IJIAS*, vol. 36, no. 3, pp. 720–733, 2022.
[11] A. Küchler and T. Bedel, "Research note: dielectric diagnosis of water content in transformer insulation systems," *Eur. Trans. Electr. Power*, vol. 11, no. 1, pp. 65–68, 2001, doi: 10.1002/etep.4450110109.
[12] M. Allahbakhshi and A. Akbari, "Novel Fusion Approaches For The Dissolved Gas Analysis of Insulating Oil," vol. 35, pp. 13–24, 2011.
[13] H. D. Mehta and R. M. Patel, "A Review on Transformer Design Optimization and Performance Analysis Using Artificial Intelligence Techniques," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 3, no. 9, pp. 726–733, 2014, [Online]. Available: www.ijsr.net
[14] A. Elagoun and T. Seghier, "Different defects diagnosis of an elecrical power transformer bushings," *Proc. 2016 Int. Conf. Electr. Sci. Technol. Maghreb, Cist. 2016*, no. October, 2017, doi: 10.1109/CISTEM.2016.8066778.
[15] A. BETIE, "Impacts de la qualité de l ' huile contenue dans les transformateurs sur le rendement énergétique des centrales et les réseaux électriques .," 2015.
[16] K. S. Kassi, M. I. Farinas, I. Fofana, and C. Volat, "Analysis of aged oil on the cooling of power transformers from computational fluid dynamics and experimental measurements," *J. Appl. Fluid Mech.*, vol. 9, no. SpecialIssue2, pp. 235–243, 2016, doi: 10.36884/jafm.9.SI2.25830.
[17] K. S. Kassi, I. Fofana, M. I. Farinas, and C. Volat, "Aging effect on oil cooling capacity of a non-guided disc windings power transformer," *Annu. Rep. - Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenomena, CEIDP*, vol. 2015-Decem, pp. 804–807, 2015, doi: 10.1109/CEIDP.2015.7352049.
[18] V. Sokolov, A. Bassetto, J. Mak, T. V. Oommen, T. Haupert, and D. Hanson, "Transformer Fluid : A Powerful Tool for the Life Management of an Ageing Transformer Population," *TJ/H2b TechCon 2001 North Am.*, pp. 1–19, 2001.
[19] J. Singh and S. Singh, "Transformer Failure Analysis: Reasons and Methods," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 4, no. 15, pp. 1–5, 2016.
[20] "VAISALA: Le monde de l ' analyse du gaz dissous – et ses incertitudes; Livre blanc: www.vaisala.fr," 1990.
[21] T. Aggarwal, V. Jindal, and J. Singh, "A review of condition monitoring assessment of power transformers insulation," *Int. J. Adv. Res.*, vol. 4, no. 10, pp. 1664–1667, 2016, doi: 10.21474/ijar01/1977.
[22] Gnoléba Célestin Bogui, K. S. Kassi, and Z. Yéo, "Diagnosis of power transformers installed in the Abidjan south area in Côte d'Ivoire using databses consisting of gas analysis results dissolved in insulating oil," vol. 11, no. 04, pp. 1313–1325, 2023, doi: 10.21474/IJAR01/16793.
[23] Y. BENMHAMED, "Application de méthodes intelligentes pour le diagnostic de l ' huile de transformateur par analyse des gaz dissous," 2019.
[24] "IEC 60599 International Standard"Mineral oil-filled electrical equipment in service – Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis"," 2022.
[25] A. S. Alghamdi, N. A. Muhamad, and A. A. Suleiman, "DGA interpretation of oil filled transformer condition diagnosis," *Trans. Electr. Electron. Mater.*, vol. 13, no. 5, pp. 229–232, 2012, doi: 10.4313/TEEM.2012.13.5.229.
[26] CIE, "Rapport annuel 2018, Concentrations des gaz dissous dans l'huile des transformateurs dans la région d'Abidjan, Côte d'Ivoire." 2018.
[27] K. S. KASSI, "Étude de l'isolation hybride en vue de son application dans les transformateurs de puissance," 2013.
[28] M. F. Cabanas *et al.*, "Detection of insulation faults on disc-type winding transformers by means of leakage flux analysis," *2009 IEEE Int. Symp. Diagnostics Electr. Mach. Power Electron. Drives, SDEMPED 2009*, 2009, doi: 10.1109/DEMPED.2009.5292756.

[29] A. Nandal, "Diagnosis of Power Transformer Faults based on different Fuzzy Method," pp. 2–7, 2015.
[30] N. Ravichandran and V. Jayalakshmi, "Novel Approach for Diagnosing the Power Transformer Fault Based on Dissolved Gas Analysis," pp. 15–24.
[31] A. Peimankar, "Insulation Condition Assessment of Power Transformers," vol. 17, no. 1, pp. 39–54, 2009.
[32] *IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Mineral Oil-Immersed Transformers*, vol. 2019. 2019.
[33] *IEEE Std. C57.152-2013 - "IEEE Guide for Diagnostic Field Testing of Fluid-Filled Power Transformers, Regulators, and Reactors,"* vol. 2013, no. March. 2013. doi: 10.1109/IEEESTD.2013.6544533.
[34] IEEE, *C57.104-2008 - IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers*, vol. 2008, no. February. 2008.
[35] IEEE Std C57.104, *IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers*, vol. 1991, no. 3. 1992.
[36] A. BOUAÏCHA, "Contribution à l'application de techniques tradionnelles et modernes au diagnostic des transformateurs de puissance," pp. 561–565, 2014.
[37] N. A. Bakar and A. Abu-Siada, "High Voltage Power Transformer Dissolved Gas Analysis , Measurement and Interpretation Techniques," vol. 2008, pp. 1–17, 2008.
[38] A. A. Suleiman, N. A. Mohamad, N. Bashir, A. S. Alghamdi, and M. Aizam, "Improving accuracy of DGA interpreation of oil-filled power transformers needed for effective condition monitoring," *Proc. 2012 IEEE Int. Conf. Cond. Monit. Diagnosis, C. 2012*, no. September, pp. 374–378, 2012, doi: 10.1109/CMD.2012.6416458.
[39] M. Duval, "A Review of Faults Detectable by Gas-in-Oil Analysis in Transformers," vol. Vol. 18, N, 2002.
[40] S. Koroglu, "A Case Study on Fault Detection in Power Transformers Using Dissolved Gas Analysis and Electrical Test Methods," *JES*, vol. 3, pp. 442–459, 2016.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 746-753
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Essai préliminaire de caractérisation phénotypique et zootechnique des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët pour la boucherie dans la ville d'Abidjan

[Preliminary essay of phenotypic and zootechnical characterisation of the ovine breed slaughtered at the Port-Bouët slaughterhouse for butchery in Abidjan city]

Bi Irie Van Dexter Youan[1-2-3], Moussa Komara[1-2-3], Yapo Akaffou[1-2-3], and Komissiri Dagnogo[4]

[1]Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[2]Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[3]Pôle de Recherche Production Animale, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[4]Direction des Abattoirs et de l'Hygiène Alimentaire du District Autonome d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 this study was the determination of phenotypic and zootechnical characterisation in ovine breed slaughtered at the Port-Bouët slaughterhouse for butchery in the city of Abidjan. Thus, a study was carried out on 120 slaughtered ovines breeds, including Djallonké and Sahelian ovine. Indeed, before slaughter, individual and direct observations of breeds, sex, ages and coat color characteristics were done. Also, measurements of the height at the withers and the thoracic perimeter. were done. Then a descriptive analysis was performed, followed by a Chi-square test for qualitative variables. In addition, an ANOVA was performed for the quantitative variables. The results show that ovines of the Sahelian breed (82.5%) are the most slaughtered. Thus, the most dominant coat colors in Djallonké and Sahelian ovine breed were respectively black-piebald (33. 34%) and white (47.48%). Also, ovine 3 years or older (57.50%) were the most slaughtered. In addition, Djallonké and Sahelian ovine breed without horns and pendants were more slaughtered. The breed had an influence on the height at the withers ($p < 2e\text{-}16$) or the thoracic perimeter ($p = 1.67e\text{-}11$). Similarly, sex and age had a significant effect on thoracic perimeter. However, the sex factor had no effect on the height at the withers. In conclusion, the breeds, sex, ages or coat colors of slaughtered ovines at the Port-Bouët slaughterhouse are various.

KEYWORDS: Ovine breed, Characterisation, Phenotype, Height at the withers, Abidjan city.

RESUME: L'objectif de cette étude était la caractérisation phénotypique et zootechnique des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët pour la boucherie dans la ville d'Abidjan. À cet effet, une étude a été réalisée sur 120 ovins abattus, dont les ovins de race Djallonké et Sahélienne. En effet, avant abattage, les observations individuelles et directes des caractères races, sexes, âges, couleurs de la robe ont été faites. Suivies des mensurations de la hauteur au garrot et du périmètre thoracique. Après, une analyse descriptive a été réalisée, suivie d'un test de Khi-2 pour les variables qualitatives. En outre, une ANOVA a été réalisée pour les variables quantitatives. Les résultats montrent que les ovins de race Sahélienne (82,5%) sont les plus abattus. Ensuite, les couleurs de la robe les plus dominantes chez les ovins de race Djallonké et Sahélienne étaient respectivement le pie-noir (33,34%) et le blanc (47,48%). Aussi, les ovins de 3 ans ou plus (57,50%) étaient les plus abattus. De plus, les ovins de race Djallonké et Sahélienne dépourvus de cornes et pendeloques étaient plus abattus. La race a eu une influence sur la hauteur au garrot ($p < 2.10^{-16}$) et le périmètre thoracique ($p = 1{,}67.10^{-11}$). De même, le sexe ou l'âge a eu un effet signicatif sur le périmètre thoracique. Toutefois le facteur sexe n'a pas eu d'effet sur la hauteur au garrot. En conclusion, les races, les sexes, les âges, les couleurs de la robes des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët sont variés.

MOTS-CLEFS:: Ovins, Caractérisation, Phénotype, Hauteur au garrot, Ville d'Abidjan.

Corresponding Author: Moussa Komara

1 INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, la viande ovine est beaucoup consommée quotidiennement et lors des fêtes religieuses notamment la Tabaski. En effet, elle est une source importante de protéine animale. Soucieux de l'importance de ce macro-nutriment, l'Etat ivoirien a œuvré pour améliorer le cheptel national. C'est ainsi que l'effectif des ovins est passé de 1 939 435 à 2 182 087 têtes sur la période de 2016 à 2019 [1]. Malgré ces acquis, la Côte d'ivoire reste dépendante des importations pour assurer la couverture de ses besoins en protéine animale [1]. Ainsi, pour rétablir ce déséquilibre entre l'offre et la demande en protéine animale les autorités ivoiriennes importent de la viande des ruminants notamment les ovins. Selon [2] la grande partie des animaux de boucherie consommés dans la ville d'Abidjan provient de l'intérieur du pays et des pays limitrophes.

Parallèlement, la population d'Abidjan continue d'augmenter avec un nombre estimé à 5.616.633 habitants, selon le dernier recensement de 2021 des populations vivantes en Côte d'Ivoire, réalisé par le Ministère ivoirien en charge du Plan. Cette forte augmentation de la population d'Abidjan pourrait constituer un bon marché pour la vente d'ovins pour la boucherie. Toutefois, il y a une insuffisance de données scientifiques sur les ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët pour la boucherie.

En revanche, plusieurs travaux ont été réalisés sur la caractérisation phénotypique des ovins, c'est le cas de [3] en Tunisie, [4] sur la race Rembi en Algérie et [5] sur les races Sahéliennes et Djallonké au Togo. Aussi, d'autres études ont été menées sur la caractérisation morphologique des ovins par [6] et par [7] au Niger. Toutefois, ces travaux n'ont pas été effectués dans des abattoirs. En outre à notre connaissance aucune étude n'a été consacrée à la caractérisation phénotypique et zootechnique des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët.

C'est pourquoi cette étude a été réalisée sur la caractérisation phénotypique et zootechnique chez les ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët pour la boucherie dans la ville d'Abidjan. Il s'est agi, de déterminer la race, le sexe, la couleur de la robe, l'âge, la présence ou non de cornes, la présence ou non de pendeloques, le périmètre thoracique et la hauteur au garrot de ces ovins.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été réalisée du 4 avril au 21 avril 2023 sur 120 ovins à l'abattoir de Port-Bouët à Abidjan en Côte d'ivoire. Durant l'étude deux séances ont été réalisées par semaine le mardi et vendredi. Chaque séance se déroulait de 4h à 7h du matin. Durant chaque séance, les observations individuelles et directes ainsi que les mensurations ont été faites sur 20 ovins avant leur abattage.

À cet effet, une fiche d'enregistrement préalablement établie a été utilisée pour recueillir les informations de chaque ovin. Ce qui a permis d'enregistrer les caractéristiques suivantes: races, sexes, couleurs de la robe, âges, présence ou non de cornes, présence ou non de pendeloques. Pour les mensurations sur cette fiche, les mesures individuelles de périmètre thoracique et hauteur au garrot ont été également enregistrées. Le périmètre thoracique et la hauteur au garrot ont été mesurés à l'aide d'un ruban zoométrique de marque ANImeter ® et de longueur 250 cm.

Après abattage, l'âge des ovins a été déterminé par examen de la dentition [8]. En effet, il s'agit de compter le nombre d'incisives inférieurs de lait et adulte présentes sur la mâchoire inférieure de l'ovin.

Après chaque séance, les données recueillies de chaque ovin ont été enregistrées dans une même feuille du logiciel Excel version 2021. A la fin de l'étude, des analyses descriptives des variables ont été effectués avec le logiciel Excel version 2021.

En outre, le logiciel R version 4.2.3 a permis d'analyser statistiquement les variables qualitatives (couleur de la robe, présence ou non de cornes et présence ou non de pendeloques) en utilisant le test de Khi 2. Aussi, une analyse de la variance (ANOVA) à plusieurs facteurs a été réalisée afin de déterminer les effets de la race, le sexe, l'âge et les interactions éventuelles sur la hauteur au garrot et le périmètre thoracique. Ensuite, des analyses de la variance (ANOVA) à un facteur avec comparaison multiple des moyennes ont été faites pour chaque facteur et variable (hauteur au garrot et périmètre thoracique).

Le test de corrélation de Pearson a été effectué également entre la hauteur au garrot et périmètre thoracique pour chaque race d'ovins abattus.

3 RESULTATS

3.1 EFFECTIFS ET PROPORTIONS DES RACES OVINES ABATTUES À L'ABATTOIR DE PORT-BOUËT

Le tableau 1 présente les effectifs et proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët.

Tableau 1. Effectifs et proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët

Races	Effectifs	Proportions (%)
Djallonké	21	17,50%
Sahélien	99	82,50%

3.2 PROPORTIONS DES COULEURS DE LA ROBE DES OVINS ABATTUS À L'ABATTOIR DE PORT-BOUËT

Les proportions des couleurs de la robe des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët sont consignées dans le tableau

Tableau 2. Proportions des couleurs de robe des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët

Couleurs de la robe	Proportions (%)		Significativité
	Djallonké	Sahélien	
Blanc	23,81	47,48	**
Blanc-brun	9,52	10,10	NS
Brun	0	2,02	NS
Noir-blanc	28,57	13,13	*
Noir-pie	4,76	1,01	NS
Pie-brun	0	9,09	**
Pie-noir	33,34	17,17	*

***P<0,01; * P< 0,05; NS = Non significatif*

3.3 EFFECTIFS ET PROPORTIONS PAR ÂGE DES OVINS ABATTUS À L'ABATTOIR DE PORT-BOUËT

Le tableau 3 révèle les effectifs et proportions par âge des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët.

Tableau 3. Effectifs et proportions par âge des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët

Âges	< 1 an	1-1½ an	1½-2 ans	2½-3 ans	≥ 3 ans
Effectifs	3	10	18	20	69
Proportions (%)	2,5	8,33	15	16,67	57,50

3.4 PROPORTIONS DES RACES OVINES ABATTUES À L'ABATTOIR DE PORT-BOUËT PORTANT DES CORNES OU NON

Le tableau 4 présente les proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des cornes ou non en intra-race.

Tableau 4. Proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des cornes ou non en intra-race

Races	Proportions (%)		p-value
	Présence de cornes	Absence de cornes	
Djallonké	$4,76^{b}$	$95,24^{a}$	$< 2,2.10^{-16}$
Sahélien	$25,25^{b}$	$74,75^{a}$	$7,42.10^{-7}$

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même ligne

Le tableau 5 montre les proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des cornes ou non en inter-race.

Tableau 5. Proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des cornes ou non en inter-race

	Proportions (%)		p-value
	Djallonké	Sahélien	
Présence de cornes	4,76[b]	25,25[a]	$1,8.10^{-4}$
Absence de cornes	95,24[a]	74,75[a]	0,116

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même ligne

3.5 Proportions Des Races Ovines Abattues À L'abattoir De Port-Bouët Portant Des Pendeloques Ou Non

Le tableau 6 présente les proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des pendeloques ou non en intra-race.

Tableau 6. Proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des pendeloques ou non en intra-race

	Proportions (%)		p-value
	Présence de pendeloques	Absence de pendeloques	
Djallonké	4,76[b]	95,24[a]	$< 2,2.10^{-16}$
Sahélien	8,08[b]	91,92[a]	$< 2,2.10^{-16}$

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même ligne

Les proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des pendeloques ou non en inter-race sont répertoriées dans le tableau 7.

Tableau 7. Proportions des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët portant des pendeloques ou non en inter-race

	Proportions (%)		p-value
	Djallonké	Sahélien	
Présence de pendeloques	4,76[a]	8,08[a]	0,35
Absence de pendeloques	95,24[a]	91,92[a]	0,8

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même ligne

3.6 Effet De La Race, Du Sexe Et De L'âge D'ovins Abattus À L'abattoir De Port-Bouët Sur La Hauteur Au Garrot

Il n'y a pas eu d'interaction entre les facteurs sexe-race, âge-sexe et l'âge-race au niveau de la hauteur au garrot des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët.

Le tableau 8 révèle l'effet de la race d'ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur la hauteur au garrot.

Tableau 8. Effet de la race d'ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur la hauteur au garrot

Races ovines	Hauteur au garrot (cm)	p-value
Djallonké	64,33[b] ± 3,41	$< 2,10^{-16}$
Sahélienne	79,59[a] ± 5,47	

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même colonne

Le tableau 9 présente l'effet du sexe d'ovins race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur la hauteur au garrot.

Tableau 9. ***Effet du sexe des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur la hauteur au garrot.***

Sexes	Hauteur au garrot (cm)	p-value
Mâles	$81,28^{a} \pm 9,72$	0,127
Femelle	$76,65^{a} \pm 7,61$	

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même colonne

Le tableau 10 montre l'effet de l'âge des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur la hauteur au garrot.

Tableau 10. ***Effet de l'âge des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur la hauteur au garrot***

Âges (an)	Hauteur au garrot (cm)	p-value
< 1	$67,66^{b} \pm 6,42$	0,0018
1-1½	$69,40^{b} \pm 6,55$	
1½-2	$76,77^{ab} \pm 6,08$	
2½-3	$76,85^{ab} \pm 5,86$	
≥ 3	$78,47^{a} \pm 8,09$	

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même colonne

3.7 Effet De La Race, Du Sexe Et De L'âge D'ovins Abattus À L'abattoir De Port-Bouët Sur Le Périmètre Thoracique

Il n'y a pas eu d'interaction entre les facteurs sexe-race, âge-sexe et âge-race au niveau du périmètre thoracique des races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët.

Le tableau 11 révèle l'effet de la race d'ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur le périmètre thoracique**.**

Tableau 11. ***Effet de la race d'ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur le périmètre thoracique***

Races ovines	Périmètre thoracique (cm)	p-value
Djallonké	$68,19^{b} \pm 4,85$	$1,67.10^{-11}$
Sahélienne	$78,46^{a} \pm 5,90$	

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même colonne

Le tableau 12 présente l'effet du sexe des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur le périmètre thoracique.

Tableau 12. ***Effet du sexe des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur le périmètre thoracique***

Sexes	Périmètre thoracique (cm)	p-value
Mâles	$82^{a} \pm 8,86$	0,0353
Femelles	$76,33^{b} \pm 6,70$	

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même colonne

Le tableau 13 présente l'effet du sexe des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur le périmètre thoracique.

Tableau 13. Effet de l'âge des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne abattus à l'abattoir de Port-Bouët sur le périmètre thoracique

Âges (an)	Périmètre thoracique (cm)	p-value
< 1	$68^{b} \pm 7,21$	$3,02.10^{-4}$
1-1½	$69,80^{b} \pm 3,82$	
1½-2	$75^{ab} \pm 6,76$	
2½-3	$77^{a} \pm 6,20$	
≥ 3	$78,37^{a} \pm 6,66$	

[a] et [b] indiquent une différence significative entre les valeurs sur la même colonne

3.8 Test De Correlation Entre Le Périmètre Thoracique Et Hauteur Au Garrot Des Ovins Abattus À L'abattoir De Port-Bouët

Il y a une corrélation significative entre le périmètre thoracique et la hauteur au garrot des ovins de race Sahélienne ($P < 2,2.10^{-16}$). Ces variables sont corrélées fortement et positivement avec un coefficient de correlation égal 0,71. Il n'existe pas de correlation entre le périmètre thoricique et la hauteur au garrot des ovins de race Djallonké (P = 0,146).

4 Discussion

Au cours de l'étude, 120 ovins abattus de différentes races à savoir la race Sahélienne et la race Djallonké ont été enregistrés. Les résultats montrent que les ovins de race Sahélienne (82,50%) sont plus abattus que ceux de race Djallonké avec une proportion de 17,50%. Cela pourrait s'expliquer par la forte importation de ruminants notamment les ovins de race Sahélienne originaire des pays limitrophes de la Côte d'Ivoire comme rapporté par [2].

Les couleurs de la robe des ovins abattus lors de cette étude sont variables et diversifiées. Le nombre total de couleurs de la robe enregistré chez les ovins de race Djallonké a été de cinq (05) contre sept (07) au niveau des ovins de race Sahélienne. En effet, la couleur de la robe dominante chez les ovins de race Djallonké est pie-noir (33,34%). Cette dernière est suivie de noir-blanc (28,57%), blanc (23,81%), blanc-brun (9,52%) et noir-pie (4,76%). Toutefois, chez les ovins de race Sahélienne la couleur de la robe la plus représentée est le blanc (47,48%). Celle-ci est suivie par les couleurs pie noir (17,17%), noir-blanc (13,13%), blanc-brun (10,10%), pie-brun (9,09%), brun (2,02%) et noir-pie (1,01%). Ces résultats sont différents de ceux de [9] qui ont constaté que la couleur de robe dominante chez les ovins, est le noir-blanc avec une fréquence de 50%, suivie du blanc et du blanc-brun avec respectivement 26,7% et 22,3%.

En ce qui concerne les âges des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët, cinq (05) classes d'âges comprises entre moins d'un an et 3 ans ou plus ont été observées. Les résultats de l'étude montrent que les ovins abattus sont en majorité ceux de 3 ans ou plus (57,50%). Ces derniers sont suivis des ovins âgés de 2 ans et demi à 3 ans (16,67%), un an et demi à 2 ans (15%), un an à un an et demi (8,33%) puis moins d'un an (2,5%). Ces résultats sont différents de ceux rapportés par [10] qui a observé un âge minimum de 2 ans et maximun de 3 ans des ovins abattus à l'abattoir de Mostaganem en Algérie. L'abattage en grand nombre des ovins de 3 ans ou plus se justifierait par une faible productivité de ces derniers au sein des élevages.

Les résultats montrent que la majorité des ovins de race Djallonké et de race Sahélienne sont dépourvus de cornes avec des proportions respectives de 95,24% et 74,75%. Toutefois, les ovins de race Sahélienne portant des cornes (25,25%) sont plus nombreux que les ovins de race Djallonké (4,76%) qui en possèdent. Par ailleurs, [5] rapportent que les caractères « présence et absence de cornes » chez les ovins de race Djallonké et race Sahélienne sont variables selon le sexe.

Quant aux pendeloques, l'étude révèle une forte absence de pendeloques chez les ovins de race Sahélienne (91,92%) et ceux de race Djallonké (95,24%). Ces résultats corroborent ceux de [3] qui ont montré que les ovins caractérisés par l'absence de pendeloques sont nombreux. Toutefois, les ovins ayant des pendeloques ont été observés. Ainsi, les résultats montrent que la présence de pendeloques est supérieure chez les ovins de race Sahélienne (8,08%) par rapport aux ovins de race Djallonké (4,76%).

Les ovins abattus de race Sahélienne ont une hauteur au garrot plus élevée que celle des ovins de race Djallonké avec des moyennes respectives de 79,59 cm et 68,19 cm. Les valeurs de la hauteur au garrot observées dans cette étude au niveau des ovins de race Sahélienne sont différentes à celles rapportées par [5], pour les moutons Sahéliens (75,43 cm) au Togo. Toutefois, [4] ont rapporté une hauteur au garrot de 77,32 cm chez les moutons Rembi d'Algérie. Ces données laissent croire que les ovins de race Sahélienne d'un point de vue génétique sont haute sur patte.

En ce qui concerne l'effet du sexe sur la hauteur au garrot, il ressort que les mâles ont une hauteur au garrot de 81,28 cm supérieure à celle des femelles (76,65 cm). Ces resultats sont en accord avec ceux de [4]. Ces auteurs rapportent que le dimorphisme chez les ovins est marqué avec des mâles (88,62 cm) qui présentent une hauteur au garrot supérieure en moyenne aux femelles (77,32 cm).

Cette étude montre qu'il y a un effet significatif de l'âge des ovins abattus sur la hauteur au garrot ($p = 0,0018$). En effet, les ovins âgés de 3 ans ou plus présentent une hauteur au garrot plus élevée (78,47 cm). Ceux-ci sont suivis des ovins âgés de 2 ans et demi à 3 ans (76,85 cm), un an et demi à 2 ans (76,77 cm), un an à un an et demi (69,40 cm) et de moins d'un an (67,66 cm). Les résultats de cette étude sont différents de ceux de [3] qui ont montré que les ovins âgés de 2 ans, 3 ans et 4 ans ont une hauteur au garrot respective de 68,22 cm, 68,91 cm et 69,21 cm.

Les races ovines abattues à l'abattoir de Port-Bouët ont un effet significatif ($p = 1,67.10^{-11}$) sur le périmètre thoracique. Ainsi, les ovins de race Djallonké (68,19 cm) présentent un périmètre thoracique inférieur à celui de la race Sahélienne (78,46 cm). En revanche, les résultats du périmètre thoracique des ovins de race Sahélienne abattus diffèrent de ceux de [11]. En effet, ces derniers ont montré que les moutons Peulhs (race Sahélienne) du Niger, à savoir le blanc ou Bali-Bali, et le bicolore ou Oudah ont un périmètre thoracique respectif de 86,7 cm et 88,3 cm.

Cette étude a également révélé que le facteur « sexe » a une influence significative sur le périmètre thoracique ($p = 0,0353$). En effet, les mâles (82 cm) ont un périmètre thoracique supérieur à celui des femelles (76,33 cm). Toutefois, ces résultats sont contraires à ceux de [5] qui ont montré qu'il n'y a pas d'effet sexe sur le périmètre thoracique des moutons de race Djallonké et Sahélienne.

Les analyses statistiques révèlent un effet de l'âge des ovins abattus sur le périmètre thoracique ($p = 3,02.10^{-4}$). En effet, dans les résultats, les ovins abattus de 3 ans ou plus sont placés au premier rang avec une valeur de 78,33 cm. Ceux-ci sont suivis des ovins âgés de 2 ans et demi à 3 ans (77 cm), un an et demi à 2 ans (75 cm), un an à un an et demi (69,80 cm), d'un an (68 cm). Ces résultats sont similaires ceux de [3]. Ces auteurs ont constaté que l'âge a un effet sur le périmètre thoracique.

Les résultats indiquent qu'il y a une corrélation significative entre la hauteur au garrot et le périmètre thoracique chez les ovins de race Sahélienne. Ces variables sont corrélées fortement et positivement avec un coefficient de correlation égal 0,71. En effet, chez les ovins abattus de race Sahélienne plus la hauteur au garrot est grande le périmètre thoracique est grand. Tandis que chez les ovins de race Djallonké, Il n'existe pas de correlation.

5 CONCLUSION

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la recherche d'informations sur la caractérisation phénotypique et zootechnique des ovins abattus à l'abattoir de Port-Bouët. Les ovins de race Sahélienne sont les plus abattus. Les couleurs de la robe, les âges, les sexes, des ovins sont diversifiés. Le facteur race, sexe et âge ont eu une influence sur la hauteur au garrot et le périmètre thoracique. Ce qui n'est pas le cas pour le facteur sexe sur la hauteur au garrot. Cette étude suggère alors qu'une autre étude soit menée à l'abattoir de Port-Bouët afin de consolider ces informations.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les membres du service vétérinaire de l'abattoir de Port-Bouët; à savoir Messieurs ANOH Bilé Marcel, GBO Arnaud Éric et l'ensemble de l'équipe pour l'aide apportée lors des travaux sur le terrain. Les auteurs remercient également Monsieur Moussa Komara (PhD, MSc) pour le financement de cette étude.

REFERENCES

[1] MIRAH, Politique nationale de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture (PONADEPA *2022-2026),* Ministère des Ressource Animales et Halieutique, Côte d'Ivoire, 178p, 2022.

[2] K. A. Diarrassouba, Etude diagnostique des conditions de préparation et d'inspection des viandes de boucherie aux abattoirs du District d'Abidjan, Thèse de Doctorat, Université Cheick Anta Diop de Dakar, Sénégal, 172p, 2011.

[3] Z. Khaldi, B. Haddad, S. Souid, H. Rouissi, A. B. Gara and B. Rekik, «Caracterisation phenotypique de la population ovine du sud ouest de la Tunisie. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales»,* vol. 49, pp. 1-8, 2011.

[4] A. Laoun, S.Harkat, R. Benali, B. Yabrir, A. Hakem, D. Ranebi, A. Maftah,T. Madani, A. Da Silva and M. Lafri, «Caractérisation phénotypique de la race ovine Rembi d'Algérie», *Revue d'élevage et de medecine vétérinaire des pays tropicaux,* vol. 68, no. 1, pp. 19-26. 2015.

[5] G. K. Dayo, E. Alfa, E. Talaki, K. Soedji, S. Sylla and B. Dao, «Caractérisation phénotypique du mouton de Vogan du Togo et relation avec le mouton Djallonké et le mouton sahélien», *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales,* vol. 56, pp. 63-78, 2015.

[6] N. Soltani, Etude des caractéristiques morphologiques de la race ovine dans la région de Tébessa, Mémoire de magister, Université Ferahat Abbas-Sétif, Algérie, 127p, 2011.

[7] H. K. Hannatou, M. Mani, A. Akourki, and H. Marichatou, «Caractérisation de la race ovine Balami au Niger par analyse des-criptive et multivariée des paramètres morpho-quantitatifs» *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires,* vol. 8 no. 2, pp. 196-203, 2020.

[8] D. Hamito, Estimation of weight and age of sheep and goats Ethiopia Sheep and Goat productivity Improvement Program (ESGPIP), Technical bulletin, no. 23, 14p, 2009.

[9] A. Traoré, H. H. Tamboura, A. Kaboré, N. Yaméogo, B. Bayala and I. Zaré, «Caractérisation morphologique des petits ruminants (ovins et caprins) de race locale »Mossi« au Burkina Faso» *Animal Genetic Resources Information,* vol. *39,* pp. 39-50, 2006.

[10] I. Bouzid, Les principaux motifs de saisie chez les ovins au niveau de l'abattoir de Mostaganem, Thèse de Doctorat vétérinaire, Institut des sciences vétérinaire Blida, Algérie, 64p, 2020.

[11] H. A. Yayé, G.K. Dayo, M. M. A. Moussa and M. Issa, «Caractérisation des moutons Peulhs blanc et bicolore du Niger par des variables quantitatives». *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux,* vol. 76, pp. 1-8, 2023.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 754-769
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Mutuelles de Solidarité: Une microfinance africaine pour combattre la pauvreté et l'exclusion financière en Ituri (RDC)

[Mutuelles de Solidarité: African microfinance to combat poverty and financial exclusion in Ituri (DRC)]

Kabongo Kabongo Dieudonné

Université de Bunia (UNIBU), Faculté des Sciences Agronomiques, Département d'Economie Agricole, BP: 292, Bunia, RD Congo

Copyright © 2023 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 research questioned the capacity of Solidarity Mutual to offer microfinance products adapted to the specificities of beneficiaries, and to contribute to improving the living conditions of beneficiaries, by putting into practice their social mission, which is especially an agro-pastoral area.
To achieve this goal, a quantitative approach was used, with a questionnaire to quantify the results. Our universe of analysis or sampling frame consists of the beneficiaries of the microfinance services of de Solidarity Mutual. The size of our study population is 213 Solidarity Mutual for 3013 members. We used probabilistic sampling, using a frame made up of finite lists of the population, our sample is random simple, and its size is 700 members surveyed MUSO sites Bunia, Irumu, Aru and Djugu.
After analyzing the data collected, it emerges from the results obtained that the MUSOs do indeed offer microfinance products adapted to the socio-professional specificities of the poor populations in the three of the five territories of Ituri, and effectively put into practice their mission to contribute to improvement of social living conditions of members in 77% of cases.

KEYWORDS: Microfinance, Solidarity Mutual, Poverty, Financial inclusion, strategy, Ituri.

RESUME: Cette recherche s'est interrogée sur la capacité des Mutuelles de Solidarité (MUSO) à offrir des produits microfinanciers adaptés aux spécificités des bénéficiaires, et à contribuer à l'amélioration de leurs conditions de vie, par la mise en pratique de leur mission sociale, surtout que l'Ituri est une zone à vocation agropastorale.
Pour atteindre cet objectif, une approche quantitative a été utilisée, appuyée par un questionnaire. Notre univers d'analyse ou base de sondage est constitué des membres bénéficiaires des services microfinanciers des Mutuelles de Solidarité dans trois de cinq territoires de l'Ituri. La taille de notre population d'études est de 213 MUSO pour 3013 membres. Nous avons fait usage de l'échantillonnage probabiliste, au moyen d'une base de sondage constituée des listes finies de la population, et notre échantillon est aléatoire simple, sa taille est de 700 membres enquêtés des MUSO des sites de la ville de Bunia, d'Irumu, d'Aru et de Djugu.
Après analyse des données, il est ressorti des résultats obtenus que les MUSO offrent bel et bien des produits microfinanciers adaptés aux spécificités socioprofessionnelles des populations pauvres dans les trois de cinq territoires de l'Ituri, et mettent en pratique, de façon efficace, leur mission sociale pour contribuer à l'amélioration des conditions sociales de vie des membres dans 77% des cas.

MOTS-CLEFS: Microfinance, Mutuelles de Solidarité, pauvreté, inclusion financière, stratégie, Ituri.

Corresponding Author: Kabongo Kabongo Dieudonné

1 INTRODUCTION

La pauvreté est un vieux fléau qui a touché le monde depuis plusieurs siècles et qui continue de faire des victimes, comme la tragédie liée à la pandémie de COVID-19 que traversent les pays de la planète terre durant ces derniers jours. Selon PNUD (2016), plus de 700 millions d'individus dans le monde continuent de vivre en dessous du seuil de la pauvreté extrême situé à 1,90 dollars en parité de pouvoir d'achat (PPA) par jour, et plus de la moitié de la population mondiale demeure en bas de la pyramide économique. Les conditions sanitaires liées à la prévention de la COVID-19 ont encore exacerbé cette situation de la pauvreté à travers le monde, surtout dans les pays en développement, dans lesquels la plupart des activités économiques sont informelles.

En effet, Sen (2012) et Sagna (2015) explicitent dans leurs recherches que la pauvreté est entendue comme le manque de capabilité pour satisfaire les besoins fondamentaux en certains biens particuliers. Pour ce fait, la pauvreté est liée au revenu faible. Cependant, le CGAP (2007) indique que les pauvres constituent la vaste majorité de la population dans la plupart des pays en développement, avec comme activité principale l'agriculture. Or, un nombre considérable d'entre eux n'ont toujours pas accès à des services financiers de base. C'est pourquoi, une attention particulière et croissante (Benicourt, 2001) doit être portée à cette réalité sociale.

Comme stratégie de lutte contre la pauvreté, Bernicourt (2001) a relevé le cas de PNUD qui avait préconisé une voie nouvelle dans cette lutte, il avait proposé l'alternative de « la croissance favorable aux pauvres ». Cela est induit par la « croissance rapide des revenus privés dans les secteurs où les pauvres sont concentrés, ou par la réaffectation des recettes publiques, en vue de couvrir les dépenses qui ont de fortes incidences sur les pauvres. Mais, pour PNUD (2014), bien que la croissance économique constitue un puissant catalyseur et demeure une nécessité pour réduire la pauvreté, celle-ci ne suffit pas, à moins qu'elle ne soit partagée et équitable, et que les besoins des pauvres et des personnes marginalisées ne soient placés au centre des priorités du développement.

C'est ainsi qu'Iyer *et al.* (2015, 3), parlant de Ban Ki-Moon dans son discours qui affirmait: « *Nous aspirons tous à accéder à de conditions de vie meilleures. Cependant, cela ne sera pas possible en suivant le modèle de croissance actuel... Nous avons besoin d'un modèle de développement pratique, adapté au 21e siècle, qui établisse le lien entre les enjeux déterminants de notre époque: la réduction de la pauvreté, la création d'emplois, l'inégalité, les changements climatiques, les contraintes s'exerçant sur l'environnement, l'eau, l'énergie et la sécurité alimentaire* ».

Cependant, Kasbarian (2014) et Tran (2014), abordant dans le même sens, affirmaient que les services financiers peuvent jouer un rôle clé pour les plus démunis dans la fourniture d'un accès aux avantages des économies en développement, et dans l'amélioration de leur capacité de se protéger des chocs économiques. L'accès aux services de microfinance contribue à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration réelle de la situation du client bénéficiaire.

C'est ainsi qu'Allemand (2011) et CGAP (2007), ayant abordé dans le même sens, ont soutenu que depuis le lancement en 2000 des Objectifs du Milliaire pour le Développement (OMD) par l'ONU, la microfinance est reconnue comme un moyen possiblement efficace de lutte contre la pauvreté dans le monde, bien que l'exclusion financière ne figurât pas comme indicateur de pauvreté, et ne fit donc pas partie des objectifs quantifiés de l'ONU. Smahi *et al*. (2012) et Kasbarian (2014) pouvaient appuyer cette stratégie, en affirmant que l'hypothèse sous-jacente qui stipule qu'en permettant l'accès des pauvres au financement, on leur donne la possibilité d'entreprendre des activités génératrices de revenus (AGR) et d'accéder aux services sociaux de base.

Maystadt (2004), Servet (2009), Allemand (2011) et Kabongo (2019) dénoncent cependant le fait que la plupart des institutions de microfinance formelle se sont éloignées de leur mission. Ces institutions sont rentrées de plus en plus en concurrence directe avec les banques commerciales, et ont par conséquent adopté une même logique capitaliste. La finalité de profit ayant pris le dessus.

Majoritairement implantées dans les zones urbaines, les institutions de microfinance formelle peinent à desservir les milieux ruraux, et ce, pour plusieurs raisons, à commencer par la faible densité des populations, l'insuffisance ou le mauvais état des infrastructures de communication, mais aussi, à cause de l'activité agricole, qui est peu rentable et à haut risque, ne pouvant pas constituer une garantie fiable pour les institutions de microfinance dans les pays en développement. Il ressort clairement que la microfinance formelle ne s'occupe pas des agriculteurs, des artisans et des indigents, à cause notamment, des activités jugées à haut risque pratiquées par cette catégorie de la population. Alors que la majorité de la population des pays en développement est constituée des pauvres, pratiquant l'agriculture comme activité principale dans plus de 70 % des cas.

Nganda (2011) et Kabongo (2019) expliquent que pour pallier cette insuffisance des institutions de microfinance formelle, la dynamique associative connaît un grand essor, et ce, particulièrement dans les pays en voie de développement.

C'est ainsi qu'ont été mises en place des initiatives d'économie populaire solidaire, les *Mutuelles de Solidarité* (MUSO), considérées comme l'un des moyens de structurer le milieu rural, et d'y offrir dans de bonnes conditions des financements pouvant contribuer favorablement aux situations socio-économiques des individus. Rossier et Taillefer (2005), Chéreau (2011) pouvaient préciser que la *Mutuelle de Solidarité* est une structure de financement adaptée au milieu rural, mais peut aussi fonctionner dans les quartiers informels des villes, notamment entre artisans ou petits commerçants d'un marché. Cependant, Lelart (2002) avait indiqué que la finance informelle repose sur des relations de proximité, se pratique en circuit fermé, entre les personnes qui se connaissent et qui se rencontrent régulièrement. La finance informelle fait partie du secteur informel, elle permet de financer l'activité informelle. Ce qui est le cas en ce qui concerne la Mutuelle de Solidarité.

La présente recherche a pour mérite d'explorer l'expérience des Mutuelles de Solidarité, qui s'articule sur la microfinance sociale de proximité, et la structuration du milieu pauvre en RD Congo, en général, et en Ituri, en particulier. Car, la plus grande majorité de la population de l'Ituri, comme dans la plupart des provinces de la RD Congo, vit en milieu rural, avec comme activité principale, l'agriculture, une activité considérée à haut risque par les institutions formelles de microfinance. Même si les performances économiques et sociales du système ne semblent pas très significatives, l'expérience en elle-même est intéressante, car elle contribue à renforcer la fourniture des services financiers dans les milieux défavorisés de cette province, à vocation agropastorale.

Cette recherche s'interroge, par une méthodologie quantitative, sur la capacité des Mutuelles de Solidarité (MUSO) à offrir des services microfinanciers adaptés aux besoins des pauvres, et à contribuer à l'amélioration des conditions de vie des bénéficiaires, par la mise en pratique de leur mission sociale.

2 MILIEU ET MÉTHODES

2.1 MILIEU

Une des 26 provinces de la République Démocratique du Congo issue de l'éclatement de la Province Orientale depuis 2015, l'Ituri a comme chef-lieu la ville de Bunia. Cette Province a une superficie de 65 658 km^2 et est située sur le versant occidental du lac Albert. Elle possède des frontières avec l'Ouganda et le Soudan du Sud, et comprend cinq territoires administratifs, qui sont: Aru (6 740 km^2), Djugu (8 184 km^2), Irumu (8 730 km^2), Mahagi (5 221 km^2) et Mambasa (36 783 km^2) (Kabongo *et al*., 2018,). La figure 1 situe la province de l'Ituri par rapport à la RD Congo et aux pays frontaliers.

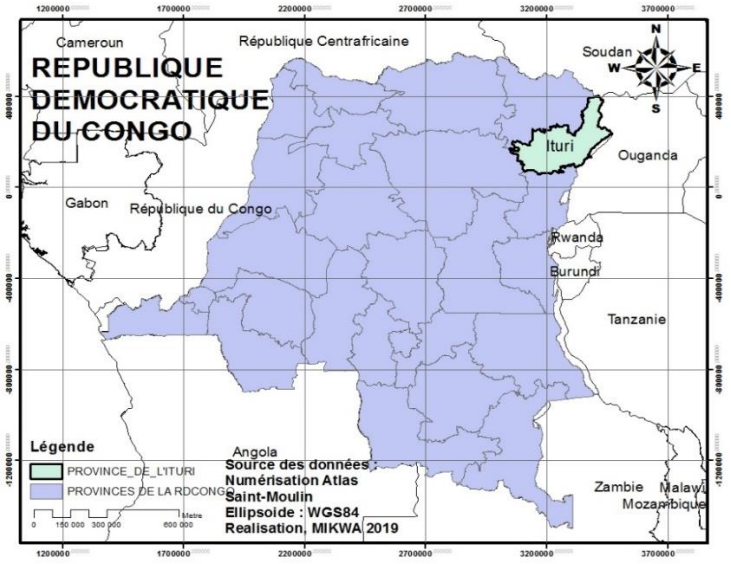


Fig. 1. Carte de la RD Congo

L'on voit clairement la province de l'Ituri en vert pâle au Nord-Est du pays, à la frontière avec l'Ouganda et une petite partie du Soudan.

En effet, la province de l'Ituri, avec une population estimée à plus de 6 millions d'habitants, est composée de cinq territoires et de 27 groupes ethniques. Cette province, avec une population active estimée à 48 % de la population totale, a une vocation

principalement agropastorale, bien que les minerais soient aussi exploités. Pour la plupart des ménages, l'agropastorale est l'activité principale, et le petit commerce des produits agricoles (produits des champs, d'élevage, de la pèche et de l'artisanat) constitue le prolongement des activités agricoles. Du reste, ces activités sont, pour la majorité, informelles.

Son sol fertile et son sous-sol riche en gisements miniers, son pâturage naturel font d'elle une des provinces potentiellement riches de la RDC. Cependant, la grande majorité de sa population vit dans une extrême pauvreté. L'activisme de différents groupes armés et les restrictions sanitaires liées à la COVID-19 n'ont fait qu'exacerber cette situation de pauvreté. Depuis le début de cette pandémie, la province de l'Ituri n'a pas véritablement été secouée par les processus de confinement et de déconfinement. Voici la subdivision administrative de l'Ituri sur la figure 2.

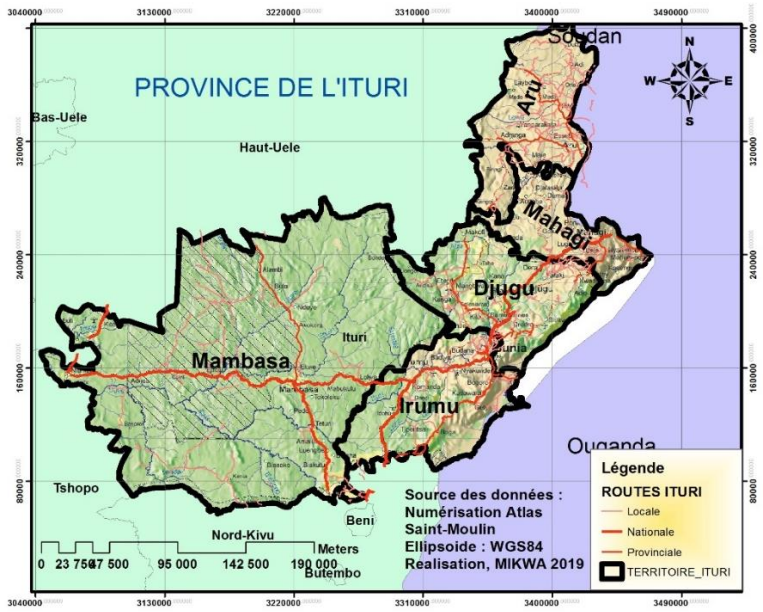


Fig. 2. Carte administrative de la Province de l'Ituri.

Sur cette carte, l'on sait facilement distinguer les cinq territoires de la province de l'Ituri (Mambasa, Aru, Mahagi, Irumu et Djugu) avec leurs superficies.

2.2 LA MUTUELLE DE SOLIDARITÉ (MUSO) ET SON FONCTIONNEMENT

La Mutuelle de Solidarité a commencé en Afrique, précisément au Sénégal en 1995 par l'organisation paysanne, Union des Groupements Paysans de Méckhé (UGPM) qui avait développé le système de caisses, inspiré de la tontine, mais qui permet en plus une accumulation de l'épargne, des octrois de crédits adaptés aux besoins, d'une caisse de prévoyance et à financements externes. Le succès des MUSO au Sénégal a poussé la Solidarité Internationale pour le Développement et l'Investissement (SIDI) à vulgariser cet outil en 2001 auprès des ONG de Burundi, ainsi que celles de la RD Congo, parmi lesquelles, la Ligue de Développement au Congo (LIDE), une ONG œuvrant au Nord-Kivu, l'une des provinces de la RD Congo, plus précisément en ville de Beni.

La LIDE est une ONG congolaise créée en 1990, dont l'activité se déroule dans la province du Nord-Kivu, à l'Est de la RD Congo. Depuis 2002, elle a développé l'activité MUSO, et à partir de 2005, des Groupements de MUSO et en 2006, un outil plus spécialisé dans la distribution de crédit et la collecte d'épargne: la Caisse de Crédit Rural et de Développement (CCRD).

En Province de l'Ituri, les MUSO ont été introduites en 2008 par l'ONG Première Urgence, en partenariat avec LIDE qui en assurait la sensibilisation, le suivi et l'accompagnement.

La spécificité reconnue de plus en plus à la MUSO dans le cadre de l'organisation pour l'autopromotion des populations démunies, avait encouragé plus d'un acteur de développement à se lancer dans la promotion de cet outil, tel est le cas des organisations non gouvernementales comme ACIAR (Appui à la Communication Interculturelle et à l'Auto-promotion Rurale), AMAB (Maman Anti Bwaki), COOPI (Cooperazione Internationale) qui ont commencé la vulgarisation depuis l'année 2011. Ces derniers acteurs vulgarisent la MUSO comme stratégie d'appui communautaire à la réinsertion socio-économique de leurs

différents bénéficiaires. Il sied de signaler que les acteurs précités constituent des Organisations Promotrices des MUSO (OPM), avec le soutien financier du fonds au profit de victimes (Kabongo *et al*., 2018).

A en croire Taillefer (2001), une MUSO est un cercle de 15 à 50 personnes qui se connaissent, se font mutuellement confiance, et qui décident de fonder un groupe d'épargne et de crédit. La MUSO est organisée autour de trois caisses: une caisse pour la collecte de l'épargne et l'octroi de petits crédits (appelée caisse verte par les membres), une caisse de secours (dite caisse rouge) également financée par les membres de la MUSO, et une caisse de crédit de refinancement (dite caisse bleue).

La MUSO est un système décentralisé, son fonctionnement est extrêmement simple, permettant à ses membres de la gérer de manière parfaitement autonome. Cela signifie qu'ils définissent eux-mêmes les règles de fonctionnement comme les montants cotisés, la fréquence des réunions, la politique des crédits (montant, durée, participation aux frais: PAF). Ils assument par ailleurs la gestion administrative et comptable de la MUSO (KOFIP, 2012). La figure 3 résume les trois caisses ainsi que leur rôle.

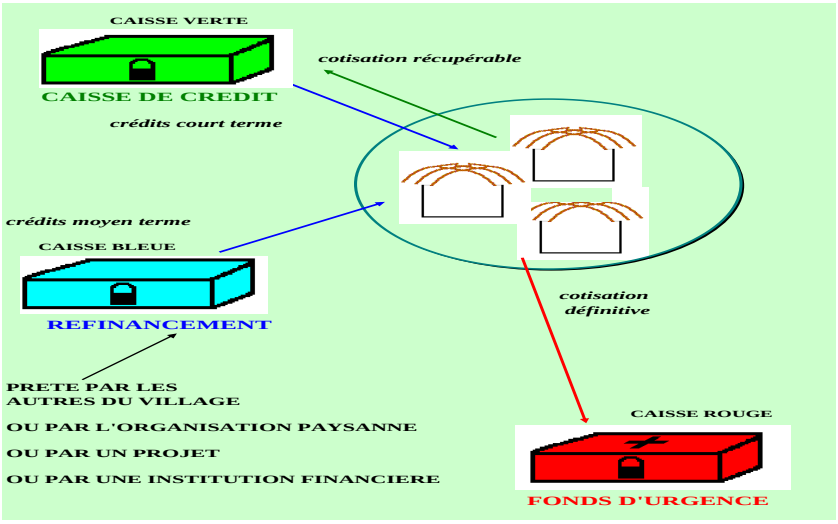


Fig. 3. Fonctionnement des différentes caisses

2.3 MÉTHODES

Le modèle d'analyse utilisé se base plus sur une approche quantitative que qualitative, avec un questionnaire pour quantifier les résultats. Cette approche a permis de fournir une incidence quantifiable de l'outil MUSO, une microfinance sociale de proximité.

Notre univers d'analyse ou base de sondage est constitué des membres bénéficiaires des services microfinanciers des MUSO en Ituri. La taille de notre population d'étude est de 213 MUSO pour 3013 membres.

Pour éviter le biais dans cette recherche, nous avons fait usage de l'échantillonnage probabiliste, au moyen d'une base de sondage constituée des listes finies de la population (les MUSO encadrées par une organisation non gouvernementale AMAB (Association des Mamans Anti-Bwaki)). Le tirage au sort a consisté à tirer manuellement des unités (méthode de la loterie). Partant de tout ce qui précède, notre échantillon est aléatoire simple, sur base des listes, et sa taille est de 700 membres des MUSO enquêtés en 2018 des sites de Bunia, d'Irumu, d'Aru et de Djugu en Ituri. Cela a permis de comprendre comment les Mutuelles de Solidarité (MUSO) agissent sur les conditions de vie des bénéficiaires (des pauvres) sur le plan social, ainsi que leur capacite d'inclure toutes les catégories de la population.

3 RÉSULTATS

Il est question dans cette rubrique de présenter et d'analyser les données pour évaluer la capacité des produits microfinanciers des MUSO (microcrédit, épargne, microassurance.) à influer sur les conditions sociales, ainsi que sur l'inclusion financière des personnes marginalisées et habitant les milieux défavorisés par le système financier classique et/ou formel.

Tableau 1. Etats matrimoniaux et sexes des membres enquêtés

Etat matrimonial		Genre		Total
		Masculin	Féminin	
Marié	Effectif	238,0	284,0	522,0
	%	45,6	54,4	100,0
Célibataire	Effectif	38,0	60,0	98,0
	%	38,8	61,2	100,0
Veuf	Effectif	13,0	44,0	57,0
	%	22,8	77,2	100,0
Divorcé	Effectif	5,0	18,0	23,0
	%	21,7	78,3	100,0
Total	Effectif	294,0	406,0	700,0
	%	42,0	58,0	100,0

Les résultats du tableau 1 ont renseigné que 74,6 % des bénéficiaires des services microfinanciers enquêtés sont des mariés, avec dans cette tranche, une majorité de femmes mariées, soit 54,4 % des cas enquêtés contre 45,6 % des hommes mariés. Et d'une façon globale, les membres des MUSO du sexe féminin sont majoritaires dans 58,0 % des cas enquêtés par rapport aux hommes (42,0 % des cas). Ces résultats expliquent le niveau d'autonomisation des femmes qui constituent la catégorie la plus défavorisée, et aussi le niveau d'inclusion financière de tous les sexes, et de chaque état matrimonial, surtout des personnes mariées.

Le test de chi-carré comparant l'état matrimonial et le sexe des membres enquêtés indique de manière hautement significative que l'association de l'état matrimonial et le sexe influence sur le comportement des membres des MUSO par rapport aux services financiers leur fournis (χ^2=15,681; ddl=3; p ≤0,001).

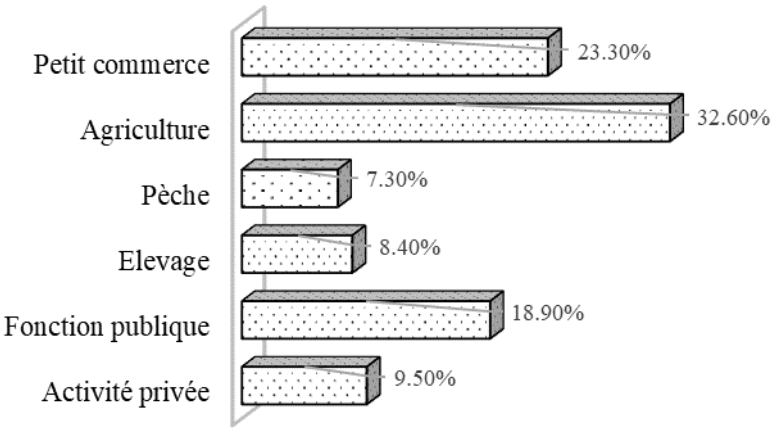


Fig. 4. Répartition des bénéficiaires selon la profession principale.

Les résultats sur cette figure renseignent que la plupart des membres des MUSO enquêtés ont comme activité principale l'agriculture et le petit commerce dans respectivement 32,6% et 23,3% des cas. Ceci se justifie par le fait que les personnes souvent rejetées par les institutions formelles de microfinance et qui n'ont d'autres choix que d'adhérer dans les institutions informelles de proximité, sont dans le secteur agricole. Une autre catégorie des membres est constituée des agents de la fonction publique, soit 18,9% des cas enquêtés.

Toutefois, pour les autres catégories des membres, quoi que l'activité agricole ne soit pas leur activité principale, ils ont quand même un lien avec l'agriculture comme activité pratiquée à temps partiels pour l'alimentation de la famille. Une fois de plus, cette variable a renseigné sur la capacité des MUSO à offrir des services microfinanciers adaptés à toutes les couches socioprofessionnelles de la population, souvent délaissées par les banques classiques et les Institutions de Microfinance (IMF) formelles: les agriculteurs, les petits commerçants, les artisans, etc.

Tableau 2. Moyennes de personnes en charge et de dépenses journalières par ménage (1$=16000FC)

	Effectif	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Coefficient de variation
Nombre de personnes dans le ménage	700	1	22	7,67	2,977	38,81%
Dépense journalière (FC)	700	2000	16000	8146,43	3185,545	39,10%

Les résultats du tableau 2 renseignent que par rapport aux personnes vivant dans les ménages des membres enquêtés, il y a une moyenne de 8 personnes par ménage, avec une consommation moyenne de 8146,43F C, soit 5,09$ US par ménage (pour 1$ US=1600FC). Il y a une grande variabilité aussi bien dans les dépenses journalières (39,10 %) que dans le nombre de personnes dans les ménages (38,8 %), donc, les distributions sont hétérogènes.

Tableau 3. Calcul des indices de pauvreté (1$ US=1600)

	Effectifs	%	% cumulé
< 1 $	568	81,1	81,1
≥ 1 $	132	18,9	100,0
Total	700	100,0	

Il se dégage de résultats ci-haut (tableau 3) que la plupart des membres enquêtés vivent avec moins de 1$ US par personne et par jour, soit 81,1 % des cas enquêtés, et donc des pauvres si l'on considère le seuil de mesure de pauvreté absolue, appelé seuil de 1$ US par jour qui est adapté dans les pays les moins avancés (Benicourt, 2001). Ce qui peut expliquer pourquoi ces personnes préfèrent les services microfinanciers des MUSO que ceux de banques classiques et les institutions formelles de microfinance.

Tableau 4. Conditions pour devenir membre d'une MUSO

Conditions	Effectifs	%
Être commerçant	28,0	4,0
Avoir une activité de production	235,0	33,6
Habiter le même quartier	146,0	20,9
Être parrainé par un autre	18,0	2,6
Être pauvre	51,0	7,3
Pas de condition	127,0	18,1
Être en ordre de cotisation	64,0	9,1
Volontaire	3,0	0,4
Être membre de l'église catholique	11,0	1,6
Être enseignant	17,0	2,4
Total	700,0	100,0

Comme on peut le constater dans le tableau 4, pour devenir membre, la plupart d'enquêtés, soit 33,6 % ont affirmé qu'il faut avoir une activité de production pouvant garantir, non seulement l'épargne, mais aussi le remboursement du microcrédit. En effet, 20,9 % des cas ont soutenu qu'il faut tout simplement habiter le même quartier. En revanche, il faut noter que 18,1 % des cas enquêtés ont aussi affirmé qu'il n'y a aucune condition pour devenir membre d'une MUSO, il suffit d'être sensibilisé et d'adhérer au groupe. Le plus souvent sur terrain, les membres se réunissent selon l'appartenance à une classe sociale, et selon leurs conditions socioéconomiques de vie. Et toutes les prédispositions sont convenues à l'avance, pour éviter de discriminer certains groupes socioprofessionnels.

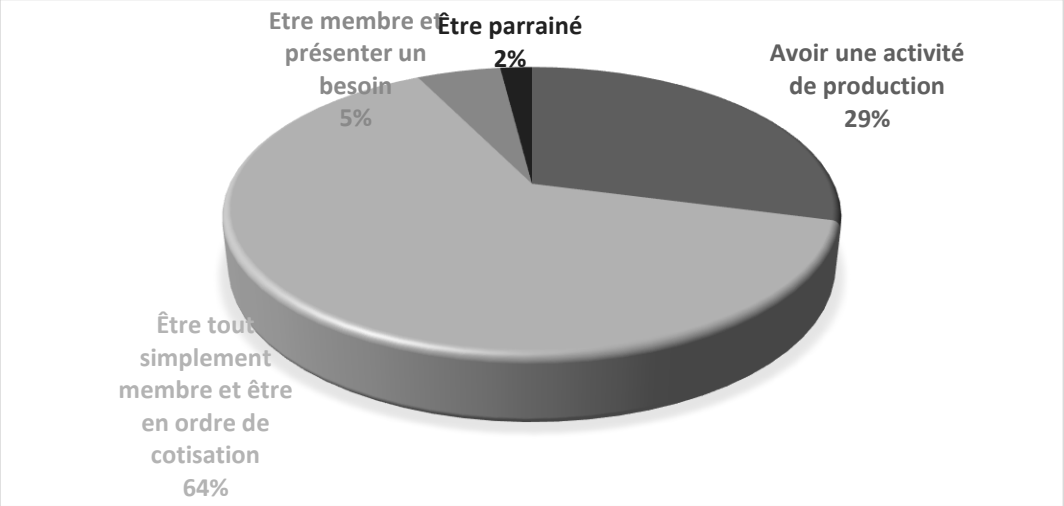


Fig. 5. Répartition selon les conditions pour accéder au microcrédit

D'après la figue 5, il se dégage qu'il faut tout simplement être membre et être en ordre de cotisation (63,3 % des cas), et avoir une activité de production (29,1 % des cas), ou encore, présenter un besoin de financement (5,3 % des cas) pour bénéficier d'un microcrédit.

Tableau 5. Amélioration des conditions de vie et les tranches des montants sollicités

			Incidence des services microfinanciers sur les conditions de vie			Total
			Oui	Non	Pas du tout	
Tranches des montants sollicité	20-50$	Effectif	89,0	16,0	14,0	119,0
		%	74,8	13,4	11,8	100,0
	50-100$	Effectif	120,0	3,0	18,0	141,0
		%	85,1	2,1	12,8	100,0
	100-200 $	Effectif	147,0	0,0	31,0	178,0
		%	82,6	0,0	17,4	100,0
	200-400 $	Effectif	93,0	4,0	14,0	111,0
		%	83,8	3,6	12,6	100,0
	400-600 $	Effectif	47,0	3,0	23,0	73,0
		%	64,4	4,1	31,5	100,0
	600-800 $	Effectif	15,0	0,0	2,0	17,0
		%	88,2	0,0	11,8	100,0
	800-1000 $	Effectif	22,0	18,0	7,0	47,0
		%	46,8	38,3	14,9	100,0
	Plus de 1000$	Effectif	9,0	4,0	1,0	14,0
		%	64,3	28,6	7,1	100,0
Total		Effectif	542,0	48,0	110	700
		%	77,4	6,9	15,7	100,0

L'accès aux services microfinanciers, spécialement le microcrédit, est une possibilité d'anticipation de la consommation et/ou de financement de l'innovation ou de la création d'une entreprise pour les bénéficiaires (tableau 5). Car, les bénéficiaires ont des besoins différents lorsqu'ils recourent aux microcrédits, qu'il s'agisse d'une satisfaction d'un besoin social (soins médicaux, scolarisation des enfants), ou du financement d'une activité génératrice de revenu.

En fait, 77% des membres des MUSO enquêtés ont reconnu que l'accès aux services microfinanciers a contribué à améliorer positivement leurs conditions socioéconomiques de vie.

Le test de chi-carré comparant l'amélioration des conditions de vie et les tranches des montants sollicités indique de manière hautement significative que l'incidence des services microfinanciers sur les conditions de vie est dépendante de tranches des montants des microcrédits reçus par les bénéficiaires (χ^2=139,71; ddl=16; p ≤0,001).

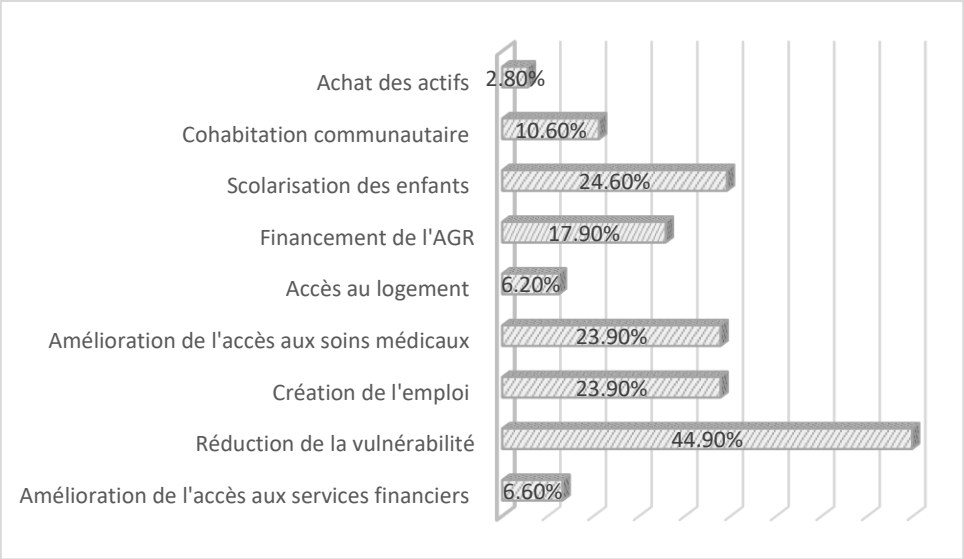


Fig. 6. Le besoin résolu par l'accès aux services financiers

Les résultats à la figure 6 renseignent que les services microfinanciers offerts par les MUSO ont résolu un certain nombre de problèmes, spécialement la réduction de la vulnérabilité (30,80 %) ou de la pauvreté pour la majorité des membres enquêtés. Ces services microfinanciers ont surtout résolu les problèmes sociaux, notamment le paiement à temps de la scolarité des enfants dans 24,60 % des cas, l'amélioration de l'accès aux soins médicaux dans 23,90 % des cas, ainsi que l'accès au logement dans 6,20 % des cas. Sur le plan économique, les MUSO ont résolu la question de financement des activités génératrices des revenus dans 12,30 % des cas, en conséquence, la création des emplois dans 23,90 % des cas et par là-même, la création des richesses.

Un point important qu'il faut relever, c'est la cohabitation communautaire dans 10,90 % des cas, car l'Ituri est une zone où il y a des conflits armés à plusieurs répétitions. Et comme dans les assemblées générales des MUSO on traite les problèmes sociaux, cela résout la question relative à la cohabitation communautaire.

Pour ce qui est du niveau de satisfaction des bénéficiaires des services microfinanciers des MUSO, la figure 7 ci-après présente la répartition des enquêtés selon le niveau de satisfaction de services microfinanciers offerts par les MUSO.

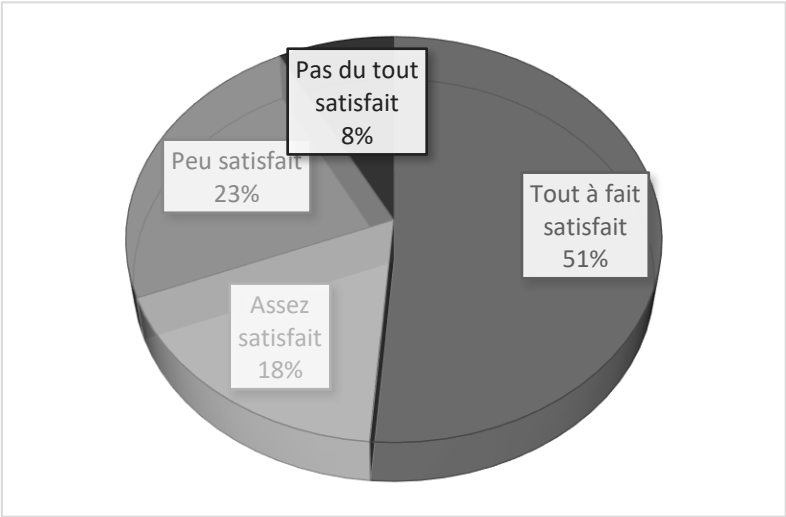


Fig. 7. Niveau de satisfaction après l'accès aux services microfinanciers

Ces résultats à la figure 7 renseignent que 51% des membres enquêtés, soit la majorité, ont indiqué qu'ils étaient tout à fait satisfaits des services microfinanciers offerts par les MUSO.

Quant au changement de statut dans le foyer après accès aux services financiers, il a été indiqué que les membres des MUSO sont généralement des personnes vivant avec des revenus faibles, et donc pauvres et n'ayant généralement pas d'estime dans la communauté. L'accès aux services microfinanciers leur redonne un peu de dignité, car, comme n'importe quel individu, une personne vivant avec des revenus faibles doit faire face au cours de son existence à des problèmes sociaux liés à sa vie familiale et à des situations d'urgence. La figure 8 montre la répartition des enquêtés selon le changement des statuts dans le foyer après accès aux produits microfinanciers des MUSO.

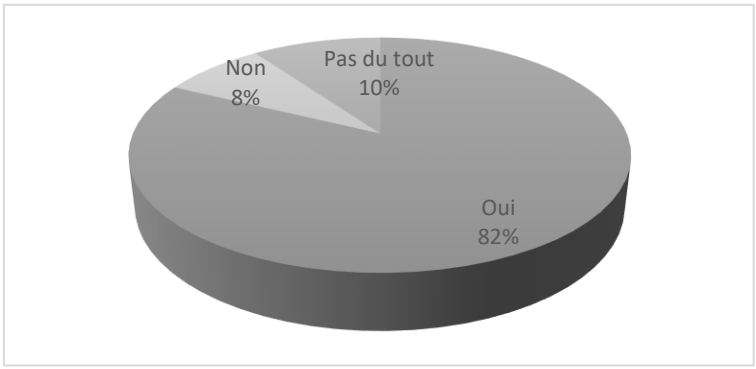


Fig. 8. Répartition selon l'amélioration de statut dans la famille après accès aux services microfinanciers.

Les résultats de la figure 8 ont renseigné que la plupart des membres ont vu leur statut social changer positivement au sein du foyer, ainsi qu'au sein de la communauté dans 82 % des cas enquêtés. Et une minorité, soit 8 % des cas enquêtés, a indiqué que le statut social n'avait pas changé avec l'accès aux services microfinanciers des MUSO. Les membres des MUSO sont pour la plupart des cas des femmes mariées. Cela signifie qu'elles doivent accomplir un certain nombre de devoirs envers les membres de leurs foyers, et en retour, les membres du foyer ont de l'estime et du respect envers elles lors qu'elles accomplissent leur tâche avec promptitude.

Tableau 6. Capacité à financer les AGR et les tranches des montants reçus

			Financement des AGR par le microcrédit			
			Oui	**Non**	**Partiellement**	**Total**
Tranches des montants reçus	**20-50$**	Effectif	87	16	12	119
		%	73,1	13,4	13.5	100,0
	50-100	Effectif	100	7	34	141
		%	70,9	5,0	24,1	100,0
	100-200$	Effectif	106	5	67	178
		%	59,6	2,8	37,6	100,0
	200-400$	Effectif	84	2	25	111
		%	75,7	1,8	22,5	100,0
	400-600$	Effectif	43	3	27	73
		%	58,9	4,1	37,0	100,0
	600-800$	Effectif	13	2	2	17
		%	76,5	11,8	11,8	100,0
	800-1000$	Effectif	24	11	12	47
		%	51,1	23,4	25,5	100,0
	Plus de 1000$	Effectif	9	1	4	14
		%	64,3	7,1	28,5	100,0
Total		Effectif	466	47	187	700
		%	66,6	6,7	26,7	100,0

De ces résultats (Tableau 6), il ressort que 66,6 % des membres ont affirmé que le microcrédit perçu leur permet de financer leur entrepreneuriat. Cependant, 26,7 % des membres ont aussi affirmé que le microcrédit leur permet de financer partiellement leur entrepreneuriat. Le microcrédit obtenu a permis, soit partiellement, soit totalement de financer l'entrepreneuriat des membres bénéficiaires dans 93,3 % des cas enquêtés.

Le test de chi-carré comparant le financement des AGR et les tranches des montants sollicités indique de manière hautement significative que le financement des activités génératrices de revenu est dépendant de tranches des montants des microcrédits reçus par les bénéficiaires (χ^2=91,99; ddl=24; p ≤0,001).

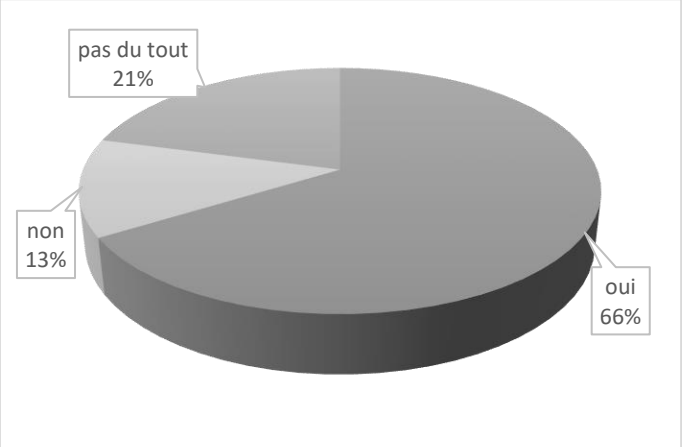


Fig. 9. Incidence des services microfinanciers sur le statut de l'habitat

Les résultats obtenus de la figure 9 renseignent que 66 % de nos enquêtés ont amélioré leur condition d'habitation après accès aux services microfinanciers. Ceci démontre à suffisance que les services microfinanciers des MUSO ont contribué significativement à l'amélioration de l'habitat, soit dans l'achat de la parcelle, soit dans la construction d'une maison, soit encore dans l'amélioration du logement existant.

4 DISCUSSIONS

Les résultats obtenus dans cette étude visent à démontrer que les produits microfinanciers (microcrédit, épargne, microassurance) offerts par les Mutuelles de Solidarité (MUSO), peuvent avoir de l'incidence sur l'inclusion financière des personnes marginalisées, et habitant les milieux défavorisés par le système financier classique et les institutions de microfinance formelles. A l'instar des milieux ruraux et urbains en Ituri où la majorité est constituée des personnes pratiquant l'agriculture (travaux des champs, élevage, pêche) comme activité principale, un secteur à risque et donc, des pauvres et exclus des structures de financement classique. Leur accès aux outils de financement peut avoir comme conséquence, la réduction du niveau de pauvreté et l'amélioration des conditions de vie, le renforcement de leur capacité à innover et à créer des activités génératrices des revenus.

Les résultats obtenus dans trois de cinq territoires de l'Ituri ont indiqué que la plupart des membres des Mutuelles de Solidarité vivent avec moins de 1$ US par personne et par jour, et donc des pauvres, suivant le seuil retenu pour évaluer la pauvreté « absolue » dans les pays en développement (Benicourt, 2001). C'est ainsi que l'accès aux services microfinanciers a contribué à améliorer positivement leurs conditions socioéconomiques de vie, qu'il s'agisse d'une satisfaction d'un besoin social (soins médicaux, scolarisation des enfants, etc.), ou d'un besoin de financement des activités génératrices des revenus.

Plusieurs chercheurs comme Destilus (2010) et Lelart (2006) ont démontré que le milieu rural fait souvent face à de nombreuses difficultés, dont l'accès des paysans aux financements qui peuvent leur permettre de satisfaire leurs besoins socioéconomiques. L'essentiel de l'offre de financements y est souvent assuré par les usuriers, à un taux d'intérêt exorbitant. En revanche, Kasbarian (2014) démontre que les services microfinanciers peuvent jouer un rôle clé pour les plus démunis dans la fourniture d'un accès aux avantages des économies en développement, et dans l'amélioration de leur capacité de se protéger des chocs économiques. La Mutuelle de Solidarité est une structure de financement adaptée au milieu rural, mais peut aussi fonctionner dans les quartiers informels des villes (Rossier et Taillefer, 2005). La MUSO constitue, pour ainsi dire, une réponse originale à la problématique d'accès aux services financiers en milieu rural, à la fois un outil de financement populaire et un groupe d'entraide (Chereau, 2011).

En ce qui concerne le genre, nos résultats ont démontré que la plupart des bénéficiaires des services microfinanciers des MUSO, soit 74,6 % sont des mariés, avec dans cette tranche, une majorité de femmes mariées, soit 54,4 % des cas enquêtés. Et d'une façon globale, les membres des MUSO du sexe féminin sont majoritaires dans 58,0 % des cas enquêtés par rapport aux hommes. Diop (2014) au Mali et Ngoy (2015) à Kisangani, ont aussi trouvé dans leurs recherches que la majorité des enquêtés était du sexe féminin et des mariés, jusqu'à concurrence de 76 % et 79 % des cas respectivement.

Les résultats obtenus ont aussi expliqué le niveau d'inclusion et d'autonomisation des femmes, et aussi le niveau d'inclusion financière de tous les sexes, et de chaque état matrimonial, mais surtout des personnes mariées. *« Les sévices des MUSO nous ont donné de la valeur, nous les femmes",* a déclaré une femme bénéficiaire, *« car nous pouvons accéder aux services financiers afin de résoudre nos problèmes familiaux, et avoir de la considération dans la communauté ».* La Banque Centrale du Congo (2013) dans son rapport sur la microfinance de 2012, la répartition des membres et clients des Institutions du Système Financier Décentralisé (ISFD) formel avait renseigné que les femmes détenaient 52,7 % de l'ensemble des comptes ouverts contre 47,3 % pour les hommes. En conséquence, les femmes sont les principales bénéficiaires de ces systèmes de finance de proximité.

Concernant l'activité principale des membres, la plupart pratiquent soit l'agriculture, soit le petit commerce des produits agricoles dans 56 % des cas enquêtés. L'Ituri étant une province à vocation agropastorale, l'agriculture comme emploi principal des membres est justifiée. Toutefois, pour les autres catégories des membres, quoi que l'agriculture ne soit pas leur activité principale, ils ont quand même un lien avec l'agriculture soit par leurs épouses, soit par eux-mêmes, par la pratique de l'agriculture comme activité à temps partiels pour suppléer aux besoins de la famille. Contrairement à Diop (2014) qui a démontré que seulement 1 % de bénéficiaires étaient des agriculteurs, alors que Kabongo (2016) en Ituri, a indiqué qu'aucun des bénéficiaires, dans le contexte de la microfinance formelle, n'avait comme profession principale l'agriculture. Cependant, Kudinga (2018), analysant les données de la Banque Centrale du Congo (BCC) en RD Congo, a constaté que par rapport à la distribution par secteur d'activités, 66 % des microcrédits en RD Congo sont alloués au secteur commercial, et seulement 16 % à l'agriculture, mais pas à la culture des champs, mais plutôt à des activités liées à ce secteur de production.

Atallah et El Hyani (2009) dans leur recherche au Maroc, avaient conclu que l'accès au crédit demeurait impossible à de larges franges de la population, ayant de faibles revenus, ou des revenus instables comme les agriculteurs. Cependant, Rossier et Taillefer (2005) précisent que la MUSO ne fera pas le développement, mais elle y contribuera pour une petite part, et devra s'intégrer dans un ensemble plus complexe de structures financières qui permettront, avec des ressources conséquentes, de financer l'activité de production agricole ou artisanale.

En effet, Morvant-Roux *et al.* (2010) fustigent les politiques d'inclusion financière qui reproduisent essentiellement les modalités de la microfinance contemporaine en milieu urbain. Elles sont inadéquates pour répondre aux besoins de financement de la plupart des productions agricoles. Elles tendent à favoriser en zones rurales les activités non agricoles au détriment des productions agricoles. Mais, cette façon de diversifier les activités génératrices des revenus dans les milieux ruraux, et de faire face à des périodes de mauvaises récoltes, et/ou des calamités naturelles. La diversification des activités préserve les ruraux des chocs liés à la nature (climat).

Nos résultats ont démontré qu'il est possible d'offrir des microcrédits aux personnes pratiquant l'agriculture comme activité principale, bien qu'elle constitue une activité à haut risque.

Cependant, pour devenir membre d'une MUSO, les conditions dépendent d'un milieu à un autre, et elles sont fixées et convenues par les membres sensibilisés. Dans les trois territoires enquêtés, les membres se réunissent souvent selon l'appartenance à une classe sociale et selon leurs conditions socioéconomiques de vie, ou selon qu'ils habitent le même quartier ou milieu. Notons également que la plupart des membres ont affirmé qu'il n'y a pas des conditions contraignantes et exclusives pour devenir membre et bénéficier des services microfinanciers d'une MUSO. « *J'ai été sensibilisée par une amie et voisine, comme j'étais veuve, j'ai constaté que les conditions des MUSO étaient favorables à ma condition, car elles permettaient un accès facile aux services financiers sans condition* », avait déclaré une femme bénéficiaire. Une maman membre à Bunia a affirmé: « *je ne vois pas personnellement une quelconque condition. J'ai tout simplement été membre, et après une courte période d'épargne, j'ai accédé facilement au microcrédit* ».

Un enseignant membre d'une MUSO enquêté à Aru a révélé: « *Avec mon maigre revenu, je n'étais pas en mesure d'accéder à un crédit pour répondre aux besoins financiers auprès d'une banque, mais avec les MUSO, il suffisait seulement d'être membre et de cotiser, et après une certaine période, j'ai pu demander le microcrédit selon mes besoins* ».

Contrairement aux recherches de Morvant-Roux *et al.* (2010), Falcucci (2012), Atallah et El Hyani (2009), Diop (2014) et Kabongo (2016) qui ont constaté que pour être membre ou client et bénéficier du microcrédit dans une institution de microfinance formelle, il faut présenter une activité économique moins risquée, disposer d'un revenu stable, ainsi que d'une garantie réelle. Mais, dans le cas des MUSO, l'on ne tient pas compte du niveau de risque de son activité pour accéder au microcrédit.

Etant un système d'épargne et de crédit populaire, autogéré et adapté au milieu rural, mais aussi dans les quartiers informels des villes, cet outil financier populaire influe sur les conditions socioéconomiques de vie des bénéficiaires. Il est ressorti des résultats que 77 % des membres des MUSO ont reconnu que l'accès aux services microfinanciers a contribué à améliorer positivement leurs conditions socioéconomiques de vie. Ngoy (2015) à Kisangani et Diop (2014) à Bamako au Mali ont constaté comme nous que la microfinance avait amélioré significativement les conditions de vie des bénéficiaires du microcrédit, notamment: l'alimentation de la famille, la scolarisation des enfants, l'accès aux services médicaux, l'habillement, ainsi que le logement. Cependant, Smahi *et al*. (2012) notent qu'en permettant l'accès des pauvres aux ressources financières, on leur donne la possibilité d'entreprendre des activités génératrices de revenus, et d'accéder aux services sociaux de base, toutes choses concourant à réduire leur niveau de pauvreté.

Les produits et services de la microfinance, notamment le crédit, constituent, quand ils sont adaptés, un levier de l'activité économique des ménages. Plus spécifiquement, ces produits et services financiers (crédit, épargne, assurance) constituent des outils de gestion des budgets familiaux, de réduction et de partage de risques, mais contribuent également au renforcement des liens sociaux, comme dans le contexte des MUSO en Ituri.

Un membre enquêté à Bunia a déclaré: « *l'adhésion aux Mutuelles de Solidarité m'a permis de recouvrer ma personnalité dans mon foyer, et de payer la collation pour la scolarisation de mes enfants à temps. Car, comme je suis agent de l'Etat, les primes sont souvent payées avec beaucoup de retard, et mes enfants étaient tous les temps chassés des écoles. Maintenant, cette question est résolue, je sens que mes enfants ont de l'estime ainsi que de la confiance envers moi* ».

Le développement de compétences et l'émergence d'un leadership populaire font des MUSO un lieu d'empowerment des membres. Les Mutuelles de Solidarité sont des lieux de prise de parole et elles aident à vaincre la timidité de certains membres. Les membres développent un empowerment individuel. Un membre a affirmé: « *grâce à la Mutuelle de Solidarité, j'ai pu me permettre une formation professionnelle. »* Elles constituent aussi un lieu de développement personnel puisque des membres ont acquis le savoir-faire grâce aux formations qu'ils ont reçues des partenaires. Une des grandes satisfactions pour les membres réside dans les opportunités créées servant à payer les frais de scolarité de leurs enfants: « *Mes enfants vont à l 'école et je parviens à les nourrir ».*

La plupart des membres (dans 82% des cas enquêtés) ont vu leur statut changer positivement au sein du foyer, ainsi qu'au sein de la communauté, après avoir eu accès aux services microfinanciers des MUSO. Une femme présidente d'une MUSO à Bunia a déclaré: « *Depuis que j'ai commencé à avoir accès aux services microfinanciers des MUSO, mes affaires tournent bien, les bénéfices générés contribuent à la scolarisation de mes enfants et à leur alimentation journalière. J'ai constaté que mon mari me respecte plus actuellement qu'avant et me consulte dans toutes les décisions, contrairement à ce qu'il faisait avant l'accès aux MUSO.* »

Bouyo (2012) constate que les avantages de la microfinance ne se limitent pas à l'émancipation économique au niveau individuel. Fournir des services financiers aux femmes a un effet multiplicateur du seul fait que celles-ci consacrent davantage de leurs revenus à leur famille que les hommes, ce qui entraîne une amélioration du logement, de l'alimentation, des soins médicaux et de l'éducation des enfants. En conséquence, cela contribue au changement de leur statut dans le foyer, car leur considération auprès des membres de famille s'améliore.

Au regard de ce qui précède, les services microfinanciers offerts par les Mutuelles de Solidarité en Ituri, ont concouru à l'amélioration des conditions de vie des populations membres dans trois de cinq territoires, surtout celles habitant les milieux ruraux, et pratiquant l'agriculture comme activité principale, car étant des clients à haut risque pour les institutions de microfinance formelle. Et donc, l'accès aux services de microfinance a contribué à la réduction de la pauvreté, et à l'amélioration réelle de la situation financière du bénéficiaire.

5 CONCLUSION

Cette recherche avait pour objectif d'évaluer l'efficacité de l'offre des services microfinanciers par les Mutuelles de Solidarité (MUSO) à répondre aux besoins financiers des populations pauvres, et de déterminer leur apport, la mise en pratique de leur mission sociale pour l'amélioration des conditions de vie des bénéficiaires.

Les résultats ont indiqué après analyse que les MUSO offrent bel et bien des produits microfinanciers adaptés aux spécificités socioprofessionnelles des populations pauvres dans les trois de cinq territoires de l'Ituri, et mettent en pratique, de façon efficace, leur mission sociale pour contribuer à l'amélioration des conditions sociales de vie des membres.

En conséquence, les MUSO contribuent à résoudre un certain nombre de problèmes, spécialement les problèmes sociaux, notamment: la cohabitation communautaire, la scolarisation des enfants, l'amélioration de l'accès au logement et aux soins de santé, la réduction de la vulnérabilité.

Si l'accès au financement est une des conditions de modernisation de l'agriculture, car étant l'emploi de la grande majorité des populations en milieu rural, nous constatons que les prêts accordés par les institutions de microfinance formelle à ce secteur restent souvent minoritaires. Les spécificités de l'agriculture exigent une approche et des moyens adaptés, qu'il s'agisse des risques climatiques ou économiques, de la dispersion des emprunteurs ou de la faible rentabilité de l'activité. Et nous sommes bien conscient que le développement, surtout agricole, ne se fera pas seulement avec des microcrédits, mais avec un ensemble cohérent d'outils de financement. Mais, les MUSO ont eu le mérite d'offrir des services financiers à la catégorie considérée à haut risque par la microfinance formelle.

En effet, les Mutuelles de Solidarité sont une structure de financement adaptée au milieu rural, où l'agriculture est l'activité principale, mais aussi aux quartiers pauvres des villes. Elles sont une réponse originale et une alternative à la problématique d'accès aux services financiers en milieu rural, à la fois un outil de financement populaire et un groupe d'entraide. Et donc, les MUSO constituent un outil efficace pour l'inclusion financière, car capable d'offrir de services financiers répondant effectivement et efficacement aux besoins des différentes catégories de la population, à un coût devant rester compatible avec leurs capacités de le couvrir. D'ailleurs, ayant émergé dans un contexte particulier, c'est-à-dire, dans des territoires victimes de l'inégalité en termes d'accès aux services sociaux de base en Ituri, les MUSO ont acquis, par leur mode d'organisation, un ancrage territorial les présentant comme une réponse aux problématiques d'accessibilité au financement, et ayant des retombées concrètes, telles que l'octroi du crédit.

Il est souhaitable que les MUSO adaptent cette expérience aux plus indigents, les pauvres des pauvres dans les fins fonds des villages, qui cherchent avant tout à satisfaire des besoins vitaux, et manquent du minimum de stabilité nécessaire, pour que le recours au crédit et à des services financiers leur soit utile. C'est alors que la microfinance sociale de proximité peut permettre aux populations vulnérables, surtout agricoles, de mieux résister aux aléas de la vie et de développer leurs microentreprises. Elle peut ainsi utilement s'articuler avec d'autres politiques de développement, et accroître encore sa contribution à la lutte contre la pauvreté.

Nous suggérons, étant donné que notre conviction est que dans la plupart des cas, ce sont les ruraux qui peuvent être les acteurs essentiels pour l'avènement de ce changement social, que les MUSO contribuent fortement à l'organisation des ruraux à la base, car elles familiarisent leurs membres à gérer efficacement des ressources financières, ce qui leur permettra de maîtriser, dans un proche avenir, des outils plus complexes.

REFERENCES

[1] Allemand, S., (2011) *La microfinance: la fin de l'exclusion* ? Ellipses Edition Marketing S.A., 180p.

[2] Atallah, C. et El Hyani, O. (2009) *Microfinance: Quelles perspectives de développement pour les IMF, cas du Maroc,* Mémoire de recherche-Cycle Grande Ecole, 82 p.

[3] Bah, A. A. (2012) La microfinance en Guinée: articulations entre finance formelle et informelle et lutte contre la pauvreté au Fouta Djalon. Economies et finances. Université Toulouse le Mirail, Toulouse II, 340p.

[4] Banque Centrale du Congo, (2013) *Rapport d'activités de la microfinance 2012,* Kinshasa, 157 p, disponible en ligne sur http://www.bcc.cd/.

[5] Benicourt, E. (2001) « La pauvreté selon le PNUD et la Banque mondiale », *Études rurales* [En ligne], 159-160, pp35-54, mis en ligne le 03 janvier 2017, consulté le 04 mai 2019. URL: http://journals.openedition.org/etudesrurales/68; DOI: 10.4000/etudesrurales.68.

[6] Bouyo, K. J. N., (2012) Microfinance Et réduction de la pauvreté de la femme rurale en Afrique, Comprendre la dérive vers le monde urbain, Cas des mutuelles communautaires de croissance de Foréké-Dschang et de Fongo-Tongo (Ouest-Cameroun), Harmattan, Paris, 121 p.

[7] CGAP (2007) « Définition de la microfinance, extraits des Principes clés de la microfinance », *in Baromètre de la microfinance,* 7 pages, Home page*:* http://www.convergences.org/wp-content/uploads/2017/05/Barom%C3%A8tre-de-la-microfinance-2010.pdf, consulté le 23 Novembre 2018.

[8] Chereau L., (2011) La Mutuelle de Solidarité, une méthodologie adaptée au milieu rural », *in Baromètre de microfinance 2011,* Convergence 2015, 12p.

[9] Destilus C. (2010) Contributions des initiatives de l'économie sociale au développement des communautés rurales: cas des Mutuelles de Solidarité (MUSO) dans la commune de Port-de-paix (Haïti), Mémoire de Maîtrise en développement régional, Université du Québec à Rimouski, 142p.

[10] Diop S. J. (2014) *Impact de la microfinance sur la qualité de vie des populations: cas du PIYELI (Mali),* Mémoire de Master Professionnel, Centre Africain d'études Supérieures en Gestion, Mali, 99 pages.

[11] Iyer D. (2015) *Intégration de l'environnement et du changement climatique pour la réduction de la pauvreté et le développement durable,* Manuel de renforcement des processus de planification et de budgétisation, Produit par l'Initiative Pauvreté-Environnement du PNUD-PNUE, 2015, 183p, disponible en ligne sur www.unpei.org.

[12] Falcucci, A. (2012) *La microfinance et son impact sur la pauvreté dans les pays en développement,* Mémoire de Master I, Faculté des sciences économiques et de gestion, Université du Sud-Toulon-Var. 77 pages.

[13] Kabongo K. D. (2019) *Mutuelle de solidarité, une microfinance pour la promotion de l'entrepreneuriat et la réduction de la pauvreté en Ituri.*; thèse de doctorat inédite, Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Université de Kisangani, RD Congo, 321p.

[14] Kabongo K.D., Muanasaka K.L., et Sengi, B.P (2018) « Mutuelle de Solidarité: Solution au problème de financement des activités agricoles en milieux ruraux dans la province de l'Ituri/RDC (Cas du territoire de Mahagi)«, *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 24 No. 3, pp. 1062-1070, en ligne sur http://www.ijias.issr-journals.org/.

[15] Kabongo K. D. (2016) *Microfinance: outil de lutte contre la pauvreté, mythe ou réalité en RDC, cas de la Mutuelle d'Epargne et de Credit de Bunia*; Mémoire de D.E.S, Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Université de Kisangani, RD Congo, 170p.

[16] Kasbarian V. (2014) *Des entreprises sociales qui peuvent éradiquer la pauvreté,* 2014, disponible sur https://stateofthecampaign.org/2014/06/23/des-entreprises-sociales-qui-peuvent-eradiquer-la-pauvrete/, consulté le 15 Septembre 2017.

[17] Kengue M. P. (2012) La microfinance en Tunisie et en Egypte: un outil au service du développement local. Sociology. Thèse de doctorat, Université Rennes 2, 421p.

[18] KOFIP (2012) *Les Mutuelles de Solidarité en Haïti: Récit d'un succès,* 6 pages, disponible sur http://www.solinos.ch/Organisationen/hand_in_hand/rundbrief1202-fr.pdf, consulté le 12 Décembre 2017.

[19] Kudinga, B., (2018), « La microfinance, un secteur d'avenir en RDC », in *Le Potentiel,* en ligne sur http://www.congoforum.be/fr/nieuwsdetail.asp?subitem=1&newsid=16911&Actualiteit=selected consulté le 12 Novembre 2018.

[20] Lapenu C. et Reboul C. (2006) *Comité d'Echanges, de Réflexion et d'information sur le système d'Epargne-Crédit, SPI3* – document de travail n°2, Université de Paris 1, 23 pages.

[21] Lelart, M. (2006) *De la finance informelle à la microfinance*. AUF et Editions des Archives Contemporaines, 61 pages, Halshs-00009833.

[22] Lelart, M. (2002/3) « L'évolution de la finance informelle et ses conséquences sur l'évolution des systèmes financiers«, *Mondes en développement,* (no 119), p. 9-20.DOI 10.3917/med.119.0009.

[23] Maystadt J-F. (2004/2) « Microfinance au Nord: Un effet de mode importé du Sud ?«, *Mondes en développement* 2004/2 (no 126), p. 69-82. DOI 10.3917/med.126.0075.

[24] Morvant-Roux, S., Guérin, I., Roesch M., Servet, J-M. (2010/3), « Politiques d'inclusion financière, microfinance et financement de l'agriculture. Les cas de l'Inde et du Mexique«, in *Mondes en développement,* (n° 151), p. 9-24.DOI 10.3917/med.151.0009.

[25] Nganda A. J-P. (2011) Dynamique associative et réduction de la pauvreté rurale: une étude comparative de villages inégalement couverts par des Organisations Non Gouvernementales dans la province du Bandundu et dans l'hinterland de Kinshasa; Thèse de doctorat, Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 182p.

[26] Ngoy I. N. J. (2015) Financement décentralisé en milieu post-conflit: défis socioéconomiques et recherche d'antidotes stratégiques, cas de la microfinance, thèse de doctorat, Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Université de Kisangani, 310p.

[27] PNUD (2016) Le PNUD appuie la mise en œuvre de l'objectif de développement durable, Réduction de la pauvreté, rapport, 16p.

[28] PNUD (2014). O*bjectifs du Millénaire pour le Développement,* éliminer la pauvreté, rapport, New York, 59p.

[29] Rossier F. et Taillefer B. (2005) Guide de la Mutuelle de Solidarité, des communautés de base s'organisent autour de finance et solidarité, Edition Karthala, Paris, 118p.

[30] Sagna M.R. (2015) Impact de la microfinance sur l'empowerment des femmes et la lutte contre la pauvreté dans la région de Ziguinchor, Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Canada, 254p.

[31] Sen A. (2012) *Repenser l'inégalité,* Edition du Seuil, Paris, 318p.

[32] Servet J-M. (2009) « Responsabilité sociale versus performances sociales en microfinance », *Revue Tiers Monde,* Armand Colin, N° 197, p. 55-70.

[33] Smahi S.; Maliki S. et Arif, S.E. (2012) « Microfinance et pauvreté subjective en Algérie: Essai d'analyse«, *La Revue des Sciences de Gestion, Direction et Gestion,* n° 255-256 – Finance, pp. 133-142.

[34] Smahi A. (2010) *Microfinance et Pauvreté: Quantification de la Relation sur la population de Tlemcen,* Thèse de doctorat en sciences économiques, Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen, Algerie, 323p.
[35] Taillefer B. (2001) *Manuel la Mutuelle de Solidarité,* 45p, disponible en ligne sur http://www.sidi.fr.
[36] Tran V. (2010) Un développement structurel en Haïti par le biais de produits financiers éthiques et solidaires. Mémoire de recherche, Haïti, 147p.
[37] Yunus M. et Jolis A. (2007) V*ers un monde sans pauvreté,* le banquier des pauvres, Editions Jean-Claude Lattès, 411p.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 770-777
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Application web pour l'évaluation des enseignements et enseignants par les étudiants dans un établissement supérieur et universitaire

[Web application for the evaluation of teaching and teachers by students in a higher and university establishment]

Byaruhanga Bamaraki Moïse

Informatique et Gestion de Base de données, Institut Supérieur des Techniques Médicales, Bunia, Ituri, RD Congo

Copyright © 2023 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 article deals with the design and implementation of a new web application for the evaluation of lessons and teachers by students. This application is accessible from a smartphone or any other computer device to allow the student to evaluate. The latter has access to the application once registered, hence his number and first name gives him access. Finally, the application produces a summary evaluation report for a teacher per course and annually for all the courses given by a teacher according to the criteria defined in the Vadmecum for managers of a higher education and university establishment. It is designed in client-server architecture with PHP programming language which is mainly used to produce dynamic web pages through a HTTP-server, but can also function as any interpreted language locally with a database that runs on the MySql server allowing the exploitation and manipulation of stored data. The man-machine interface offers the user a user-friendly form containing clear and explicit criteria and validation button and also a button allowing the student to check all his courses already evaluated.

KEYWORDS: Web application, UML, IP, MySql, PHP, Wi-Fi.

RESUME: Cet article porte sur la conception et l'implémentation d'une nouvelle application web pour l'évaluation des enseignements et des enseignants par les étudiants. Cette application est accessible à partir d'un smartphone ou n'importe quel autre appareil informatique pour permettre à l'étudiant d'évaluer. Ce dernier a accès à l'application une fois inscrit, d'où son matricule et son prénom lui donne l'accès. L'application produit enfin un bulletin synthétique d'évaluation d'un enseignant par cours et annuel de tous les cours donnés d'un enseignant selon les critères définis dans le Vadmecum de gestionnaire d'un établissement d'enseignement supérieur et universitaire. Elle conçue dans l'architecture client-serveur avec le langage de programmation PHP qui est principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale avec une base de données qui tourne sur le serveur MySql permettant l'exploitation et la manipulation des données stockées. L'interface homme-machine proposée à l'utilisateur un formulaire conviviale contenant des critères claires et explicites et de bouton de validation et aussi un bouton permettant à l'étudiant de vérifier tous ses cours déjà évalués.

MOTS-CLEFS: Application web, UML, IP, MySql, PHP, Wi-Fi.

1 INTRODUCTION

Les applications web ont révolutionné internet quand on était encore à l'époque du web statique. Dans les entreprises, la révolution continue grâce aux applications web dites métier. Ces applications web métier sont le nouveau souffle des entreprises performantes et innovantes. Pour récupérer encore plus vite de la crise et faire face au nouveau challenge concurrentiel d'aujourd'hui, les entreprises se doivent de repenser leur organisation et travailler de façon encore plus efficace. Les application web métier répondent exactement à ces défis [1].

Le système d'enseignement supérieur et universitaire de la République démocratique du Congo a connu un profond changement exceptionnel avec l'arrimage au système LMD. Ce système étant international avec l'objectif d'uniformiser les cycles et d'organiser la reconnaissance des diplômes entre les pays et comme principe l'apprenant choisit lui-même son parcours de formation et l'accomplit à son rythme, il est soumis à une pédagogie dans laquelle il construit lui-même son savoir. Le professeur prend une autre dimension en passant du magister tout puissant, détenteur unique de la science, au guide.

Corresponding Author: Byaruhanga Bamaraki Moïse

L'apprenant étant alors au centre de sa formation, doit avoir une part de décision sur la qualité de la formation qu'il reçoit, et par conséquent, la notion d'évaluation des enseignements et des enseignants par les étudiants est capitale.

Cet article porte sur une application web pour l'évaluation des enseignements et des enseignants par les étudiants à partir de leur propre téléphone. Les points sont organisés de la manière suivante dans cet article: le point 1, Introduction, le point 2, ce sont les outils et méthodes utilisés, le point 3, le résultat obtenu et enfin le dernier point 4, la conclusion.

2 OUTILS ET METHODES

2.1 LE LANGAGE UML

Le Langage de Modélisation Unifié, de l'anglais *Unified Modeling Language* (UML), est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes conçu comme une méthode normalisée de visualisation dans les domaines du développement logiciel et en conception orientée objet [2].

Ainsi, dans le but de modéliser notre application, nous avons utilisé trois diagrammes UML: le diagramme de cas d'utilisation, le diagramme de séquence et le diagramme de classes.

2.1.1 LE DIAGRAMME DE CAS D'UTILISATION

Les diagrammes de cas d'utilisation (DCU) sont des diagrammes UML utilisés pour une représentation du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés. En effet, un cas d'utilisation (*use cases*) représente une unité discrète d'interaction entre un utilisateur (humain ou machine) et un système. Ainsi, dans un diagramme de cas d'utilisation, les utilisateurs sont appelés acteurs (actors), et ils apparaissent dans les cas d'utilisation. [3] Dans notre application, les utilisateurs sont des étudiants bien inscrit et dont leurs matricules sont encore actifs. Elle propose deux activités: l'authentification de l'étudiant (utilisateur) et l'évaluation proprement dite. La figure 1 représente le diagramme de cas d'utilisation relatif à notre application

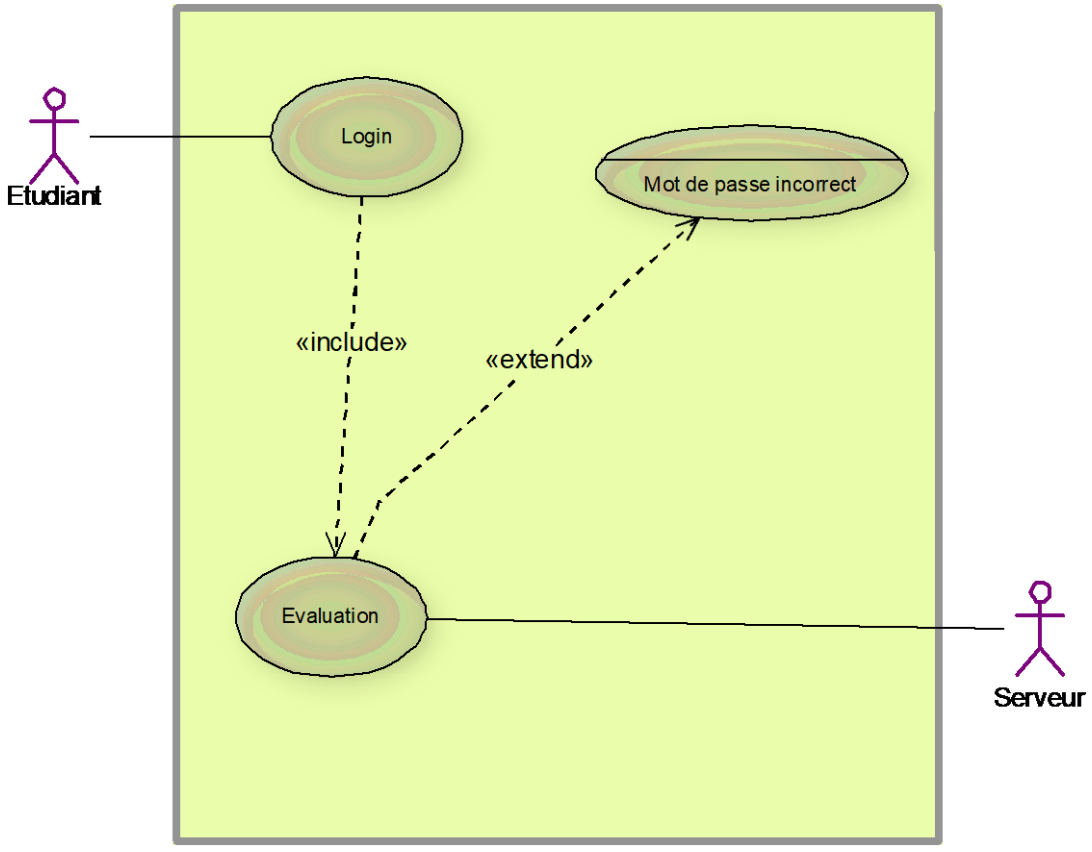


Fig. 1. Diagramme de classe de l'application

2.1.2 LE DIAGRAMME DE SEQUENCE

Le diagramme de séquence permet de montrer les interactions d'objets dans le cadre d'un scénario d'un diagramme des cas d'utilisation. Dans un souci de simplification, on représente l'acteur principal à gauche du diagramme, et les acteurs secondaires éventuels à droite du système. Le but est de décrire comment se déroulent les interactions entre les acteurs ou objets. [4] La figure 2 représente le diagramme de séquence pour notre application.

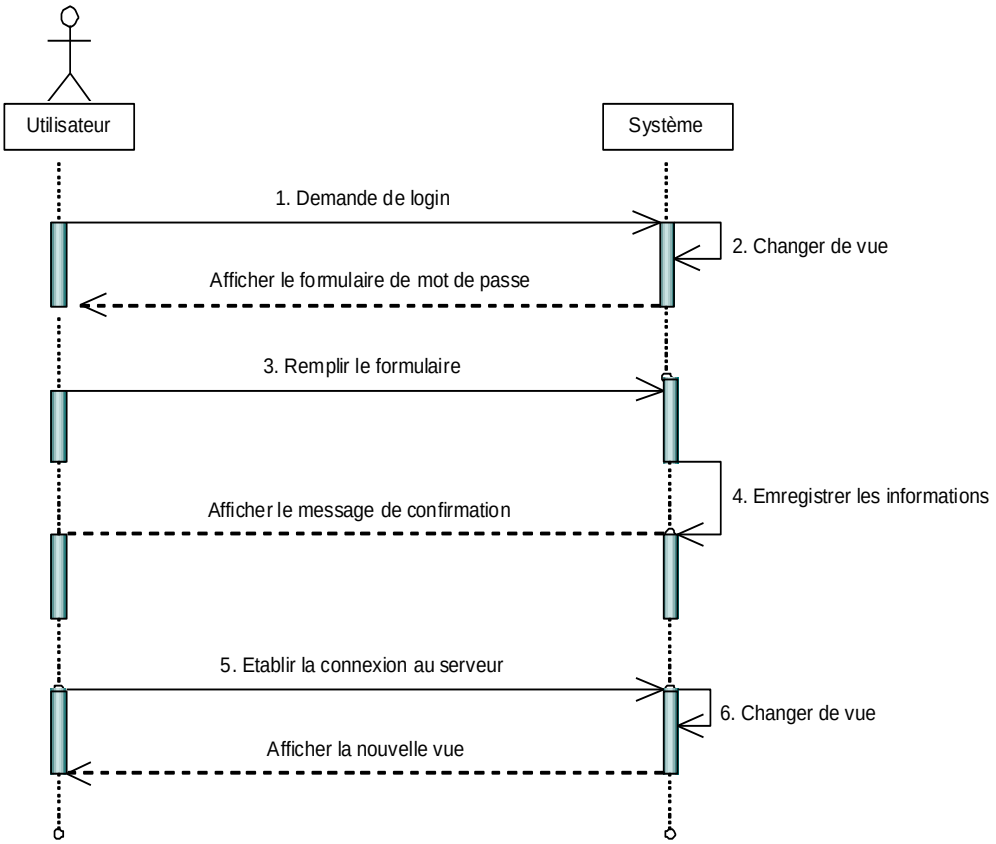


Fig. 2. Diagramme de séquence pour la connexion a l'application

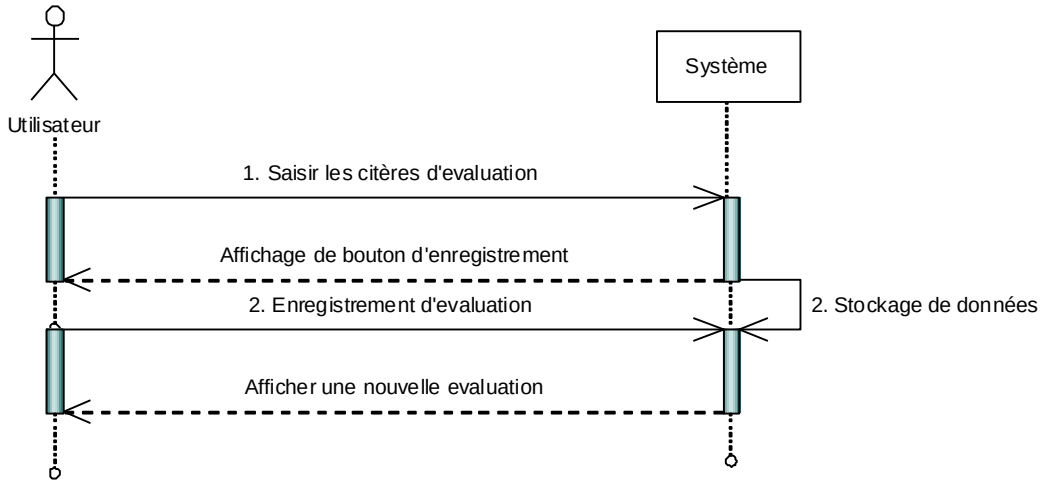


Fig. 3. Diagramme de séquence pour l'évaluation des enseignants et des enseignements

2.1.3 LE DIAGRAMME DE CLASSE

Le diagramme de classes est un schéma utilisé en génie logiciel pour présenter les classes et les interfaces des systèmes ainsi que leurs relations. Ce diagramme fait partie de la partie statique d'UML, ne s'intéressant pas aux aspects temporels et dynamiques [5].

Une classe décrit les responsabilités, le comportement et le type d'un ensemble d'objets. Les éléments de cet ensemble sont les instances de la classe.

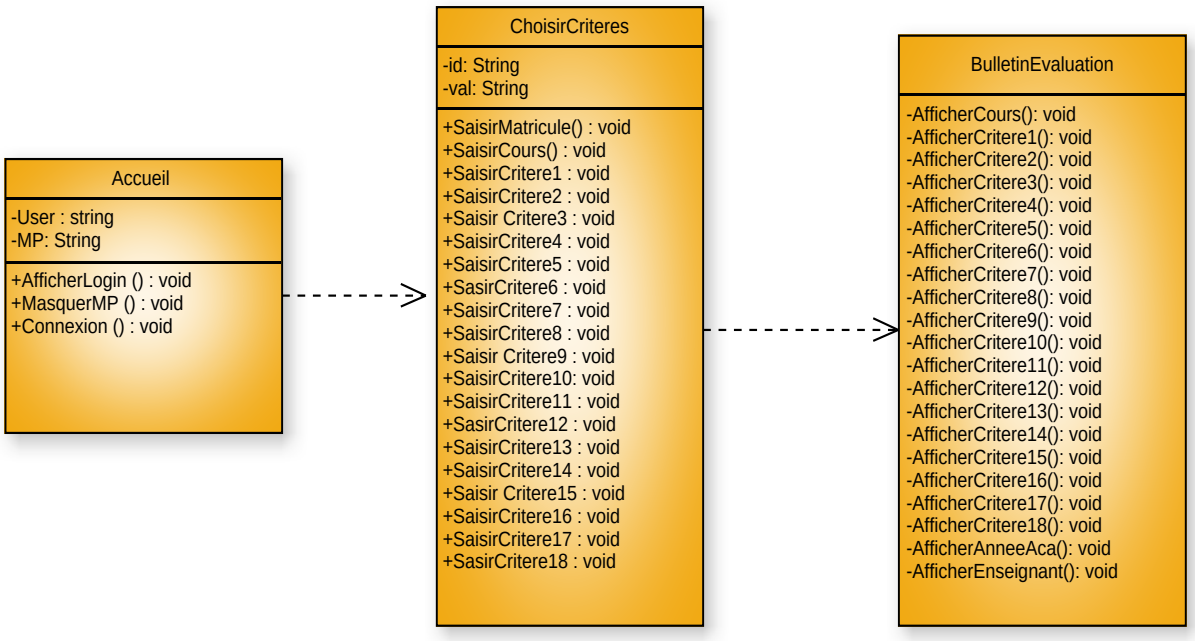


Fig. 4. Diagramme de classe de l'application

2.2 LES MATERIELS ET LA TECHNOLOGIE UTILISES

L'application fonctionne dans l'environnement client-serveur c'est-à-dire un mode de transaction par réseau entre plusieurs programmes ou processus, comme dans notre cas, l'application et l'utilisateur: l'un, qualifié de client, envoie des requêtes; l'autre, qualifié de serveur, attend les requêtes des clients et y répond. Le serveur offre ici un service au client (utilisateur). Le Wi-Fi étant un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11) et permet de relier par ondes radio plusieurs appareils informatiques (ordinateur, smartphone, etc.) au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux, [6] permet à l'utilisateur de se connecter par son téléphone au serveur par son adresse IP (*Internet Protocol*) qui est un numéro d'identification qui est attribué de façon permanente ou provisoire à chaque périphérique relié à un réseau informatique qui utilise l'Internet Protocol. L'adresse IP est à l'origine du système d'acheminement (le routage) des paquets de données sur Internet qui le dirige automatiquement à l'interface d'authentification. Celle-ci identifie les utilisateurs qui ont accès à l'application. C'est la première étape dans le processus de connexion. Elle se produit avant que l'on soit autorisé à accéder aux ressources de l'application.

Les matériels et technologie utilises pour la conception et le déploiement de cette application sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

N	Eléments	Description
1	MySQL	MySQL est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle, PostgreSQL et Microsoft SQL Server. [7]
2	Php	*PHP: Hypertext Preprocessor,* plus connu sous son sigle *PHP,* est un langage de programmation libre, principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale. PHP est un langage impératif orienté objet. PHP a permis de créer un grand nombre de sites web célèbres, comme Facebook et Wikipédia. Il est considéré comme une des bases de la création de sites web dits dynamiques mais également des applications web [8].

3	Sublime Text	Sublime Text est un éditeur de texte générique codé en C++ et Python, disponible sur Windows, Mac et Linux. Le logiciel a été conçu tout d'abord comme une extension pour Vim, riche en fonctionnalités. Depuis la version 2.0, sortie le 26 juin 2012, l'éditeur prend en charge 44 langages de programmation majeurs, tandis que des plugins sont souvent disponibles pour les langages plus rares. [9]
4	Routeur	Un routeur est un équipement réseau informatique assurant le routage des paquets. Son rôle est de faire transiter des paquets d'une interface réseau vers une autre, au mieux, selon un ensemble de règles. [10]

3 RESULTAT ET DISCUSSION

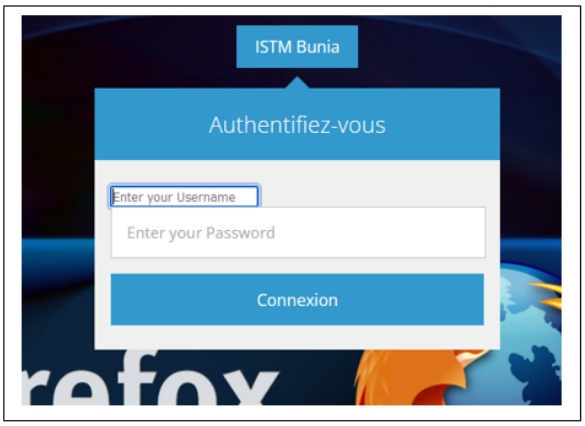
Notre application comprend deux interfaces du côté étudiant et quatre interface du côté administrateur. Ces interfaces sont représentées en image ci-dessous.

3.1 INTERFACE DU CÔTÉ ÉTUDIANT

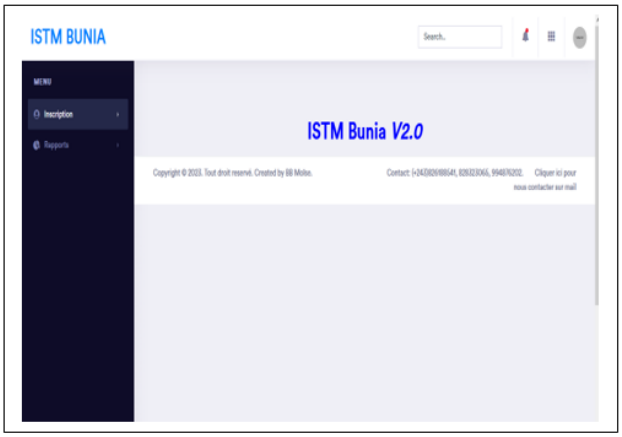


Fig. 5. (a) Formulaire d'authentification, (b) Formulaire d'évaluation, (c) Suite de formulaire d'évaluation avec les différents critères.

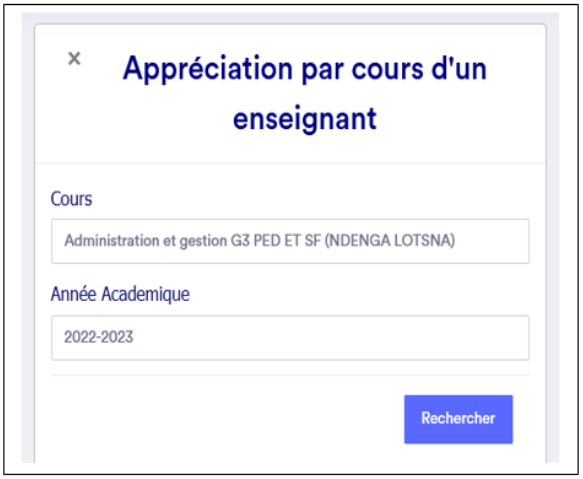
3.2 INTERFACE DU CÔTÉ ADMINISTRATEUR



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET UNIVERSITAIRE
INSTITUT SUPERIEUR DES TECHNIQUES MEDICALES DE BUNIA
(ISTM/BUNIA)

istmbunia2015@gmail.com
www.istmbunia.com

CODE DE COURS **129617** EFFECTIF: **12/80**

ENSEIGNANT: **LONZIMA DZ'THO** GRADE: **Chef des Travaux**

BULLETIN D'APPRECIATION DE L'ENSEIGNANT PAR LES ETUDIANTS

Année académique : 2022-2023

Cher(e) enseignant(e),
Par la présente,
j'ai l'honneur de vous informer que les étudiants de l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bunia vous ont attribué les cotes synthétiques ci-dessous pour vos activités didactiques, pédagogiques, scientifiques et pour votre comportement humain au cours de l'enseignement de Education en SSR (Communication) et Planification familiale/PFBC en L1 SF.

N	CRITERES	MENTION
01	Ponctualité	C
02	Respect de la charge horaire	C
03	Distribution du contenu minimum et les objectifs du cours	C
04	Contenu du cours et les objectifs institutionnels	C
05	Maitrise et Communication de la matière	B
06	Lien entre le cours et les travaux pratiques	C
07	Communication de la bibliographie du cours	C
08	Contenu du cours en rapport avec la profession	C
09	Utilisation des TIC	C
10	Sens pédagogique et méthodologique	C
11	Organisation des interrogations	D
12	Correction d'interrogations pendant le cours	E
13	Syllabus pour le cours	B
14	Maitrise de l'auditoire	B
15	Sens de responsabilité	B
16	Relations avec les collègues	B
17	Relations avec les étudiants	B
18	Disponibilité aux contacts	C
	Moyenne Globale	**C**

LE SECRETAIRE GENERAL ACADEMIQUE

DRAFERO AGIDIRO Brigitte
Chef de Travaux

Fait à Bunia, le 2023-02-17

(f)

Fig. 6. (a) formulaire d'authentification, (b) page d'accueil du côté administrateur, (c) Formulaire d'appréciation par cours d'un enseignant, (d) formulaire d'appréciation annuelle d'un enseignant, (e) formulaire de relevé des appréciations des étudiants, (f) bulletin d'appréciation de l'enseignant par les étudiants.

4 CONCLUSION

Cet article est la concrétisation d'une évaluation objective et impartiale des enseignements et des enseignants par les étudiants dans une établissement supérieur et universitaire par une application web fonctionnant sur un réseau local, accessible par le téléphone Android ou par n'importe quel appareil informatique. Il s'agit donc d'un nouveau système efficace, essentiellement basé sur l'amélioration de la qualité de l'enseignement à l'Institut Supérieur et Universitaire. Dans ce système les données centralisées sur un serveur local, reparti au service approprié,

l'évaluation uniquement à la fin du cours et la synchronisation faite à l'heure, suivi d'une production de bulletin d'évaluation, ceci grâce à des algorithmes et de boucles répondants à des logiques bien précises.

REFERENCES

[1] https://www.synbioz.com/blog/tech/applications-web-metier-ou-la-revolution-web-dans-l-entreprise.
[2] https://fr.wikipedia.org/wiki/UML_(informatique).
[3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_cas_d%27utilisation.
[4] https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_s%C3%A9quence.
[5] https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_classes.
[6] https://fr.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi.
[7] https://fr.wikipedia.org/wiki/MySQL.
[8] https://fr.wikipedia.org/wiki/PHP.
[9] https://fr.wikipedia.org/wiki/Sublime_Text.
[10] https://www.cloudflare.com/fr-fr/learning/network-layer/what-is-a-router/.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 778-791
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Simulation du fonctionnement du réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP) des localités de Bébouo-Sibouo, Zaliouhan et Krébléguhé dans la Sous-Préfecture de Gadouan (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) à l'aide du logiciel Epanet

[Simulation of the performance of the Potable Water Supply (PWS) network in the localities of Bébouo-Sibouo, Zaliouhan and Krébléguhé in the Gadouan Sub-Prefecture (Central-Western Côte d'Ivoire) using Epanet]

Arthur Brice KONAN-WAIDHET, Affoué Berthe YAO, Gla Blaise OUEDE, Tanoh Jean-Jacques KOUA, and Brou DIBI

Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement, Département des Sciences de la Terre, Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 drinking water needs of the populations of the localities of Bébouo-sibouo, Zaliouhan and Krébleguhé are increasingly accentuated and constitute one of the major problems in this area of west-central Côte d'Ivoire. The aim of this work is to strengthen the drinking water supply system in order to meet the needs of the population. To solve this problem, the methodology was based on simulating the operation of existing and complementary networks using Epanet software. The results show that the population's needs in 2019 are estimated at 400,032 m^3/d and 685,406 m^3/d in 2031. The pipes selected after sizing are all in PVC with nominal diameters of 10 bar, and comprise a PVC DN 200 mm for delivery, a PVC DN 90 mm for supply pipes (main pipe) and another PVC DN 53 mm for distribution. Simulation of the network shows that there is a malfunction in the existing system, which can be explained by the low or even zero pressures recorded only after 1 h of distribution throughout the existing network. Even if pressure results are good on the complementary network, low flow velocities are recorded on the whole network. As a result, further boreholes need to be drilled to boost production. This model will therefore be retained and used to support the implementation of this water supply project.

KEYWORDS: Network sizing, water supply, Epanet, hydraulic simulation, Côte d'Ivoire.

RESUME: Les besoins en eau potable des populations des localités de Bébouo-sibouo, Zaliouhan et Krébleguhé sont de plus en plus accentués et constitue l'un des problèmes majeurs dans cette zone du Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Ce travail a pour objectif de renforcer le système d'approvisionnement en eau potable afin de répondre aux besoins des populations. Pour résoudre ce problème, la méthodologie a s'est appuyée sur la simulation du fonctionnement des réseaux existant et complémentaire à l'aide du logiciel Epanet. Les résultats révèlent que les besoins de la population en 2019 sont estimés à 400,032 m^3/j et 685,406 m^3/j en 2031. Aussi, les conduites retenues après dimensionnement sont toutes en PVC de diamètres nominales 10 bars et composées d'un PVC DN 200 mm pour le refoulement, un PVC DN 90 mm pour les conduites d'amenés (conduite principale) et d'un autre PVC DN 53 mm pour la distribution. La simulation du réseau montre qu'il y'a un dysfonctionnement du système existant qui s'explique par les pressions faibles, voire nulles enregistrées seulement après 1 h de distribution sur tout l'ensemble du réseau existant. Même si les résultats de pressions sont bons sur le réseau complémentaire, on enregistre sur l'ensemble du réseau des faibles vitesses d'écoulement. Ainsi, d'autres forages doivent être réalisés pour renforcer la production. Ce modèle sera donc retenu et servira de support pour la réalisation de ce projet d'AEP.

MOTS-CLEFS: Dimensionnement de réseau, AEP, Epanet, simulation hydraulique, Côte d'Ivoire.

Corresponding Author: Arthur Brice KONAN-WAIDHET

1 INTRODUCTION

L'accès à l'eau douce, en qualité et quantité en suffisantes, est essentiel pour tous les aspects de la vie et pour le développement durable. Le droit fondamental à l'eau et à l'assainissement est largement reconnu par les États du monde [1]. Cependant, bien que renouvelable, cette ressource devient de plus en plus rare et menacée par les activités anthropiques et les changements climatiques. Selon [2], la raréfaction de l'eau affecte plus de 40% de la population mondiale, une proportion inquiétante qui risque de s'aggraver en raison de la consommation toujours croissante de l'eau et les changements climatiques. Ainsi, l'épuisement des ressources en eau potable est un problème touchant tous les continents. En Côte d'Ivoire, la production et la distribution de l'eau potable sont assurées par la Société de Distribution de l'Eau de la Côte d'Ivoire (SODECI) à travers deux principales sources: les eaux de surface et les eaux souterraines. L'apport de cette ressource aux populations nécessite la réalisation d'infrastructures hydrauliques telles que les réseaux d'alimentation en eau potable [3]. Selon [4], la gestion technique de tels réseaux a pour principal objectif de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de la qualité, à un prix acceptable et avec une continuité de service sans défaut. De tels objectifs exigent une connaissance précise du réseau, des infrastructures, de son fonctionnement hydraulique. Ces exigences nécessitent de bien dimensionner le réseau mais également de le maintenir dans un état satisfaisant. Aussi, la maitrise en quantité et en qualité, de l'alimentation en eau potable (AEP), impose des investigations précises dans le système de distribution pour prétendre à une gestion performante en termes de technicité, d'administration et de planification [5]. Or, les exploitants des réseaux d'AEP se trouvent généralement confrontés à la difficulté de connaitre avec précision leur réseau compte tenu de la diversité (généralement de multiples tranches de travaux réalisées selon des techniques différentes et sur plusieurs années) de son étendue et des difficultés d'accès [4]. Ainsi, l'un des objectifs du millénaire pour le développement visé par les pays en développement en général et en particulier la Côte d'Ivoire, est la réduction du nombre de populations n'ayant pas accès à l'eau potable. Pourtant l'atteinte de ces objectifs est confrontée à plusieurs problèmes dont l'efficacité des infrastructures hydrauliques à faire face à la demande en eau croissante de la population. C'est le cas du réseau d'alimentation des localités de Bebouo-Sibouo, Zalihouan et Kréblégué dans la sous-préfecture de Gadouan. Depuis l'an 2000, les populations de Bébouo-Sibouo, Zaliouhan et Krébleguhé s'alimentent grâce à un système d'Hydraulique humaine, cependant la quantité de l'eau fournie reste insatisfaisante. Ainsi, cette population se trouve contrainte à s'alimenter par les eaux de puits et marigots pouvant provoquer des maladies hydriques. Face à ce constat, d'importants investissements doivent être déployés, beaucoup d'innovations doivent être réalisées, et de nouveaux outils plus performants doivent être utilisés. Ainsi, des travaux réalisés par certains auteurs cités dans [4] et [5], ont montré que la complexité de la gestion classique des réseaux d'eau potable et la difficulté éprouvée par les gestionnaires de prévoir les phénomènes hydrauliques et de qualité de l'eau qui s'y déroulent, ont fait de la gestion informatisée une opération indispensable, rendue possible grâce aux progrès de l'informatique. C'est dans ce conteste que cette étude s'appuie sur des nouveaux outils tels que les logiciels des systèmes d'informations géographiques, et de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans des réseaux sous pressions. Dans le but d'améliorer la qualité du service rendue aux populations des sous-préfecture de Gadouan, un travail de collecte et de rassemblement des informations liées à la localisation géographique du réseau d'AEP sur un même support informatique, devient alors nécessaire. C'est dans ce contexte que s'inscrive le travail qui a pour objectif de renforcer le système d'approvisionnement en eau potable afin de répondre aux besoins des populations.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est constitué des localités de Bébouo-sibouo, Zaliouhan et Krébleguhé appartenant à la Sous-Préfecture de Gadouan et se situe dans le département de Daloa qui est le Chef-lieu de région du Haut-Sassandra (Figure 1). La zone d'étude est comprise entre les longitudes 6°15' et 6°41' W et les latitudes 6°71' et 6°89' N avec une population estimée à 57 470 habitants [6]. La sous-préfecture de Gadouan est sous l'influence du climat équatorial de transition atténué (climat baouléen) qui est caractérisé par deux saisons: une saison des pluies de mars à novembre avec une diminution des précipitations en juillet-août et une saison sèche très marquée de décembre à février comportant quelques précipitations isolées [7]. La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée sur la période 1990-2015 vaut 1 238,2 mm. La tendance des températures moyennes mensuelles varie globalement entre 24 °C et 28 °C, soit une amplitude thermique de 4 °C [8]. Les formations géologiques du département de Daloa (Figure 3), appartiennent principalement au socle précambrien (précambrien moyen) et se regroupent en deux grandes entités que sont les roches magmatiques et les roches métamorphiques ([9], [10]). Le sous-sol de la zone d'étude est constitué de deux types d'aquifères: les aquifères d'altérites et de fissures fonctionnant comme un aquifère composite. Les aquifères d'altérites constituent des réservoirs fortement capacitifs [11]. Ils reçoivent en premier les eaux météorites et les réserves sont captées par les puits paysans [12]. Leur réserve varie quantitativement avec l'épaisseur d'altération, la porosité, la capacité d'emmagasinement et l'intensité de l'infiltration.

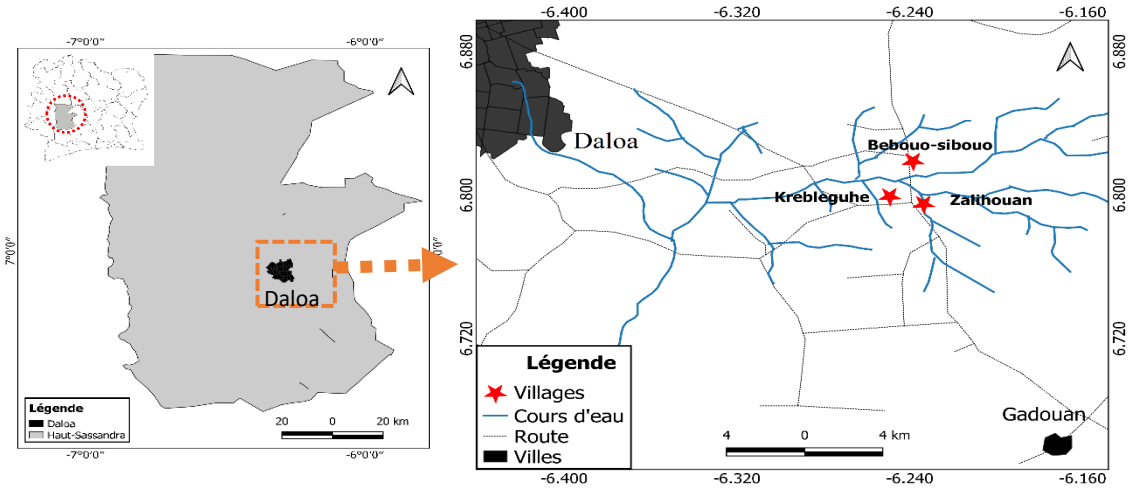


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

2.2 MATERIEL

Le matériel est constitué de données et de logiciels.

Plusieurs données ont été utilisées à savoir: les données cartographiques, les cotes topographiques et les données sur la population. En effet, la carte de la sous-préfecture de Gadouan au 1/10000 a été utilisée pour servir de guide sur le terrain ainsi que la carte du plan des localités réalisée par la Société de Distribution d'Eau en Côte d'Ivoire (SODECI) de Daloa (fichier AutoCad). Les cotes topographiques proviennent d'une étude topographique réalisée sur l'itinéraire des conduites PVC. Ces données sont constituées des caractéristiques du réseau à savoir les cotes topographiques de chaque point de jonction (nœud) du réseau et les longueurs des conduites existantes. Pour ce qui est des données sur la population, elles concernent essentiellement les informations sur les abonnés potentiels, le nombre d'habitants par maison, besoins de la population raccordée, besoins de la population non raccordée, besoins collectifs et la durée de fonctionnement de la pompe par jour. Toutes ces informations sont fournies par la Direction des Etudes et Travaux de la SODECI.

Pour traiter toutes ces données, plusieurs logiciels ont été utilisés; ce sont:

- Le logiciel autocad 2016 pour visualiser les schémas du réseau ayant l'extension DWG;
- Le logiciel Global Mapper pour convertir le fichier DWG en fichier KML/KMZ;
- Le logiciel Google Earth Pro pour visualiser notre zone d'étude et vérifier l'exactitude du géoréférencement en superposant le schéma du réseau à l'image de la zone donnée par Google Earth Pro et faire le renforcement du réseau en traçant d'autres conduites;
- Le logiciel epacad pour convertir le fichier autocad en fichier Epanet sous l'extension INP/NET;
- Le logiciel Epanet pour simuler le réseau hydraulique et étudier le comportement de l'eau dans le réseau.

2.3 METHODES

2.3.1 ESTIMATION DE LA CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE

Une bonne conception de projet commence par l'estimation des différents besoins que l'agglomération peut exiger ([13], [14]). Il est nécessaire de connaitre la population des localités concernées à l'horizon du projet. Dans le cadre de cette étude les systèmes d'AEP seront étudiés jusqu'à l'horizon N+10 ans. La population des différentes localités a été estimée sur la base des données démographiques des études de recensement 2014 de la région, car les données ont été collectés en 2019. Le taux d'accroissement de la région selon le RGPH 2014 est de 2.6%. La population à l'horizon de l'année n peut être évaluée approximativement par l'équation 1 [15].

$$Pn=Po\ (1+Ta)^{n} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Avec:

- **Pn**: population future prise à l'horizon considéré;
- **Po** population de l'année 0 de référence (habitant);

- **Ta**: taux d'accroissement;
- **n:** nombres d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

Nous avons adopté α = 2.6% et **Po** = 14 816 habitants, sur quoi, nous avons estimé la croissance démographique de ces localités jusqu'à l'horizon 2031.

2.3.2 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU DE LA POPULATION

Pour réaliser une étude hydraulique, il est impératif de connaitre les besoins en eau de la population à desservir en tenant compte de la répartition actuelle et future [16]. La demande en eau en 2019 et en 2031 est calculée sur la base des consommations ou des demandes moyennes. Cette présentation permet d'évaluer l'évolution et d'anticiper la mobilisation de nouvelles ressources en eau [17].

- **Débit moyen journalier**

Afin d'estimer la consommation moyenne journalière d'une agglomération, il est nécessaire de calculer les besoins en eau potable des différents secteurs existants et projetés. La demande en eau se détermine suivant la taille de la localité. La population de ces localités à l'horizon 2031 sera comprise entre 10 000 et 50 000 habitants. Les besoins en eau domestique est fixé à 35 L/jour/hab. Ces besoins domestiques sont estimés par la méthode classique (Équation 2).

$$Q_{jmoy} = \frac{Pn \times N}{1000} \quad \text{(Eq. 2)}$$

Avec:

Q_{jmoy}: Débit moyen journalier en m^3/J;
Pn: Nombre d'habitant à l'horizon n;
N: Dotation hydraulique, c'est la consommation moyenne journalière par habitant (l/jour/habitant).

- **Débit moyen horaire**

Le débit moyen horaire se déduit du journalier. Le débit moyen horaire est le rapport du volume distribué par le temps de distribution. Dans notre cas, il s'agit de branchements privés et le temps de distribution a été fixé à 24h [18]. Ce débit s'obtient par l'équation 3.

$$Q_{hmoy} = \frac{Q_{jmoy}}{24} \quad \text{(Eq. 3)}$$

Avec

Q_{hmoy}: Débit moyen horaire en m^3/h

2.3.3 DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Le diagnostic s'est déroulé à travers des visites de terrain afin de faire la reconnaissance du site d'étude. Pendant les visites une enquête à travers des entretiens à été réalisée avec les agents de la SODECI en charges de la gestion du réseau. Aussi des tests ont été effectués afin de comprendre le fonctionnement du système et en vue de déceler les défaillances. Pour vérifier le fonctionnement du réseau existant, la demande de la population en 2019 a été déterminée et comparée au débit de production du forage en service.

2.3.4 DIMENSIONNEMENT DU CHATEAU D'EAU ET DES CONDUITES

Les trois (3) localités seront alimentées par la seule force de la gravité à partir d'un point de raccordement au château d'eau. Aussi, un volume supplémentaire est-t-il prévu à travers la réalisation d'un nouveau forage pour pourvoir aux besoins de ces localités. Ainsi, l'évaluation du volume d'eau à desservir doit tenir compte de la variation de la demande. Afin d'alléger les coûts d'exploitation, le volume d'un château d'eaux en Côte d'Ivoire vaut 20 à 50 % de la consommation journalière de pointe [17]. Pour cette étude, le taux de 20% a été choisi selon le référentiel technique de l'ONEP. Cela permet d'établir l'équation du volume (Équation 4):

$$Vol = \frac{Qpj \times 20}{100} \quad \text{(Eq. 4)}$$

où, **Vol** = le volume du château d'eau et **Qpj** = débit de pointe journalier

Outre le volume, le château d'eau doit assurer une pression minimale au sol en tout point du réseau. Cette hauteur est déterminée en fonction de la côte du terrain naturel [19].

Le réseau de refoulement a besoin d'être redimensionner. Le réseau de refoulement est la partie située entre la pompe et le réservoir. Le forage sera équipé d'une pompe qui va assurer le refoulement jusqu'au château. Le dimensionnement se fait avec le débit de production horaire en mètre cube par heure (m^3/s) à l'horizon de dimensionnement (2031). Les conduites d'adduction (forage-château) sont dimensionnées pour le transport des débits d'exploitation minimal prévisionnels du forage et du château d'eau. La détermination du diamètre intérieur théorique D_{th} est déterminée à partir des équations de Bedjaoui et Bresse et doit respecter les conditions suivantes: Vitesse comprise entre 0,3 m/s et 1,5 m/s; Perte de charge inférieure à 5 mm/m; Flamant est supérieur à la vitesse.

2.3.5 MODELISATION HYDRAULIQUE DU RESEAU D'EAU

Le modèle est basé sur une représentation schématique du réseau sous forme de nœuds et de tronçons. La modélisation hydraulique du système de distribution d'eau Potable a suivi les étapes classiques d'utilisation du logiciel EPANET [19]:

- Conception du réseau du système de distribution d'eau potable qui se définit comme est un ensemble de tuyaux, de nœuds (jonction de tuyaux), de pompes, de vannes, de bâche et de réservoirs;
- Paramétrage des éléments du réseau de distribution d'eau. Pour chaque nœud du réseau, la demande de base (débits nodaux), l'altitude et le nom de la courbe de modulation ont été renseignés. De même que pour chaque conduite du réseau, la longueur et une rugosité estimée à 0,1 pour les conduites en Polychlorure de Vinyle (PVC) ont été intégré dans le modèle. L'altitude du radier (le volume minimal, la courbe du volume et les niveaux initial, minimal, maximal) ont aussi subi des réglages. Les diamètres des canalisations renseignées correspondent aux diamètres intérieurs des sections de diamètres nominaux choisies;
- Exécution de la simulation hydraulique. Nous avons simulé le fonctionnement du réseau afin de caler le modèle le mieux adapté pour l'exécution du projet. Les paramètres à prendre en compte sont les pressions aux différents nœuds et les vitesses d'écoulement dans les tronçons. D'après le contrat qui lie l'Etat à la SODECI, la pression minimale de service doit être supérieure ou égale à 1 bar soit 10 m et la vitesse doit être entre 0,3 m/s et 0,5 m/s dans les conduites de distributions et ne doit pas excéder 1,5 m/s pour le refoulement [18]. La simulation du réseau s'est effectuée à travers un scénario de courte durée. Le scénario court duré permet de voir le comportement du réseau en un instant donné (pendant 24h avec un intervalle de temps de 1h).

3 RESULTATS

3.1 ESTIMATION DES BESOINS DE LA POPULATION

Sachant que la consommation de l'eau varie au cours de la journée selon les habitudes des consommateurs, les besoins à satisfaire des populations se résument aux besoins à l'heure de pointe. De même, une consommation moyenne journalière doit être mobilisé pour couvrir les besoins en eau.

Le Tableau 1 récapitule les besoins domestiques des différentes localités de la zone d'étude avec leurs débits de pointe et journalier jusqu'en 2031:

- **Bébouo-Sibouo.** Pour une population de 4644 habitants en 2019, les besoins domestiques ont été estimés à 125,388 m^3/j avec un besoin journalier horaire de 8,716 m^3/h. En 2031, cette population croit et atteint 6318 hbts soit un taux augmentation de 26,50% par rapport à celle estimé en 2019. Les besoins domestiques pour l'année 2031 sont estimé à 214,812 m^3/j pour un taux d'augmentation de 41,63% par rapport à 2019.
- **Zaliouhan**. Pour une population de 7325 habitants en 2019, les besoins domestiques ont été estimés à 197,775 m^3/j avec un besoin journalier horaire de 13,749 m^3/h. En 2031, cette population croit et atteint 9967 hbts soit un taux augmentation de 26,50% par rapport à celle estimé en 2019. Les besoins domestiques pour l'année 2031 sont estimés à 338,878 m^3/j pour un taux d'augmentation de 41,63% par rapport à 2019.
- **Krébleguhé.** Pour une population de 2847 habitants en 2019, les besoins domestiques ont été estimés à 76,869 m^3/j avec un besoin journalier horaire de 5,343 m^3/h. En 2031, cette population croit et atteint 3874 hbts soit un taux augmentation de 26,50% par rapport à celle estimé en 2019. Les besoins domestiques pour l'année 2031 sont estimés à 131,716 m^3/j pour un taux d'augmentation de 41,63% par rapport à 2019.

Tableau 1. Récapitulatif des besoins domestique, des débits de pointe et journalier

Localité	Bebouo-Sibouo	Zaliouhan	Krébleguhé	Total
Année 2019				
Population	4644	7325	2847	**14 816**
Besoins domestiques (m^3/j)	125, 388	197,775	76,869	**400, 032**
Besoin journalier de pointe (m^3/h)	11, 985	18, 904	7,347	**38, 236**
Besoin journalier horaire (m^3/h)	8, 716	13,749	5,343	**27, 808**
Année 2031				
Population	6318	9967	3874	**20 159**
Besoin domestique (m^3/j)	214, 812	338, 878	131,716	**685, 406**
Besoin journalier de pointe (m^3/h)	20, 533	32, 392	12,590	**65, 515**
Besoin journalier horaire (m^3/h)	14, 933	23, 558	9,156	**47, 647**

Les résultats de déterminations des besoins ont révélé que les besoins varient en fonction des années et de la croissance démographique. Zaliouhan a le nombre de la population le plus élevé en 2019 et 2031 soit 49,44% de la population totale des trois localités. Ce résultat explique la forte demande enregistrée dans cette localité, soit 49,44% des besoins totaux.

3.2 DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

Les localités de Bébouo-sibouo, Zaliouhan et Krébleguhé bénéficient d'un système d'Hydraulique Urbaine (HU) allant du forage réalisé en 2000 à Bébouo-Sibouo jusqu'au château situé à Zaliouhan puis distribué de façon gravitaire sur l'ensemble des localités. Le forage avait une production nominale de 192 m^3/j soit 8 m^3/h. Cependant, aujourd'hui le débit est estimé à 36 m^3/j (Figure 2). La Figure 2-a montre la variation du débit en fonction du temps. Tandis que, le graphe de la Figure 2-b montre que seulement 8% des besoins des populations sont satisfaites par jour.

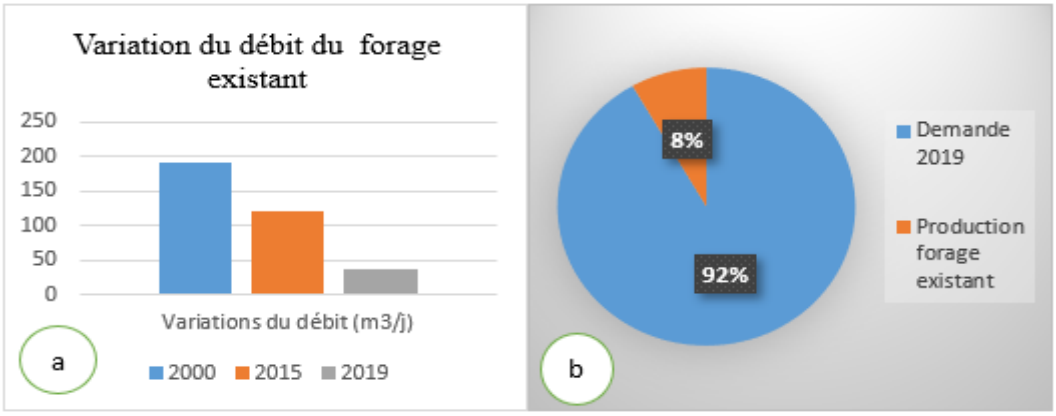


Fig. 2. Rapport entre le débit de production de l'ancien forage et la demande des populations en 2019.

Un nouveau forage a donc été réalisé cette fois-ci en 2019 à Zaliouhan en vue d'y renforcer le château. Le réseau est composé d'une conduite principale PVC DN 110 mm qui part du château pour alimenter Bébouo-sibouo et d'une autre conduite qui quitte château pour Krébleguhé. Une conduite secondaire est posée dans les trois (03) villages. Le réseau secondaire est composé de PVC DN 53 mm d'une longueur totale de 7,1 km soit une pose de 3.33 km à Zalihouan; 2,1 km à Bebouo-Sibouo et 1,67 km à Krébleguhé. La figure 3 montre l'ossature du réseau existant avec l'extension prévue sur ce réseau.

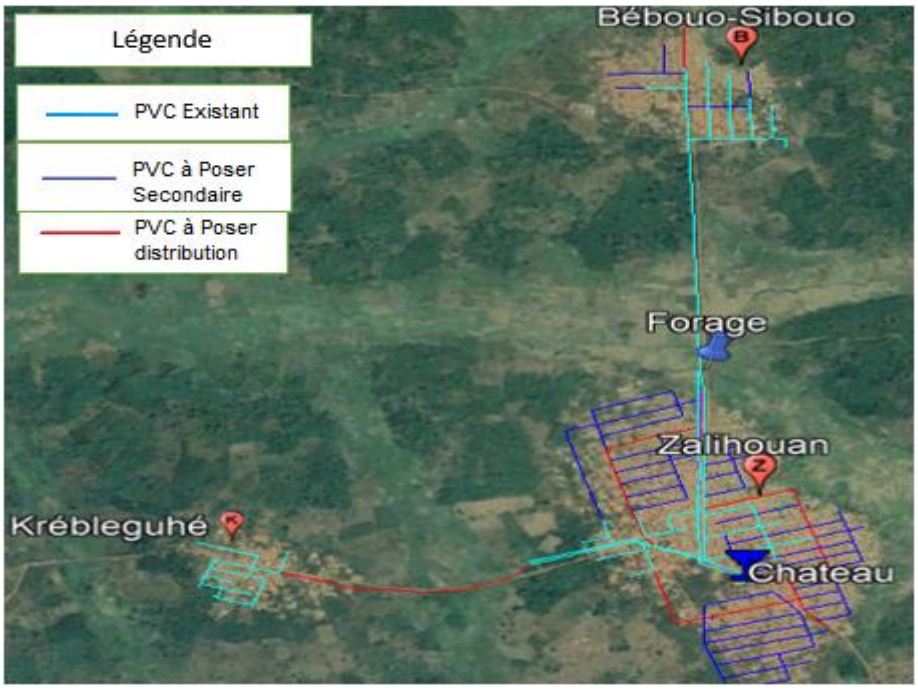


Fig. 3. Ossature du réseau d'AEP

Par ailleurs, le diagnostic a révélé quelques dysfonctionnements sur le réseau. Ainsi, la vanne n'est plus en état de fonctionnement, le regard où se trouve le point d'injection de l'hypochlorite est abimé et exposé au vandalisme.

Les graphes ci-dessous présentent les besoins des populations et le débit produit par le nouveau forage (Figure 4). En effet, le nouveau forage a un débit de production journalière de 103,4 m^3/j contre une demande journalière de la population estimée à 400,032 m^3/j en 2019 et 685,406 m^3/j en 2031. Les graphes indiquent que seulement 21% des demandes seront comblées par jour en 2019 et 13% en 2031.

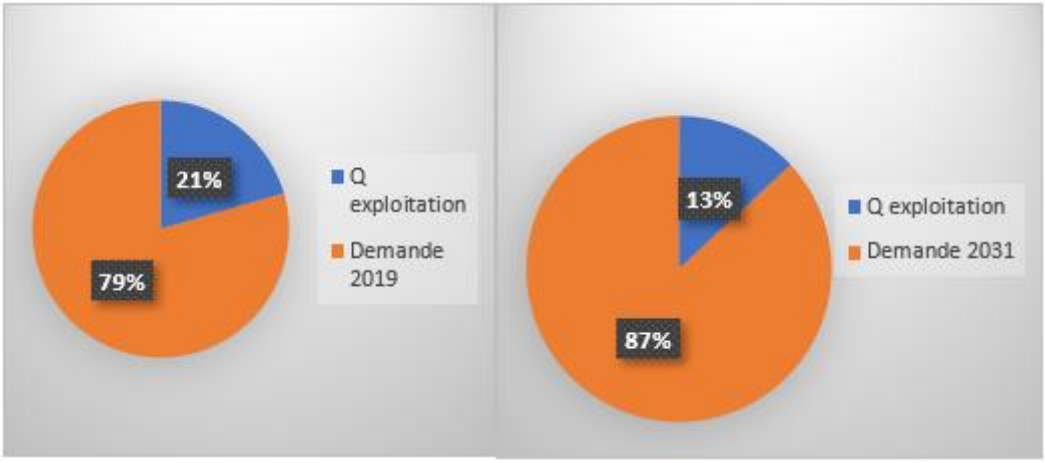


Fig. 4. Rapport de la demande sur la production du nouveau forage

3.3 DIMENSIONNEMENT DU CHATEAU ET DES CONDUITES

Afin d'assurer une desserte en continu de ces localités, le stockage de l'eau se fait à partir d'un château d'eau en béton armé de 50 m^3 suspendu sur une tour de 19,5 m au-dessus du terrain naturel (TN) et est situé à Zalihouan. Le château alimente ces localités par la seule force de la gravité à partir d'un point de raccordement de la SODECI. Le forage sera équipé d'une pompe qui va assurer le refoulement jusqu'au château. Le dimensionnement se fait avec le débit de production horaire en mètre cube par heure (m^3/s) à

l'horizon de dimensionnement (2031). Les conduites d'adduction (forage-château) sont dimensionnées pour le transport des débits d'exploitation minimal prévisionnels du forage et du château d'eau. Les levées topographiques nous ont permis de déterminer la longueur de la conduite de refoulement (2200 m). Les conduites retenues après dimensionnement sont toutes des conduites PVC de diamètres nominales 10 bars et composées d'une conduite PVC DN 200 mm pour le refoulement, une conduite PVC DN 90 mm pour les conduites d'amenés (conduite principale), et une conduite PVC DN 53 mm pour la distribution. De façon générale, les conditions de vitesses, pertes de charges et flamant sont respectées. Le diamètre théorique calculé avec la formule de Bresse est 202,35 mm soit un diamètre commercial de 200 mm. Le diamètre théorique déterminé par Bedjaoui est de 170,32 mm. La conduite retenue pour le refoulement est le PVC DN 200 mm car il n'existe pas de PVC correspondant au diamètre 180 mm.

3.4 SIMULATION HYDRAULIQUE

3.4.1 SIMULATION AVEC LES DONNEES DU RESEAU EXISTANT

➢ **Analyse des pressions aux différents nœuds**

Les Figures 5 et 6 présentent la distribution des pressions en m sur le réseau actuel estimée sous EPANET respectivement pendant une simulation de 01h et 24h. De façon générale les pressions varient de 0 à 40 m.

Pendant une heure de simulation (Figure 5), les pressions enregistrées à Bébouo-Sibouo sont très faibles avec des pressions négatives à quelques endroits. Nous avons enregistré de bonnes pressions allant de 30 m à plus de 40 m dans les ménages de Zalihouan et celles enregistrées à Krébleguhé varisent de 10 m à 20 m.

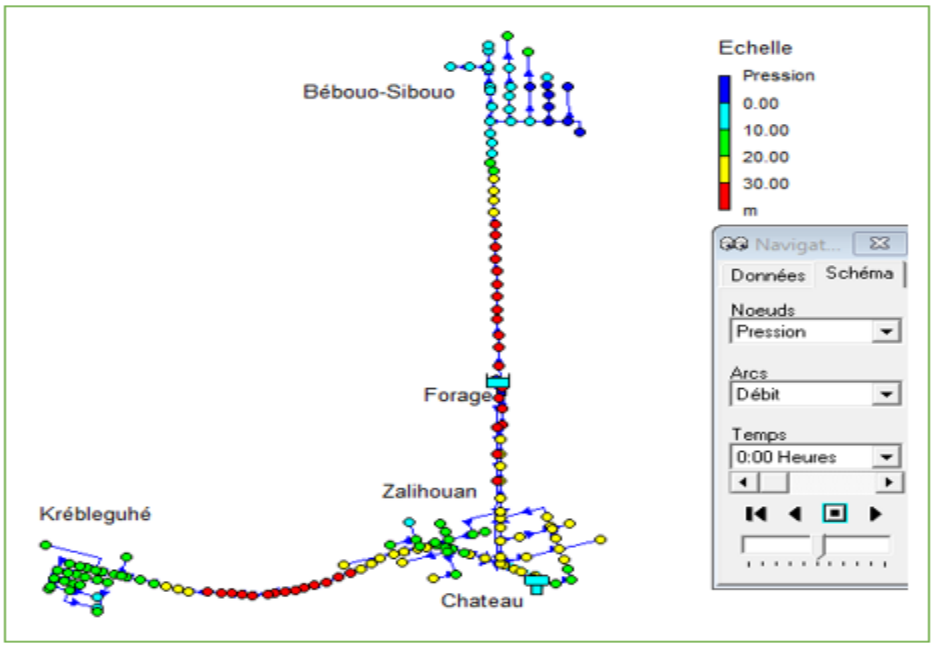


Fig. 5. Variation des pressions aux nœuds pendant 01h de simulation sur le réseau actuel

Pour la simulation pendant 24 h, la Figure 6 montre qu'après seulement 01h de stimulation le système se déconnecte, les pressions dans toutes les trois localités sont négatives (pressions inférieures aux pressions de service). Ces pressions se justifient par le fait que la demande des populations estimé en 2019 est de 400,032 m^3/j. Cette demande est largement supérieure à la production du forage 36 m^3/j. Le château d'eau se vide après 01h de service.

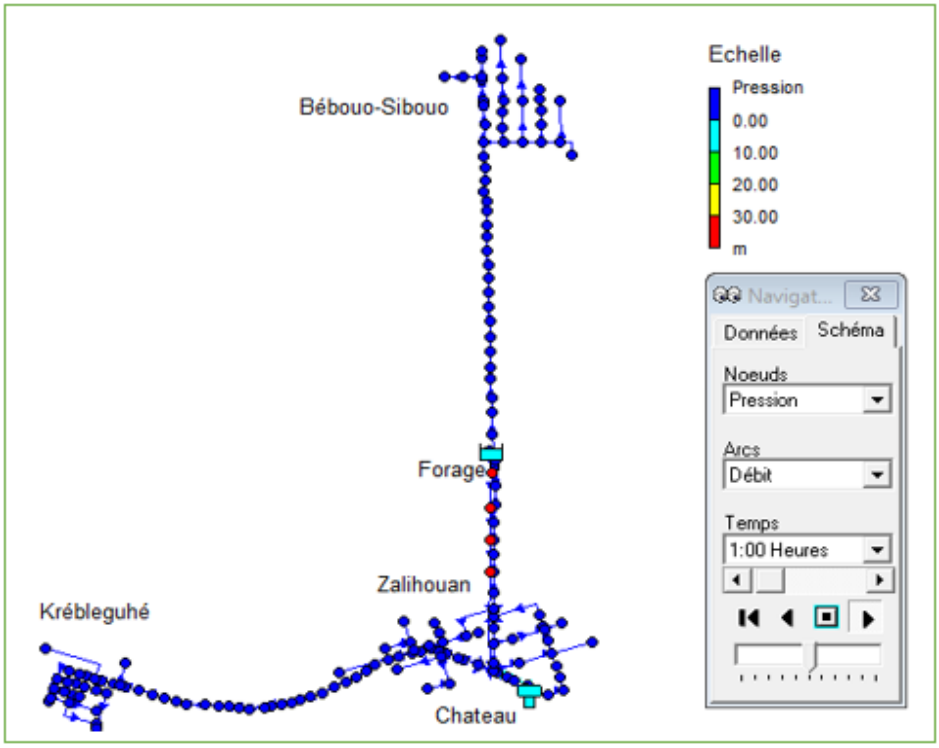


Fig. 6. Variation des pressions aux nœuds pendant 24h de stimulation sur le réseau actuel

➢ **Analyse des vitesses dans les conduites**

La Figure 7 montre la valeur des vitesses dans les conduites de distributions. La quasi-totalité des vitesses dans les conduites est faible et inférieur à 0,3 m/s (flèches rouges). Les vitesses supérieures ou égales à 0,3 m/s sont enregistrées dans les conduites principales de distribution (flèches noires).

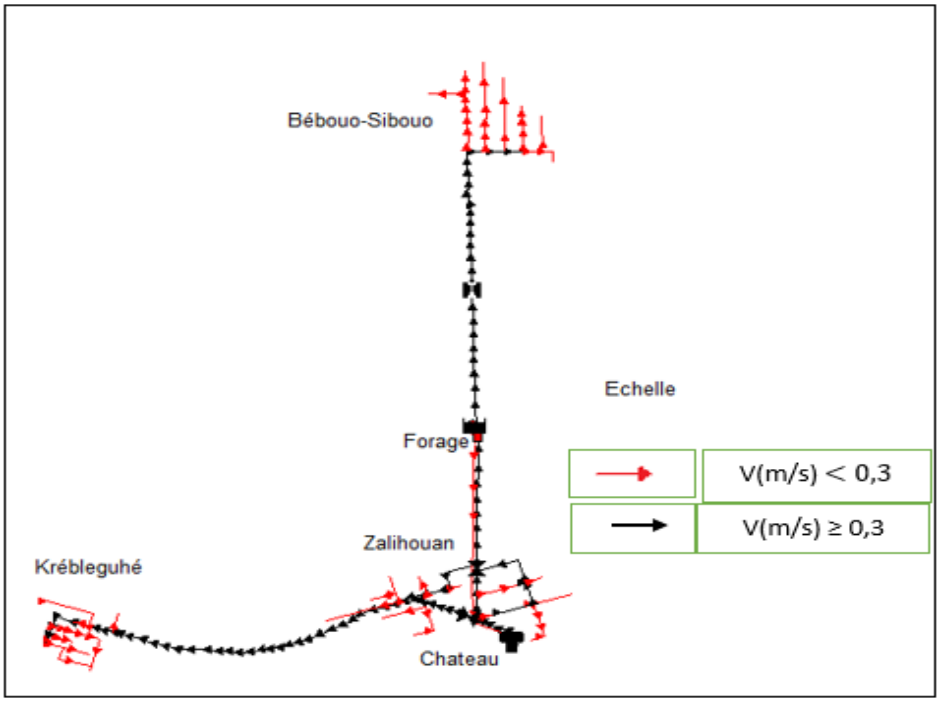


Fig. 7. Distribution des vitesses de l'écoulement sur le réseau actuel

3.4.2 SIMULATION AVEC LES DONNEES DU RESEAU RENFORCE A L'HORIZON 2031

➢ **Vérification des pressions aux nœuds des conduites**

La Figure 8 représente la variation des pressions enregistrées pendant 24h de fonctionnement sur le réseau renforcé. Les pressions sont comprises entre 10 m à 80 m sur tout le réseau.

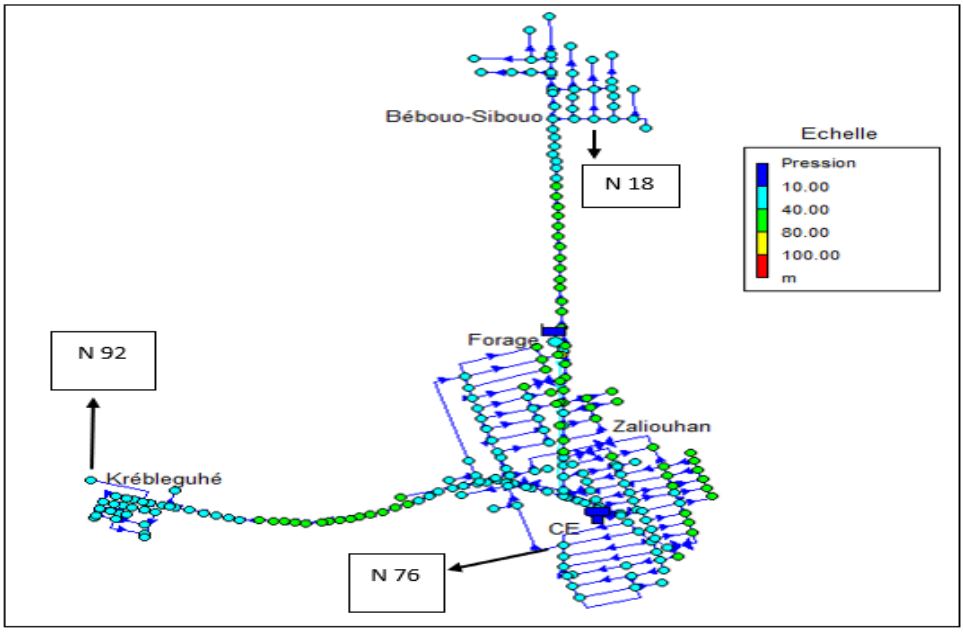


Fig. 8. Variation de pressions dans les nœuds pendant 24h sur le réseau renforcé

➢ **Vérification des pressions aux cotes les plus élevées**

Les nœuds 18, 76 et 92 avec les cotes respectives 247, 65 m pour Bébouo-sibouo, 250,02 m pour Krébleguhé et 254,76 pour Zaliouhan ont été choisi à cause de leurs altitudes élevées (Figure 9).

- Pour le nœud 18, la pression oscille entre 18,48 m et 20.00 m. La pression à ce nœud est atteinte à 23 h;
- Pour le nœud 76, la pression varie entre 22,70 m et 24, 23 m;
- Enfin au nœud 92, entre 00 h et 10h la pression augmente et atteint 24,10 m puis oscille jusqu'à 23 h où elle atteint sa valeur maximale 24,17 m.

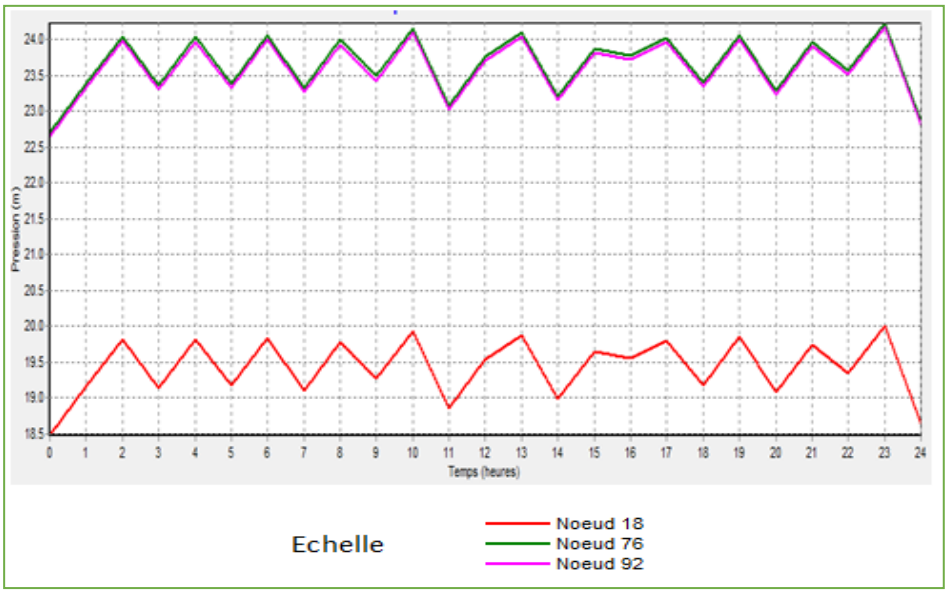


Fig. 9. Evolution de la pression aux nœuds 18, 76 et 92

➢ **Vérification des vitesses dans les conduites**

La Figure 10 présente les vitesses à l'intérieur des conduites. Ces vitesses sont pour la plupart inferieures à 0,3 m/s dans les trois localités. Ceci s'explique soit par le fait que les diamètres sont grands ou soit que les demandes au niveau des nœuds sont faibles.

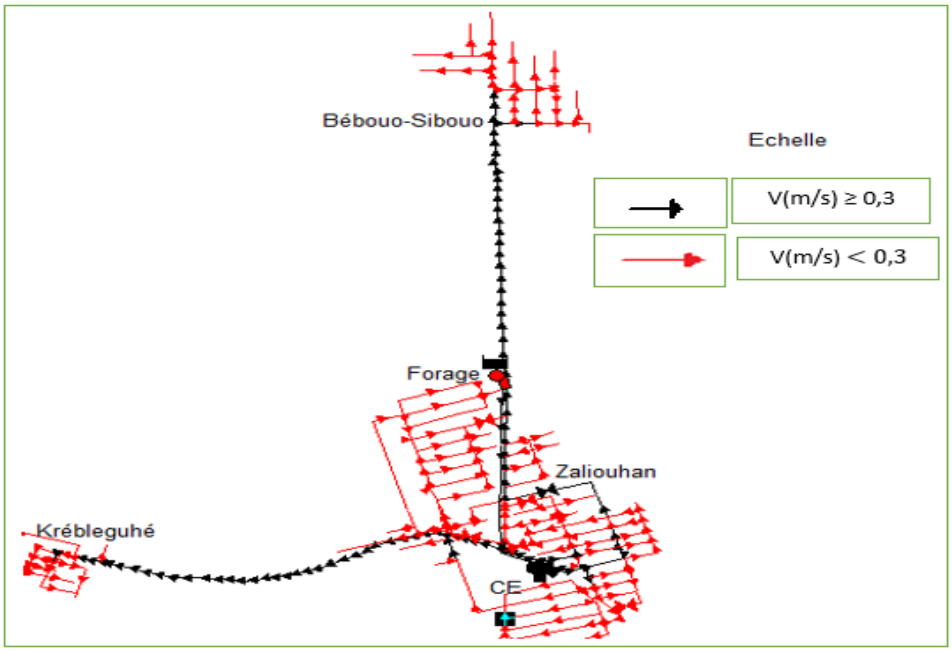


Fig. 10. Variation des vitesses de l'écoulement dans le réseau renforcé

4 DISCUSSION

L'accès à l'eau potable en Côte d'Ivoire demeure encore un enjeu majeur particulièrement pour les populations qui habitent les zones d'extension des villes [20]. La population des localités de Bebouo-Sibouo, Zalihouan et Kréblégué étant grandissante exige des besoins de plus en grands. En effet, l'étude a montré que la population globale est estimée à 14816 habitants en 2019 en prenant 2014 comme année de base (compte tenu du fait que les données ont été collectées au cours de l'année 2019) et 20159 habitants en 2031. Cela a

permis d'estimer le besoin de 2031 à 685,406 m^3/j contre 400,032 m^3/j produits. Les besoins horaires sont estimés à 27,809 m^3/h en 2019 et 65,516 m^3/h en 2031. Avec un tel besoin, le réseau d'alimentation en eau potable actuel de ces localités devrait subir des modifications. Notons que, le premier forage a été réalisé en 2000, son débit nominal était estimé à 192 m^3/j soit 8 m^3/h. Cependant, depuis 2015 la production du forage a chuté de façon drastique et est passé de 120 m^3/j à 36 m^3/j en 2019. Cela s'explique par le manque de suivi et d'entretien ou à la surexploitation du forage. En effet, le forage devrait être entretenu tous les 6 ans ou 10 ans environ afin de maintenir son bon fonctionnement [17]. Le diagnostic a montré en outre que le réseau d'AEP de ces localités est essentiellement constitué de canalisations en PVC. Le dimensionnement du réseau complémentaire a été fait avec les données des besoins estimés à l'horizon 2031. La conduite de refoulement a été calculée par le débit de pointe horaire en utilisant la formule de Bresse. Le diamètre déterminé par l'équation de Bresse a été retenu car il existe sur le marché [21]. Le diamètre ainsi obtenu est un DN200 mm avec une pression nominale PN10. Il faut noter que cette méthode de détermination de diamètre a été également utilisée par [22] dans la conception et le dimensionnement du système d'AEP simplifié à Boulsin au Burkina-Faso où il a obtenu un diamètre DN75 mm avec une PN10. De même, [23] à travers cette approche obtient un DN75 avec une PN10 dans le cadre des études d'avant-projet de réalisation d'une adduction d'eau potable à Sakoinsé au Burkina-Faso. Epanet a été utilisé pour dimensionner les conduites de distributions. Les conduites calées sont de pressions nominale PN10 et de diamètres DN90 mm, DN75 mm et DN53 mm. En effet, Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée et quelle que soit la période de l'année où on se situe [24]. Pour connaître le comportement du réseau hydraulique, l'étude s'est basée sur les variations de pressions et de vitesses pour le scénario courte durée. Ainsi, sur le réseau existant, il ressort que les pressions sont très faibles voire nulles après seulement 01h de fonctionnement. La simulation du réseau renforcé avec le nouveau forage réalisé, a enregistrée des pressions qui varient de 10m à 80m. Ce résultat respecte la norme de pression de service qui est supérieur ou égale à 10 m [18]. Ces valeurs attestent du bon fonctionnement du réseau. Toutefois, sur l'ensemble du réseau, on enregistre de faibles valeurs de vitesses. Par ailleurs, l'ensemble des groupes électropompes n'a pas la puissance nécessaire pour assurer le refoulement. Ce qui justifie les pressions très faibles voire nulles à certains nœuds du réseau après la simulation réalisée avec le besoin actuel de la population. En outre, les faibles vitesses (inférieurs à 0,3 m/s) et débits en route enregistrés, montre que la continuité du service de la desserte en eau potable des populations est insatisfaisante. Ainsi, le manque d'eau dans les robinets de certains ménages et celui du réservoir de distribution indiquent que le réseau d'eau potable n'est pas saturé. Pour satisfaire la demande en eau potable des populations, il est capital de maintenir le réseau dans un état performant et durable. En effet, les réparations et les extensions dictées par l'urgence et non basées sur une conception étudiée sont une des causes de la discontinuité des services d'eau potable [5]. Les faibles vitesses enregistrées au cours de cette étude influencent fortement la charge hydraulique du réseau d'eau potable. La vitesse et le débit étant proportionnels, il nécessaire d'étendre le réseau sur la base des études hydrauliques préalables afin d'assurer la continuité du service de distribution d'eau dans les ménages [25]. Par ailleurs, il convient de signaler que la méthode de dimensionnement et de simulation de fonctionnement de réseau a été utilisé par plusieurs auteurs. En effet, [14] ont réalisés la conception générale d'un système d'alimentation en eau potable des trois villages: Ain Beida Heriche, Sebikhia et Sedari situés dans la commune d'Ain Beida Heriche (Wilaya de Mila) à partir des forages situés dans la région Hemama et ayants un débit total de 95 l/s. L'étude a été menée sur quatre étapes principales: la présentation du site et l'estimation des besoins, le dimensionnement des réservoirs de stockage et l'adduction, le choix des pompes et le dimensionnement du réseau de distribution et enfin la protection des canalisations. Ailleurs en Afrique du Nord, [26] ont utilisé cette approche dans le cadre d'une étude qui a concerné le plan d'occupation du sol 24B de la ville d'El -Bayadh afin de répondre aux besoins croissants de la population d'une manière quantitative et qualitative. Pour [16], l'objectif était de concevoir un modèle hydraulique permettant de connaître le fonctionnement actuel du réseau d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Korhogo en Côte d'Ivoire, et faire des simulations correctives pour l'améliorer. Quant à [19], face aux difficultés d'accès à l'eau potable vécues par les populations de la localité de N'Zianouan en Côte d'Ivoire l'objectif était d'analyser le fonctionnement hydraulique du réseau de distribution d'eau potable et de proposer un aménagement adéquat pour améliorer la desserte en eau. En somme, la démarche méthodologique mise en place s'est appuyée sur le logiciel Epanet. Comme [3], la construction du modèle représentant le système d'adduction et de distribution d'eau sous le logiciel Epanet constitue un outil d'aide à la décision. Il a été créé à partir de la base de données cartographiques disponibles à cet effet. Ce modèle a permis de mieux comprendre le fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable des localités de Bebouo-Sibouo, Zalihouan et Kréblégué.

5 CONCLUSION

Le but de cette modélisation est de réaliser un diagnostic sur le fonctionnement actuel du réseau, et d'anticiper son fonctionnement futur. Le modèle a permis par la suite de simuler des changements sur le réseau, et de servir d'outil d'aide à la décision pour la SODECI. Le diagnostic du réseau a montré que le système d'alimentation en eau potable des localités de Bebouo-Sibouo, Zalihouan et Kréblégué a quelques déficits, notamment au niveau de la vanne qui n'est plus en état de fonctionnement, le regard où se trouve le point d'injection de l'hypochlorite est abimé et exposé au vandalisme. De plus la production actuelle est insuffisante pour une bonne régulation de pression, vitesse et débit dans les canalisations car le besoin réel est largement supérieur à celui-ci. A l'horizon 2031, les besoins sont estimés à 685,406m^3/j contre 400,032m^3/j en 2019. Les données de consommations ont permis de dimensionner les conduites et introduire les différentes consommations aux nœuds. Les conduites retenues sont toutes des conduites PVC de pressions nominale

(PN10) et composées de PVC DN 200 mm pour le refoulement, DN90 mm pour les conduites principales d'amener et des DN 53 mm pour la distribution. Le logiciel Epanet a été utilisé pour simuler d'une part le réseau existant et d'autre part le réseau en extension. Cette simulation a relevé le comportement du réseau grâces aux différentes pressions et vitesses enregistrées. Pour le réseau existant, il en ressort qu'après une heure de distribution le château se vide. Pour le réseau complémentaire, les pressions varient de 10 m à 80 m sur 24 h de distribution, les pressions sont supérieures à la pression de service (10 m) prescrire par l'ONEP. Même si les résultats de pressions sont bons, on enregistre toutefois, sur l'ensemble du réseau de faibles valeurs de vitesses. Il apparait opportun de demander à l'exploitant de faire régulièrement des purges sur le réseau afin d'éviter des dépôts dans les conduites. Il est aussi souhaitable de réaliser d'autres forages d'ici à 2031 pour accroitre le volume d'eau. Cela nécessitera la construction d'un château d'eau de plus grande capacité (environ 150 m^3) afin de réduire la durée de pompage et le coût de l'électricité.

REFERENCES

[1] ONU-Eau. (2018). Rapport de synthèse 2018 sur l'objectif de développement durable 6 relatif à l'eau et à l'assainissement, Eau propre et Assainissement, p16, 2018.

[2] J. Koné, P.A. Yéo, & Y.N. Koné, L'eau est une préoccupation majeure en Côte d'Ivoire, Dépêche, (218), p8, 2018.

[3] Salet S.A.H. Etude de faisabilité pour l'amélioration du système d'AEP de la ville de Kisumu. Mémoire de Master, Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, France, p42, 2018.

[4] Blîndu I., Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques, Thèse de Doctorat Unique, Spécialité: Sciences et Génie et de l'Environnement, Ecole Nationale Supérieure des Mine de Saint-Etienne et de l'Université Jean Monnet en cotutelle avec l'Université Technique de Moldavie, (Saint-Etienne, France), p306, 2004.

[5] Abdelbaki C., Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG: Cas du Groupement Urbain de Tlemcen, Thèse de Doctorat Unique, Option: Mobilisation et Valorisation des Ressource en Eau, Spécialité: Hydraulique, Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, Algérie, 208p, 2014.

[6] INS & RGPH, Répertoire des localités: Région du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire), p47, 2014.

[7] C.Y. Koffie-Bikpo, & K.S. Kra, La région du Haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. Institut de Géographie Tropical, pp. 96–100, 2013.

[8] Yapi A.R.C., Simulation de la demande en eau du bassin de la Lobo à Nibéhibé (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire), Mémoire de master en Génie de l'eau et de l'Environnement, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé Daloa, Côte d'Ivoire, p63, 2018.

[9] Ahimon O. A., Notice explicative de la carte géologique à 1/200 000, feuille de Daloa. Direction de la géologie, Abidjan, p28, 1990.

[10] Delor C., Simeon Y., Vidal M., Zeade Z., Kone Y. et Adou M., Carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, feuille Séguéla, Mémoire n°9 de la Direction des Mines et de la Géologie, Abidjan, p19, 1995.

[11] T. Lasm, F. Kouamé., N. Soro, J.P.R. Jourda, & J. Biémi, Analyse géostatistique de la fracturation extraite de l'imagerie spatiale aéroportée et satellitaire. Application à la région de Man-Danané, Revue ivoirienne des sciences et Technologie, 5, pp. 135–154. 2004.

[12] Dibi B., Cartographie des sites potentiels d'implantation des points d'eau dans le département d'Aboisso (Sud-est de la Côte d'Ivoire): Apport du SIG et de l'analyse multicritère, Thèse de doctorat unique, Université de Cocody (Côte d'Ivoire), p164, 2008.

[13] Beaufils M., Fusion de données géoréférencées et développement de services interopérables pour l'estimation des besoins en eau à l'échelle des bassins versants, Thèse de Doctorat Du Conservatoire National Des Arts Et Métiers, école Doctorale Arts et Métiers Laboratoire de Géodésie et de Géomatique (France), p142, 2012.

[14] Foughalia I. & Kahla M., Etude du réseau d'AEP des villages Ain Beida Heriche, Sedari et Sebikhia, Wilaya de Mila, Mémoire De Master, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia (Algérie), p103, 2015.

[15] F. Pelletier et T. Spoorenberg, Aperçu sur les méthodes de projection, Atelier régional sur les méthodes de projection, Dakar, 28 Novembre, 2016.

[16] F. M. Gnamba, O. J.G. Kpan, W. N'Zue, and M. Yeï, Modélisation hydraulique du réseau d'adduction d'eau potable (AEP) de la ville de Korhogo, International Journal of Innovation and Scientific Research, Vol. 52 No. 1, pp. 161-177, 2020.

[17] Zoungrana D., Cours d'approvisionnement en eau potable. 2iE (Burkina Fasso), p 147, 2003.

[18] ONEP, Referentiel technique du secteur de l'hydraulique humaine, p16, 2010.

[19] K. A. Anoh, A. B. Yao, T. J-J. Koua, B. Dibi et K. L. Kouassi, Analyse du fonctionnement hydraulique du réseau de distribution d'eau potable de la localité de N'Zianouan, Sud de la Côte d'Ivoire, Afrique SCIENCE 18 (6), pp.1-9, 2020.

[20] D.F. Awomon, M. Coulibaly, G.M. Niamke & D.S. Santos, La problématique de l'approvisionnement en eau potable et le développement des maladies à transmission hydrique dans les quartiers d'extension Orly de la ville de Daloa (Cote d'Ivoire), Revue Espace, Territoires, Société et Santé, 1 (2), pp. 91–108, 2018.

[21] SOTICI, Document technique de tubes PVC-U pression, p18, 2018.

[22] Soubeiga D., Conception et dimensionnement du système d'alimentation en eau potable simplifie (AEPS) de la localité de Boulsin au Burkina Faso, Mémoire de master en hydraulique option : Infrastructures Hydrauliques, 2iE (Burkina Faso), p57, 2016.
[23] Zoré B.M., Etude d'avant-projet détaillé de réalisation d'une adduction d'eau potable simplifiée dans la région du centre-ouest: cas du village de Sakoinsé, Master d'ingénierie de l'eau et de l'environnement., 2iE (Burkina Faso), p81, 2017.
[24] Imad, Hasnaoui, Modélisation du réseau d'eau potable du Syndicat AFMA et de Louvigné-du-Désert dans l'Ille-et-Vilaine. Ecole Nationale du Genie de l'eau et de l'Environnement, Sciences de l'ingénieur [physics], p54, 2013. [Online] Available: https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01660723.
[25] Diawara F., Optimisation de la gestion du réseau de distribution d'eau potable de la station compacte de Missabougou à Bamako. Mémoire de Master, Option: Collectivités locales, Spécialités: Infrastructures et Réseaux Hydrauliques, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, (Ouagadougou, Burkina Faso), p74, 2015.
[26] Idrici M.A. & Allem A., Alimentation en eau potable de la nouvelle ville W. El Bayad Pos 24 B, Mémoire de master en hydraulique option : hydraulique urbaine, Université Dr. Tahar Moulay Saida (Algérie), p95, 2017.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 792-799
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Transport informel: Les accidents de la circulation parmi les conducteurs de mototaxi à Thiès au Sénégal

[Informal transport: Traffic accidents among mototaxi drivers in thies, Senegal]

Bocar Baïla Diédhiou[1], Armandine Eusébia Roseline Diatta[1], Habib Touré[2], Daour Ndoye[1], and Mor Ndiaye[1]

[1]Service de Médecine du Travail, FMPO, UCAD, Senegal

[2]Faculté des Sciences Techniques et de Santé de Conakry, Guinea

Copyright © 2023 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: Introduction: The profession of motorbike taxi driver is flourishing in Africa. The aim of this study was to investigate the determinants of traffic accidents involving motorbike taxis.
Methods: This was a cross-sectional, descriptive study conducted from 3 January 2020 to 2 February 2020. The study population consisted of motorbike taxi drivers admitted to the emergency department of the Thies regional hospital (Senegal) after a traffic accident.
Results: A total of 63 motorbike taxi drivers took part in the study. The average age was 26.7 years. The level of education was low. The average daily takings were 6,627 FCA francs. The drivers were not wearing helmets in 81% of cases. Similarly, 95% had no driving licence. Stress (39.7%), risky sexual behaviour (36.5%), drug use (22.2%) and alcohol consumption (6.3%) were also found. The main causes of accidents were speeding (96.8%), the effect of other road users (96.8%), the driver's profile (50.8%), the condition of motorbikes (50.8%) and road conditions (14.3%). The regulations in force on motorbike taxis were perceived bad in 57.1% of cases. Reducing police harassment (95.2%), reducing the cost of taxes (90.5%), training in the highway code (69.8%) were the main expectations of drivers.
Conclusion: Motorcycle taxi drivers are highly vulnerable to road accidents. The public authorities need to raise awareness and clean up this type of informal transport.

KEYWORDS: Motorbike taxi, accident, prevention, Senegal.

RESUME: Introduction: La profession de conducteur de mototaxi connait une floraison fulgurante en Afrique. L'objectif de cette étude était d'étudier les déterminants des accidents de la circulation impliquant les mototaxis.
Méthodes: Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive menée du 3 janvier 2020 au 2 février 2020. Les conducteurs de mototaxi victimes d'accident de la circulation, admis aux urgences du Centre Hospitalier Régional de Thiès constituaient la population d'étude.
Résultats: Au total, 63 conducteurs de mototaxi avaient participé à l'étude. La moyenne d'âge était de 26,7 ans. Le niveau d'instruction était bas. La moyenne des recettes journalières était de 6627 francs CFA. Les conducteurs ne portaient pas de casque dans 81% des cas. De même, 95% n'avaient pas de permis de conduire. Le stress (39,7%), des comportements sexuels à risque (36,5%), la consommation de drogue (22,2%) et l'alcoolisme (6,3%) étaient retrouvés. Les principales causes des accidents répertoriés étaient, l'excès de vitesse (96,8%), l'effet des autres usagers (96,8%), le profil du conducteur (50,8%), l'état des motos (50,8%), l'état des routes (14,3%). La réglementation en vigueur sur les mototaxis était perçue mauvaise dans 57,1% des cas. La réduction des tracasseries policières (95,2%), l'allégement du coût des taxes (90,5%), la formation sur le code de la route (69,8%) étaient les principales attentes des conducteurs.
Conclusion: Les conducteurs de mototaxi sont très vulnérables aux accidents de la circulation. La sensibilisation et l'assainissement de ce type de transport informel par les pouvoirs publics sont indispensables.

MOTS-CLEFS: Mototaxi, accident, prévention, Sénégal.

Corresponding Author: Bocar Baïla Diédhiou

1 INTRODUCTION

La croissance générale de la motorisation dans le monde, s'accompagne parallèlement d'une augmentation rapide de l'utilisation des « deux-roues motorisées » **[1].** En effet, durant ces dernières décennies, le trafic des motocyclistes a connu une croissance fulgurante, surtout dans les pays en voie de développement. Les villes africaines sont de plus en plus confrontées à l'amplification du phénomène des mototaxis depuis 1990 **[2].** Cela est lié au mauvais état des routes, au besoin accru de transport, au gain temporel et à l'accessibilité du coût de transport **[3].** Ainsi, nous assistons à l'augmentation des accidents de la circulation qui constituent un problème majeur de santé publique. Ces accidents sont parmi les principales causes de décès et de traumatismes dans le monde. Chaque année, près de 1,2 million de personnes meurent et des millions d'autres sont blessées ou handicapées à la suite d'accidents de la circulation **[1].** Au Sénégal, les origines des mototaxis sont retrouvées dans la région de Kaolack au centre du pays. Leur floraison dans le paysage sénégalais coïncide surtout dans les années 2008. Ces mototaxis sont devenues une activité économique très prisée à cause de leur plus grande accessibilité financière. De nombreux jeunes issus des milieux défavorisés se ruent vers cette activité pour profiter des retombées financières. Leur facilité de mobilité dans les endroits difficiles d'accès, le coût accessible du service font que ces mototaxis sont devenues l'apanage des écoliers, des étudiants, des ouvriers et autres catégories de personne. Au Sénégal, après la ville de Kaolack où plus de 14000 conducteurs de mototaxi sont dénombrés, c'est la ville de Thiès qui arrive en 2^{ième} position avec plus de 5000 conducteurs **[4].** Cependant, plusieurs conséquences psycho-sociales, sanitaires sont associées à cette activité telles que, l'augmentation du bilan macabre des personnes tuées sur les routes. Au Cameroun, un taux de mortalité lié aux accidents de la voie publique chez des conducteurs de moto de 4,3% et une prévalence des traumatismes de 56% ont été observés **[5].** L'ampleur des victimes de ces accidents de la voie publique répertoriées au Centre Hospitalier Régional de Thiès impliquant ces engins et la rareté des études s'y intéressant, justifient l'intérêt porté sur cette problématique. C'est dans ce contexte que nous avions mené cette étude dont l'objectif était d'étudier les différents déterminants des accidents de la circulation chez des conducteurs de mototaxi admis aux urgences chirurgicales du Centre Hospitalier Régional de Thiès pour accident de la circulation. L'étude avait pour finalité, de proposer des mesures préventives pour lutter contre ces accidents de la circulation.

2 METHODOLOGIE

2.1 CADRE D'ÉTUDE

Nous avions mené cette enquête au niveau du service des urgences chirurgicales du Centre Hospitalier Régional de Thiès. Ce dernier est un hôpital de niveau II selon la pyramide sanitaire du Sénégal. La ville de Thiès est située à 70 kilomètres de Dakar et est l'une des 14 régions administratives du Sénégal. La région de Thiès s'étend sur une superficie de 6601 km^2 soit, 3,4% du territoire national.

2.2 TYPE D'ÉTUDE

Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive menée du 3 janvier 2020 au 2 mars 2020.

2.3 POPULATION D'ÉTUDE

Les conducteurs de mototaxi admis aux urgences chirurgicales du Centre Hospitalier Régional de Thiès pour accident de la circulation survenu au décours de leur travail constituaient la population d'étude. Ont été inclus dans l'étude, les conducteurs de mototaxi admis aux urgences durant la période d'étude et ayant accepté d'y participer. Les conducteurs de mototaxi victimes d'accident de la circulation n'ayant pas accepté de participer à l'étude n'ont pas été inclus.

2.4 COLLECTE DES DONNÉES

Nous avions réalisé une enquête en tête-à-tête avec les participants à l'étude pour recueillir les données lors des rendez-vous de suivi médical ou lors de rendez-vous que nous fixions en collaboration avec les concernés. Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire qui renseignait sur, les caractéristiques socio-économiques (sexe, âge, adresse, situation matrimoniale, niveau d'instruction, gain journalier); les données professionnelles (type de contrat, type de permis de conduire, ancienneté dans la profession, appartenance à un syndicat); les causes des accidents de la circulation, les facteurs psychosociaux et /ou le mode de vie (stress, tabagisme, comportement sexuel à risque, insomnie, consommation de drogue, alcoolisme), la perception des conducteurs sur le port du casque et leurs attentes vis-à-vis des autorités étatiques.

2.5 SAISIE ET ANALYSE DES DONNÉES

La saisie et l'analyse des données ont été réalisées à l'aide du logiciel Epi-info version 7.2. Les différentes variables ont été analysées en termes de paramètres de position avec des pourcentages. Le traitement du texte a été réalisé avec le logiciel Microsoft Office Word 2013.

2.6 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Le consentement libre et éclairé des participants était obtenu avant leur inclusion dans l'étude. L'anonymat et la confidentialité étaient garantis.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIOPROFESSIONNELLES ET ÉCONOMIQUES

Nous avions colligé 69 accidents de la circulation impliquant des mototaxis soit, 36,7% des accidents de la circulation liés aux « deux roues motorisées » (n=188).

Soixante-trois conducteurs de mototaxi avaient accepté de participer à l'étude. La moyenne d'âge des participants était de 26,7 ans avec des extrêmes de 15 et 55 ans. La tranche d'âge [25-35 ans [était la plus nombreuse (cfr figure 1).

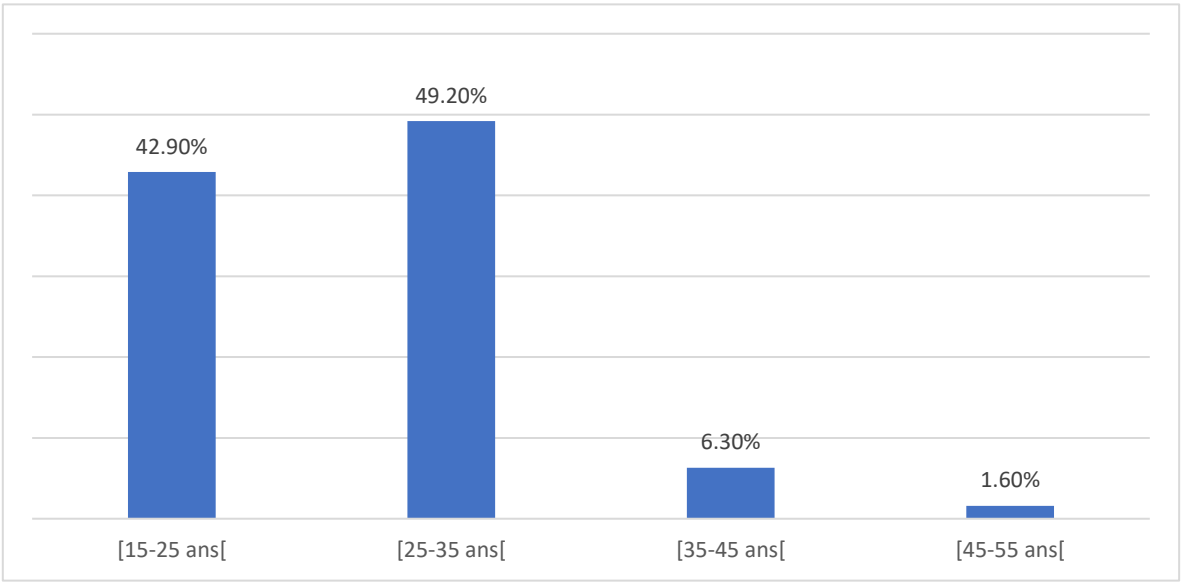


Fig. 1. Répartition des conducteurs de mototaxi selon la tranche d'âge

Les célibataires étaient plus nombreux (71,4%). Le niveau d'étude prédominant était le niveau primaire (57,1%). Cinq pour cent des enquêtés avaient un permis de conduire soit, 2% pour la catégorie A et 3% pour la catégorie B. La moyenne journalière des recettes était de 6500 francs CFA. L'ancienneté dans le service était inférieure ou égale à 6 ans dans 90,5% des cas. Le mode d'exploitation était indirect (conducteur employé) dans 63,5% des cas (cfr tableau I).

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon les caractéristiques socioprofessionnelles

Caractéristiques socioprofessionnelles	Effectifs	Pourcentages (%)
Sexe		
• Femmes	0	0
• Hommes	63	100
Situation matrimoniale		
• Mariés	17	27
• Célibataires	45	71,4
• Divorcés	1	1,6
Niveau d'instruction		
• Niveau primaire	36	57,1
• Niveau moyen	19	30,2
• Niveau secondaire	3	4,8
• Enseignement coranique	4	6,3
• Niveau universitaire	1	1,6
Ancienneté dans le service		
• < 2 ans	28	44,4
• 2 à 6 ans	29	46,1
• > 6 ans	6	9,5
Permis de conduire		
• Oui	3	5
• Non	60	95
Être syndiqué		
• Oui	0	0
• Non	63	100
Gain journalier (en francs CFA)		
• 5000 et 10000	46	73
• 5000	13	20,7
• > 10000	4	6,3
Mode d'exploitation des mototaxis		
• Indirect (conducteur employé)	40	63,5
• Direct (conducteur propriétaire)	23	36,5

3.2 FACTEURS PSYCHOSOCIAUX ASSOCIÉS À L'ACTIVITÉ

Le facteur psychosocial le plus répertorié était le tabagisme (cfr figure 2). Le type de drogue consommé était le cannabis.

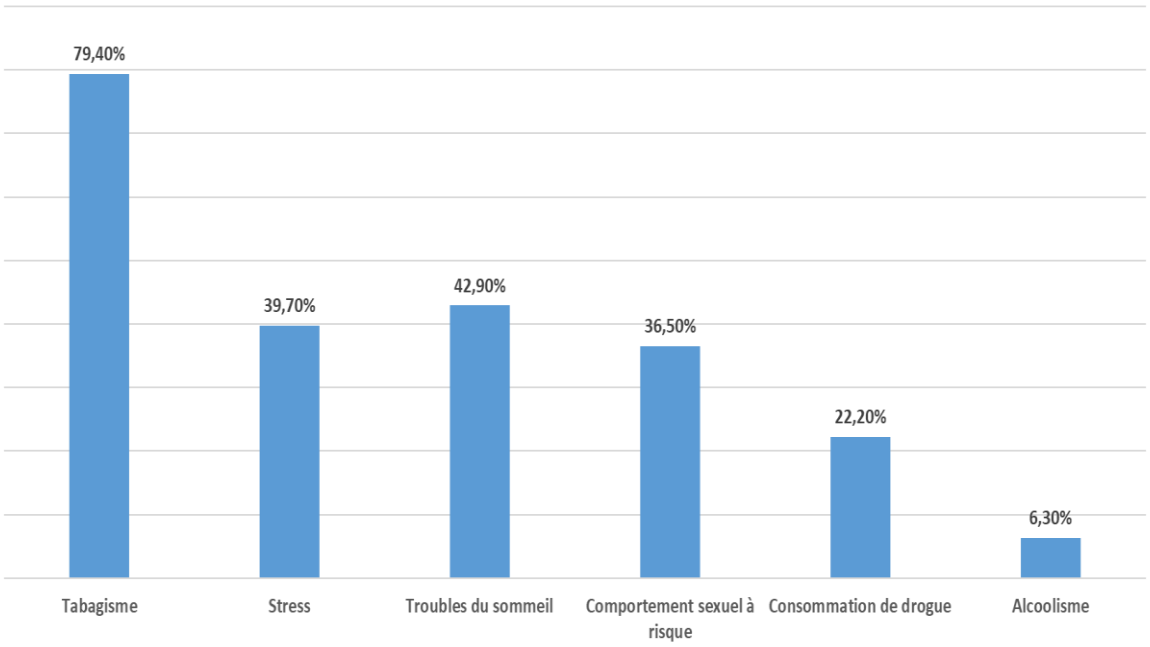


Fig. 2. Répartition des conducteurs de mototaxi selon les risques psychosociaux

3.3 FACTEURS DE RISQUE DES ACCIDENTS DE LA CIRCULATION CHEZ LES CONDUCTEURS DE MOTOTAXI

L'excès de vitesse, l'effet des usagers étaient les plus pourvoyeurs d'accidents (cfr figure 3).

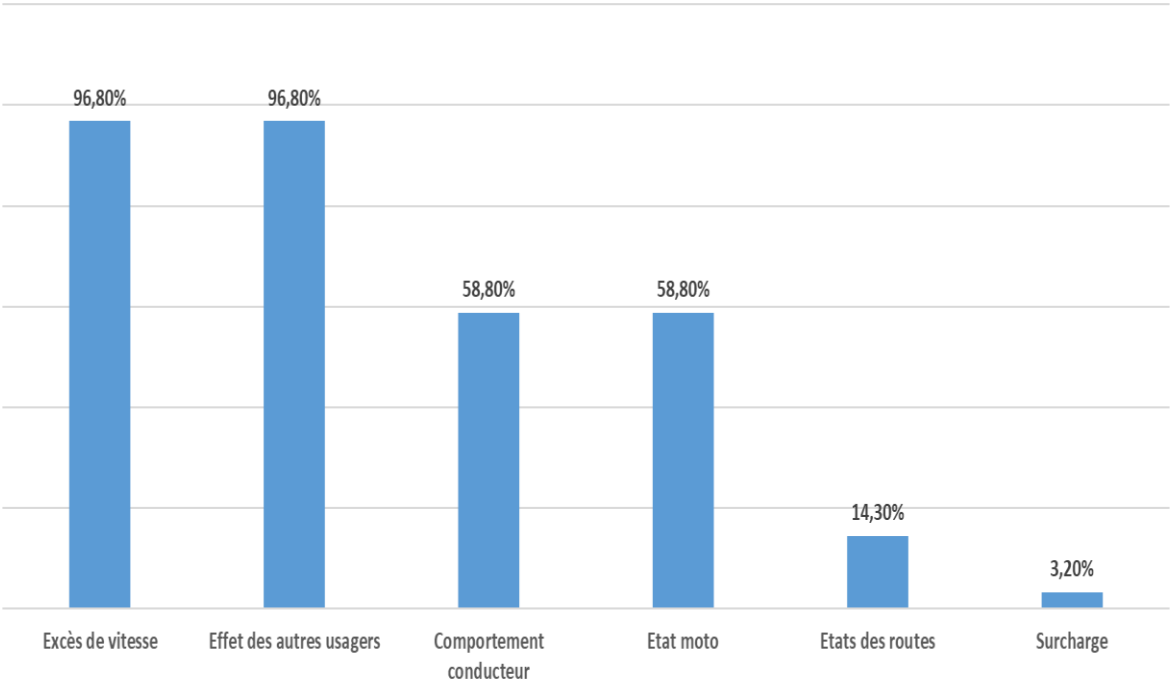


Fig. 3. Répartition des conducteurs de mototaxi selon les causes identifiées

3.4 COMPORTEMENT DES VICTIMES PAR RAPPORT AU PORT DU CASQUE

Le port de casque était jugé nécessaire à 100% pour réduire le choc crânien en cas d'accident. Toutefois, 81% des victimes ne portaient pas de casque. Les raisons de cette attitude étaient, la sensation de chaleur perçue lors du port (81%), le blocage de la communication (28,6%).

3.5 PERCEPTION DES CONDUCTEURS DE MOTOTAXI SUR LA RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR

La réglementation en vigueur sur les mototaxis était perçue **mauvaise** dans 57,1% des cas (cfr figure 4).

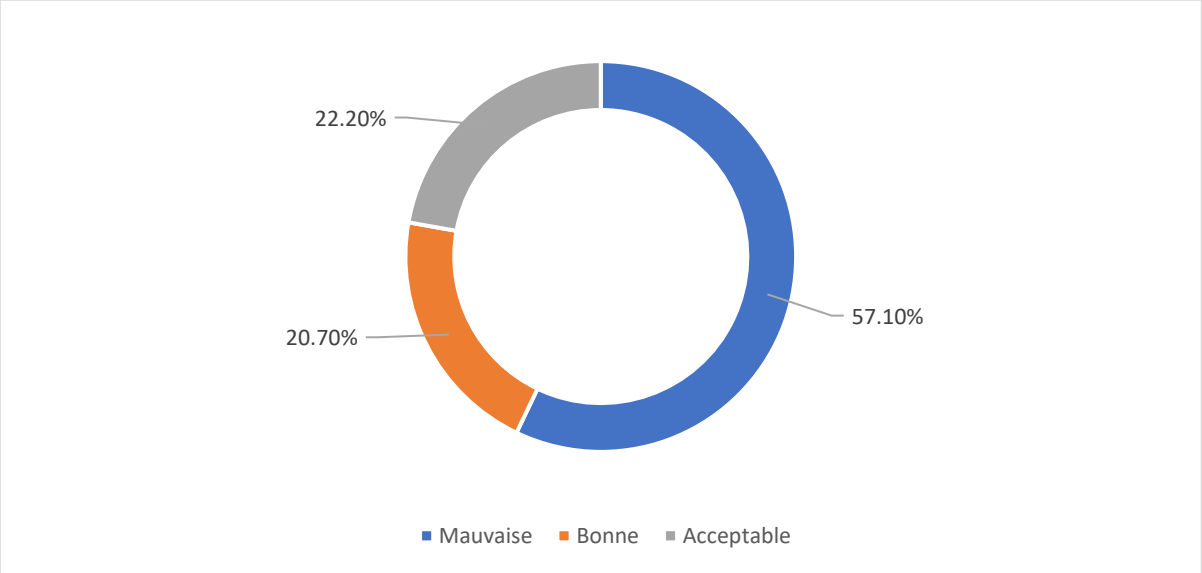


Fig. 4. Répartition des conducteurs selon leur perception sur la réglementation en vigueur sur les mototaxis

3.6 ATTENTES VIS-À-VIS DE L'ÉTAT

Les attentes des conducteurs de mototaxi les plus urgentes vis-à-vis des autorités étaient, la réduction des tracasseries policières et l'allégement des taxes (cfr figure 5).

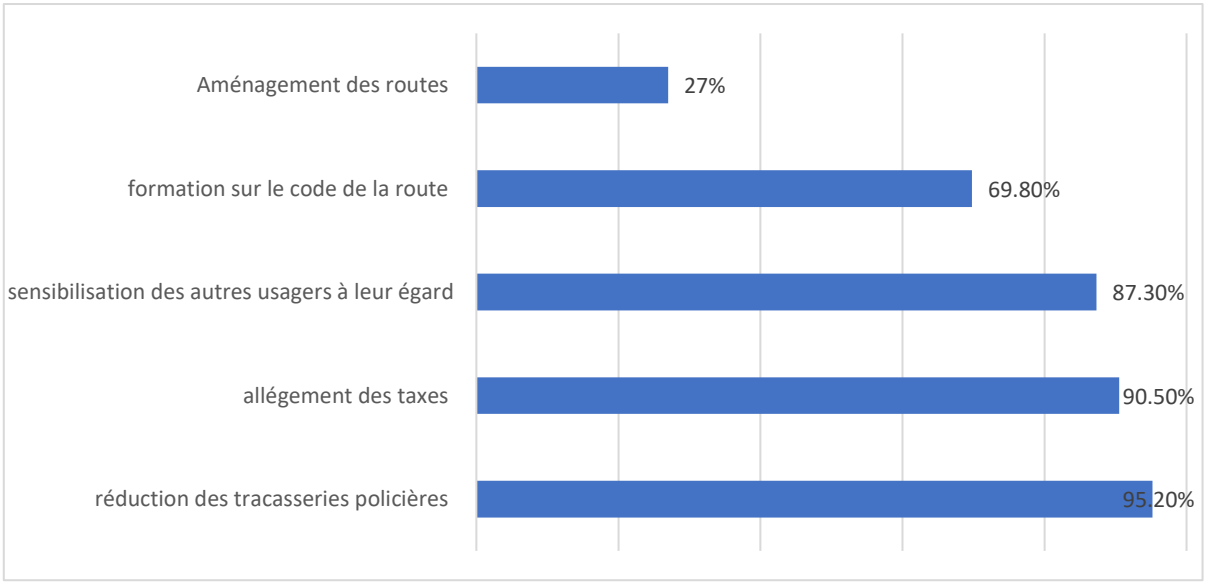


Fig. 5. Répartition des conducteurs selon les attentes vis-à-vis des autorités administratives

3.7 INCAPACITÉS TEMPORAIRES DE TRAVAIL

La moyenne des incapacités temporaires de travail des conducteurs était de 13,7 jours soit, un manque à gagner d'une moyenne d'environ:

6627 Francs x 14 = 92 778 Francs CFA

4 DISCUSSION

4.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIOPROFESSIONNELLES

Notre population d'étude était relativement jeune avec une moyenne d'âge inférieure à 30 ans. L'échantillon était composé exclusivement d'hommes. En effet, cette activité est exercée exclusivement par des hommes dans nos régions. Ces mêmes observations ont été faites par Kikangala qui avait retrouvé un âge moyen de 27,2 ans sur une population exclusivement masculine **[3].** Au Cameroun, Ngaba avait observé un âge moyen légèrement plus élevé chez des conducteurs de mototaxi (31,4 ans) **[6].** Dans notre série, le niveau d'étude était relativement bas. La majorité de l'échantillon avait arrêté les études au cycle primaire. Le fait que cette activité ne nécessite pas des études poussées, explique l'afflux de ces jeunes en déperdition scolaire vers ce secteur informel générateur de revenus. En effet, la moyenne journalière des recettes était de 6627 francs CFA. Par contre dans l'étude de Kikangala, 62,6% des conducteurs de mototaxi avaient un niveau d'étude secondaire **[3].** L'ancienneté dans l'activité était inférieure ou égale à 6 ans dans 90,5% des cas. Cela traduit le manque d'expérience de ces conducteurs.

4.2 LES DÉTERMINANTS DES ACCIDENTS DE LA CIRCULATION

La profession de conducteur de mototaxi est un métier à risque. La vie des usagers de ces engins dépend de plusieurs facteurs. Il s'agit entre autres, de l'état physique et mental du conducteur, de l'attitude du passager, du nombre de passagers transportés, de l'état des routes, de la qualité technique de la moto, de l'expérience du conducteur **[7,8,9].** Dans notre étude, l'excès de vitesse, le comportement du conducteur, la surcharge étaient les causes des accidents les plus répertoriées. De surcroît, 95% des enquêtés ne disposaient pas de permis de conduire. Cette carence met à nu l'absence de formation, de connaissances minimales de base pour la compréhension des règles de circulation routière. Cela pourrait favoriser la récurrence des infractions routières et des tracasseries policières déplorées par 95,2% des conducteurs. D'autres facteurs ressortis de nos résultats viennent renforcer le risque d'accident. Il s'agissait, du manque d'expérience et de l'état des routes. La capacité de déplacement de ces engins dans des endroits accidentés, difficilement accessibles, constitue une arme à double tranchant autrement dit, un avantage et un pourvoyeur d'accident. L'effet des autres usagers était perçu comme générateur d'accident. En effet, le développement fulgurant de ce type de transport dans nos régions est source de tensions avec les autres acteurs du transport formel. L'absence de formation des conducteurs de mototaxi vient renforcer la tension entre les 2 camps.

La prévalence du stress était de 39,7%. Les tracasseries policières, le souci d'accroitre le gain, la concurrence, pourraient favoriser ce stress et par conséquent, les taux élevés, de tabagisme, d'alcoolisme, de consommation de drogue. Or, la conduite sous l'emprise de l'alcool ou des psychotropes favorise davantage les accidents et les comportements sexuels à risque. Au-delà, la consommation de ces substances par ces conducteurs expose les usagers de ce type de transport, au banditisme, à l'insécurité **[10,11].** Des risques élevés d'infection au VIH/SIDA liés à une mauvaise hygiène de vie des conducteurs des mototaxis ont été rapportés **[11].** Dans notre série, les troubles du sommeil affectaient 42,9% des enquêtés. Cela accroît la fatigue, génère une somnolence, altère la vigilance et favorise les accidents.

Globalement, ces engins génèrent un problème d'insécurité dans la circulation urbaine. Les acteurs de ce type de transport sont généralement jeunes, inexpérimentés, non formés et ne disposent pas de permis de conduire. L'excès de vitesse, le non-respect ou l'ignorance du code de la route viennent renforcer cette insécurité.

4.3 RECOMMANDATIONS

L'assainissement de ce transport informel passe par sa reconnaissance et sa réglementation au regard de la place qu'il occupe actuellement dans le paysage sénégalais. Dans notre série, bien que tous les conducteurs soient conscients de l'importance du port des casques, 81% ne les portaient pas. La sensibilisation de ces acteurs sur l'importance que revêt cet acte est une priorité. En effet, le port du casque réduirait de 42% le risque de blessures mortelles et de 69% le risque de traumatisme crânio-facial **[1,12].** D'où, la nécessité d'adopter des lois le rendant obligatoire. De même, l'éviction de la consommation des stupéfiants est également à promouvoir. A cela s'ajoutent, la limitation des vitesses, la pratique régulière des visites techniques, la formation sur le code de la route et l'accompagnement des acteurs en moyens matériels (chaussures de sécurité, gants, tenues de travail, casques).

5 CONCLUSION

Les mototaxis connaissent un succès éclatant dans nos régions et sont devenues incontournables. Elles reflètent le paysage routier et socio-économique de nos pays. Cette activité est certes génératrice d'emplois, mais revêt énormément de risques tels que, les accidents de la circulation pouvant être handicapants voire mortels. Il s'avère donc nécessaire pour les pouvoirs publics, d'accorder plus d'attention aux acteurs de ce secteur informel pour une meilleure organisation.

REFERENCES

[1] Le casque: Manuel de sécurité routière à l'intention des décideurs et des praticiens. Genève, Organisation mondiale de la santé, 2007.
[Online] Available: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43643/9789242562996_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y (consulté, le 12/07/2023).

[2] S. Yin, «Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation of Passenger Satisfaction in Urban Public Transport,» Modern Economy, vol. 9, no. 3, pp. 528-535, 2018.

[3] N. T. Kikangala, M. M. Ndjibu, N. E. Kitengie, M. N. Mundu, Y. B. Yapamba, «Profil et appréciation du métier de conducteur de mototaxis (motard) a Kabinda, République démocratique du Congo,» Tanganyika J. Sc, vol. 2, no. 1, pp. 25-35, 2022.

[4] Reportage – Moto-taxis Jakarta: Bienvenue à bord des nouveaux « ang (e) ins » de la mort. [Online] Available: https://sanslimitesn.com/reportage-moto-taxis-jakarta-bienvenue-a-bord-des-nouveaux-angeins-de-la-mort/ (consulté, le 2/07/2023).

[5] A. Chichom-Mefire, J. Atashili, J. G. Tsiagadigui, C. Fon-Awah, M. Ngowe-Ngowe, «A prospective pilot cohort analysis of crash characteristics and pattern of injuries in riders and pillion passengers involved in motorcycle crashes in an urban area in Cameroon: lessons for prevention,» BMC Public Health, vol. 15, pp. 915, 2015.

[6] O. Ngaba, J. Edouma, L. Atanga, W. Messina Ebogo, A. Mohamadou, C. Bengondo, «Connaissances, Attitudes et Pratiques des conducteurs de mototaxis de la ville de Maroua vis-à-vis des traumatismes maxillo-faciaux et leur prévention,» Health Sci. Dis., vol. 23, no. 2, pp. 58-60, 2022.

[7] S. Mbegu, J. Mjema, «Poverty cycle with motorcycle taxis (Boda-Boda), Business in developing countries: Evidence from Mbeya-Tanzania, » Open Access Library, vol. 6, no. 8, pp. 1-10, 2019.

[8] M. O. N. Ngaba, J. Edouma, L. Atanga, E. W. Messina, A. Mohamadou, C. Bengondo. «Connaissances, Attitudes et Pratiques des Conducteurs de Moto-Taxis de la Ville de Maroua vis-à-vis des Traumatismes Maxillo-Faciaux et leur Prévention,» Health Sciences And Disease, vol. 23, no. 2, pp. 235-250, 2022.

[9] M. L. J. Owona, D. A. Pouokan, J. H. N'na, J. P. Kidwang, S. M. Lompo, J. Dieuboue, et al, «Prévalence et facteurs associés au stress professionnel chez les conducteurs de motos-taxis à Douala, Cameroun,» Revue de Médecine et de Pharmacie, vol. 9, no. 2, pp. 931-943, 2019.

[10] A. B. A. Mbarga, «Le phénomène des motos-taxis dans la ville de Douala : crise de l'État, identité et régulation sociale: Une approche par les Cultural Studies,» Anthropologie et Sociétés, vol. 34, no. 1, pp. 55-73, 2010.

[11] M. Tumwebaze, E.O. Otiam, K.M. Rukindo, J. Mwesigwa, «Prevalence and Predisposing Factors of Human Immunodeficiency Virus Infection among the Boda-Boda Riders in Mbarara MunicipalityUganda,» Open Journal of Epidemiology, vol. 10, no. 3, pp. 235-250, 2020.

[12] A. Raouf O, J. Allogo Obiang, «Traumatisme par accident routier au Gabon,» Med Afr Noire, vol. 48, no. 12, pp. 496-8, 2001.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 800-816
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

معالجات تقنية مقترحة لإنتاج ملابس ملائمة جمالياً ووظيفياً للأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي)

[Proposed technical treatments to produce aesthetically and functionally appropriate clothing for children with motor disabilities (cerebral palsy)]

أمل عبد الله البشري

أستاذ مساعد، تصميم الأزياء، جامعة جدة، المملكة العربية السعودية

Amal Abdullah Albishri

Assistant Professor, Fashion Design, University of Jeddah, Saudi Arabia

Copyright © 2023 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 research aimed to establish standards for clothing designed for children with motor disabilities, specifically those with cerebral palsy. The research utilized a descriptive and analytical approach, and data was collected through a questionnaire given to caregivers of children with cerebral palsy. The research sample consisted of 10 caregivers, and the results showed that trousers and a shirt were the preferred clothing items for children with cerebral palsy, rather than overalls. The Kingdom's logo was also preferred to enhance national identity. Based on these findings, the research recommended further studies on alternative solutions and the use of smart fabrics to address clothing and health problems faced by people with special needs.

KEYWORDS: Children with Motor Disabilities, Cerebral Palsy, Technical Treatments, and Smart Fabrics.

ملخص: هدف البحث الى وضع الأسس والمعايير التي يجب توافرها في ملابس الفئات الخاصة ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي)، وتقديم معالجات تقنية لإنتاج ملابس ملائمة وظيفياً وجمالياً للأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي). واتبع البحث المنهج الوصفى مع إتباع الدراسة التحليلية والتطبيقية لمناسبة لتحقيق أهداف البحث والتحقق من فروضة، وشملت أدوات البحث استبيان لمعرفة أراء القائمين على رعاية الأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي) لمعرفة أراءهم بشأن التصميمات المقترحة من حيث النواحي الجمالية والوظيفية. وتكونت عينة البحث من (10) من القائمين على رعاية الأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي) لمعرفة آرائهم في في القطع الملبسية المنفذة. وتم تحديد الجوانب الوظيفية والجمالية المناسبة لملابس الأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي)، حيث فضل القائمين على رعاية ذوي الاحتياجات الخاصة القطع الملبسية المكونة من بنطلون وقميص أكثر من الأوفروال. كما فضلوا أيضا وضع شعار المملكة لتعزيز الهوية الوطنية لدى الأطفال. وتوصل البحث الى مجموعة من التوصيات من أهمها ضرورة التوسع في إجراء المزيد من البحوث والدراسات التي تعالج إعاقات وحالات مختلفة للمساهمة في تقديم الحلول البديلة، وتطويع الأقمشة الذكية للمساهمة في حل المشكلات الملبسية والصحية التي تواجه ذوي الاحتياجات الخاصة.

كلمات دلالية: أطفال، إعاقة حركية، شلل دماغي، معالجات تقنية، أقمشة ذكية.

المقدمة:

تشكل الإعاقات الجسمية والصحية إحدى القضايا الاجتماعية التي لاقت اهتماماً متزايداً في الآونة الأخيرة، وذلك لما لها من اثار سلبية على كل من الفرد المعاق وأسرته ومجتمعه. فقد دعت مختلف المنظمات والهيئات الدولية المهتمة بشؤون الإعاقة إلى التصدي لهذه الظاهرة الاجتماعية بشتى الإمكانات والطرائق. ويزداد الوضع تعقيداً خاصة إذا عرفنا مدى تنوع واختلاف مستويات الإصابة بالإعاقات الجسمية والصحية، فقد تكون ناجمة عن خلل خلقي أو فطري يصيب الفرد قبل الولادة، أو قد تكون مكتسبة ناجمة عن الإصابة بالحوادث أو الأمراض في أية مرحلة عمرية بعد الميلاد. بعض هذه الإعاقات بسيط نسبياً، أما البعض الآخر فهو شديد متطور قد يؤدي إلى انعدام عدد كبير من القدرات ومضاعفات صحية خطيرة تقود إلى الوفاة المبكرة.(السرطاوي، الصمادي، 2016).

ويعرف الروســـان الإعاقة الحركية بأنها حالات الأفراد الذين يعانون من خلل ما في قدرتهم الحركية أو نشـــاطهم الحركي بحيث يؤثر ذلك الخلل على مظاهر نموهم العقلي والاجتماعي والانفعالي ويستدعي الحاجة إلى التربية الخاصة (الروسان، 2001، 269).

وللإعاقة الحركية عدة أشكال منها الشلل الدماغي الذي هو إصابة الدماغ في وقت تكون القشرة الدماغية المسؤولة عن الحركة غير مكتملة النمو وتحدث هذه الإصابة إما داخل الرحم أو خلال السنوات الخمس الأولى من عمر الطفل وقد عرف العلماء الشلل الدماغي عام 1964 انه اضطراب في الحركة استقامة الجسم نتيجة لإصابة الدماغ الغير

مكتمل بعيب ويظهر بصورة اضطراب في توتر العضلات وبعجز عن كسر طوق الانعكاسات الغريزية البدائية وعجز بالسيطرة على وظيفة العضلات الأتوماتيكية والشلل الدماغي هو وصف غير محدد لعجز الحركة يبدأ عند الولادة أو في الأشهر الأولى من الحياة وسببه عطل في الدماغ ليس عرضيا[1].

الشلل الدماغي هو إحدى الإعاقات النمائية أو الاضطرابات العصبية الحركية. ويستخدم مصطلح الشلل الدماغي للإشارة إلى اضطرابات النمو الحركي في مرحلة الطفولة المبكرة من حياة الإنسان.(الخطيب، 2003م).

ويشير الشلل الدماغي إلى مجموعة متنوعة من اضطرابات الوضعية والحركة، ويحدث بسبب وجود تلف ثابت في الدماغ يحدث قبل أو أثناء أو بعد الولادة، وهناك عدة أنواع من الشلل الدماغي، وتتضمن التشنجي (تلف في المنطقة الهرمية)، مختل الحركة (تلف العقد القاعدية)، ورنحي (تلف المخيخ)، ويمكن أن يؤثر الشلل الدماغي في مناطق مختلفة من الجسم، ويمكن تصنيفه إلى: شلل مزدوج (إصابة الساقين وإصابة بسيطة في الذراعين)، ونصفي (جانب واحد من الجسم)، ورباعي (الأطراف الأربعة مصابة) (خليل، 2014). يتضح في الشكل التالي أنواع الشلل الدماغي.

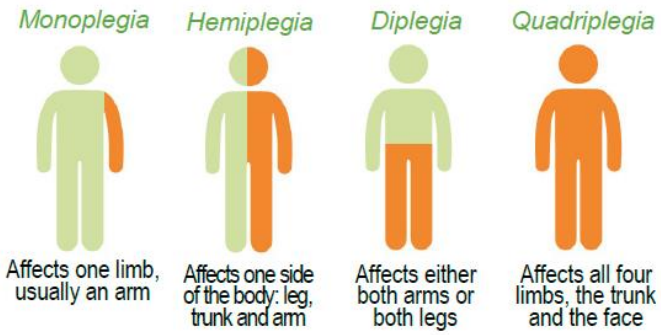


شكل (1) أنواع الشلل الدماغي

www.sehha.com

والشلل الدماغي هو أحد الإعاقات الجسمية في الجانب الحركي يظهر على شكل ضعف في الحركة أو شبه شلل أو عدم تناسق في الحركة تسببه مناطق الحركة في الدماغ، وهو لا يشمل المشكلات الحركية الناجمة عن إصابات النخاع الشوكي (السرطاوي والصمادي، 2016).

ويتضح في الشكل التالي أنواع الشلل الدماغي حسب الجزء المصاب من الجسم:



شكل (2) أنواع الشلل الدماغي حسب الجزء المصاب من الجسم

http://www.apdmpumalanga.org/cerebral-palsy/

[1] http://www.gulfkids.com/ar/index.php?action=show_res&r_id=68&topic_id=1026)(

ويمكن أن يختلف الشلل الدماغي في الشدة من بسيط إلى شديد، وبالنسبة للشلل الدماغي البسيط فعادة ما تكون الحركات الدقيقة فقط مصابة على نحو بسيط، أما في حالات الشلل الدماغي الشديد فإن الطفل يعاني من قيود كبيرة في حركة الذراع والساق وصعوبة في الكلام، وعادة ما يحتاج تعديلات واسعة النطاق لمهارات الحياة اليومية، وقد يشمل العلاج: العلاج الطبيعي والوظيفي، أو علاج النطق، أو الوضعية أو أجهزة التنقل، أو استخدام الأجهزة التقويمية (خليل، 2014).

ونتيجة التطورات والتقدم والأبحاث التي أجريت في هذا المجال فقد انعكس ذلك على طبيعة الخدمات المقدمة للأطفال المصابين بالشلل الدماغي بحيث انتقال العلاج من التركيز على الجانب الطبي الجراحي إلى الجانب التأهيلي التربوي، واشتهرت طرائق التدريب الحركي العصبي مثل طريقة بوباث وطريقة دومان ديلاكاتو وغيرها. هذا بالإضافة إلى تحسن نوعية الخدمات المتوافرة للأطفال المصابين بالشلل الدماغي بحيث أمكن تقديمها بطريقة شمولية من الحديث إلى تطور الخدمات التأهيلية والتربوية وكذلك البرامج والخدمات الوقائية، بالإضافة إلى دقة التشخيص والاكتشاف المبكر لحالات الشلل الدماغي بأنواعه المختلفة (السرطاوي، والصمادي، 2016).

يعتمد التدخل العلاجي في التعامل مع حالات الشلل الدماغي على افتراض أساسي مؤداه أن توفير التدريبات الحركية والحسية والترتيبات البيئية والأساليب التربوية والتأهيلية من شأنها أن تساعد الطفل المصاب بالشلل الدماغي على اكتساب المهارات والقدرات الحركية والحسية التي تسهل انتقال الطفل المصاب باستقلالية.

وتساعد مثل هذه التدريبات أيضاً على الحد من تحويل المعلومات الحسية التي يتلقاها المصاب بالشلل الدماغي إلى أنماط حركية انعكاسية غير طبيعية والعمل على تحويلها إلى حركات طبيعيّة، وذلك بالرغم من أن الشلل الدماغي يعد إصابة مزمنة لا يشفى منه المصاب شفاءً بالمعنى الطبي (السرطاوي والصمادي، 2016).

فالعلاج الطبيعي يساعد على تحسين نوعية الحياة عموما لمرضى الشلل الدماغي من قبل تخفيف الألم الجسدي والقيود وزيادة الاستقلال الذاتي وكذلك زيادة تعريف العضلات وزيادة مدى الحركة للأوتار والعضلات

اما العلاج الوظيفي للشلل الدماغي عنصرا هاما من خطة كاملة لإدارة الصحة والعلاج المهني وهو تسعى جاهدة لزيادة استقلال وتحسين نوعية الحياة لمرضى الشلل الدماغي بالنسبة للبالغين والمراهقين، وهذا قد يشمل العلاج تعزز قدرة المريض على العمل، ولكن ليس العلاج الوظيفي لفئة عمرية معينة.

فوائد العلاج واسعة النطاق تحسين الاستقلال في العناية الشخصية، وأداء المهام المنزلية، والتنقل والأنشطة العملية للحياة اليومية[2].

واعتماداً على شدة التأثر الحركي، فإن بعض الأطفال سوف يجدون صعوبة مع مختلف مهارات الحياة اليومية، بما في ذلك تناول الطعام، وارتداء الملابس، واستخدام المرحاض، والنظافة الشخصية، والقيام بأنشطة عادية من الحياة اليومية.

وقد تتطلب نشاطات الحياة اليومية تعديلات أو تقنيات مساعدة لتمكين الطفل من المشاركة إلى أقصى حد ممكن، وقد تساعد مشابك الملابس المعدلة وعلاقات الملابس الطفل في اللباس، وقد تساعد العصي القابلة للسحب والرفع على وضع الجوارب (خليل، 2014).

والملابس المناسبة تساعد في تحسين تقدير الذات عن طريق الاهتمام بالمظهر ومساعدته في الثقة بنفسه (السمان) ويمثل تقدير الذات للشخص من ذوي الاحتياجات الخاصة جزء ذو أهمية كبيرة من البرنامج الشامل لتأهيل، لأن الإحساس بتقدير الذات يمكن أن ينشئ قدرات لتأهيل الجسدي والنفسي. وهذا ما اكدته ايضاً دراسة نوفل واخرون في "المهارات الحياتية للطفل المعاق حركياً وعلاقتها بتقبل الذات".

تذكر السمان أن الإصابة بالإعاقة تؤدي إلى متطلبات وظيفية خاصة من الملابس لحالات الإعاقة الحركية. فا إذا كان لدى الفرد ذوي الاحتياجات الخاصة ملابس تتغير بسهولة في الارتداء فإنه يستطيع التغلب على حركته المحدودة، واستعادة ثقته بنفسه وفى قدراته وحصوله على الاستقلالية واعتماده على ذاته كما تساعده في انشطته الأخرى في حياته اليومية (السمان،1997).

وتتناول دراسة مقلان (2012) دور الملابس في عملية التأهيل لذوي الاحتياجات الخاصة وتقدير الذات حيث تعتبر الملابس من أهم حاجات الفرد التي ينتج عنها الصراع النفسي والشعور بالنقص والحرمان بالنسبة لذوي الاحتياجات الخاصة .الغرض منها الاستقلال بالنفس وتجنب الاعتماد على الآخرين في عمليات الخلع والارتداء وذلك ليس بالعمل الهين؛ لأن احتياجات كل طفل تعتبر فردية، وما هو سائد ومتوفر في وقت قد لا يتوفر في وقت أخر، وان أشكال الملابس متغيرة باستمرار حسب متطلبات الموضة (مقلان، 2012).

وتهدف دراسة القصاص (بدون) علي عملية إدماج وتفعيل دور ذوى الاحتياجات الخاصة داخل مجتمعهم المحلي حيث تكمن مشكلة المعاق والإعاقة في الظروف والسياقات الاجتماعية المختلفة و المهيأة للإعاقة والتي تضع قيود وعقبات غير مبرره ولا تستند إلى رؤى علميه أمام مشاركة المعاق في فعاليات الحياة الاجتماعية .وتشير العديد من الأبحاث إلى أن مشكلات المعاق الحياتية و التوافقية لا ترجع إلى الإصابة أو الإعاقة في ذاتها، بل تعود بالأساس إلي الطريقة التي ينظر بها المجتمع إليهم.

الصورة التالية توضح بعض الأوضاع الصحيحة لارتداء الملابس للأطفال المصابين بالشلل الدماغي والتي تساهم في مساعدة الطفل لمعرفة طريقة الارتداء ومساعدته في الثقة بنفسه.

[2] https://cerebralpalsygroup.com/treatment



الصورة رقم (1) الأوضاع الصحيحة لارتداء الملابس

www.hesperian.org

وأسفرت نتائج دراسة هلال (2016) على إمكانية استخدام (الملابس كأداة لتنمية قدرات الأطفال ذوى الاحتياجات الخاصة فئة الأطفال متعددي الإعاقة) باستخدام رموز بسيطة مطبوعة على التي شيرت لتساعده على تنمية قدراته والتعرف على مفاهيم جديده فى حياته.

تختلف أجسام ذوي الاحتياجات الخاصة حسب نوع إعاقة المصاب بها؛ فنجد أن جسم يختلف من طفل إلى آخر. وهذه الاختلافات هي التي تحدد الاحتياجاتً الطفل المعاق حركي الملبسية من حيث الاتساعات، والفتحات الملائمة التي تتناسب مع نوعيات الإعاقة المختلفة.

أن احتياجات هذه الفئة من الملابس يجب أن تحدد على أساس معرفة أفضل الملابس التي تتلاءم مع الاحتياجات من حيث قصور القوة العضلية، أو استخدام، الكرسي المتحركة أو العكازات أو الأطراف الصناعية فهذه تتطلب ملابس خاصة تتكيف مع إعاقتهم المختلفة (مقلان، 2012).

والأفراد ذوي الإعاقة جزء لا يتجزاء من مجتمعنا، لايمكن تجاهلهم او تغافلهم كما يلاحظ ان أعدادهم في تزايد في الوقت الحالي بكل المجتمعات حيث بلغت نسبة الأفراد ذوى الإعاقة حسب المسح الديموغرافي الصادر عن الهيئة العامة للإحصاء بالمملكة العربية السعودية لعام 2016 أن نسبة السكان السعوديين ذو الإعاقة إلى إجمالي السكان السعوديين بلغت (3.3%) ويعني ذلك أنه من بين كل (1000) من السكان السعوديين (33) من ذوي الإعاقة وهي تختلف حسب فئات العمر وحالة الصعوبة حيث تبلغ بين الأطفال الذين تتراوح اعمارهم بين سنة واربع سنوات (1,8%).

وبالنسبة ذوي الإعاقة من السعوديين حسب تصنيف واشنطن فأن نوع الصعوبة تختلف درجتها (خفيفة- شديدة- بالغة) ويلاحظ ان الصعوبة الأعلى نسبة هي ممن يعانون صعوبات في الحركة بنسبة (38,2%) من إجمالي الأفراد ذوو الإعاقة ولقد أظهرت النتائج ان النسبة الأعلى للذين يعانون من صعوبة الحركة بنسبة (37,4%) هي من الذكور. أما الإناث فكانت النسبة الأعلى للاتي يعانين من صعوبات في الحركة ايضاً بنسبة (39,2%) من إجمالي الأفراد ذوو الإعاقة.[3]

وهذه الإحصاءات تؤكد أهمية توجيه الدراسات العلمية لحل المشكلات التي تواجه هذه الفئات في جميع جوانب الحياة ومتطلباتها المتزايدة ومنها المتطلبات الملبسية وبناء على الاستطلاع الذي قامت به الباحثة 59،6% من عينة البحث من الأطفال لا تستطيع ارتداء الملابس بمفردها وبان الأطفال لديهم مشكلات مع استخدام الموثقات وبعض أنواع القطع الملبسية؛ ولذا تتضح مشكلة البحث في التساؤلات الاتية.

1. ما المشكلات الملبسية التي تواجه الفئات من ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي)؟
2. ما الأسس والمعايير التي يجب توافرها في ملابس الفئات الخاصة ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي)؟
3. ما إمكانية وضع معالجات تقنية لإنتاج تصميمات تتناسب مع ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي)؟
4. ما أراء القائمين على رعاية الأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي) نحو التصميمات المنفذة؟

أهداف البحث Objectives:

تتلخص أهداف البحث في:

1. وضع الأسس والمعايير التي يجب توافرها في ملابس الفئات الخاصة ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي).
2. تقديم معالجات تقنية لإنتاج ملابس ملائمة وظيفياً وجمالياً للأطفال ذوي الاعاقة الحركية (الشلل الدماغي).

أهمية البحث Research Significance

ترجع اهمية البحث فيما يلي:

- القاء الضوء على الأسس والمعايير التي يجب توافرها في ملابس الفئات الخاصة من ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي).
- المساهمة في سد حاجة المستهلكين من الأطفال ذوي الاحتياجات الخاصة، والسوق المحلي بتقديم نماذج مقترحة لإنتاج ملابس تتلاءم جمالياً ووظيفياً مع احتياجات الأطفال المصابين بالشلل الدماغي
- الوصول إلى أنسب الطرق والوسائل في حل المشاكل الملبسية لهذه الفئة؛ للحصول على أداء أفضل عند ممارسة الأنشطة المختلفة.
- تأكيد أهمية الصناعات الملبسية ودورها في التنمية الاقتصادية متمثلة في سد احتياجات المستهلك من الأطفال ذوي الاحتياجات الخاصة.
- امكانية تطويع الاقمشة الذكية (العاكسة للضوء) للمساهمة في العلاج الطبيعي للأطفال المصابين بالشلل الدماغي.

منهج البحث Methodology:

يتبع هذا البحث المنهج الوصفي مع إتباع الدراسة التحليلية والتطبيقية لمناسبة لتحقيق أهداف البحث والتحقق من فروضة.

الخطوات الاجرائية للبحث Procedure

أدوات البحث:

استبيان لمعرفة أراء القائمين على رعاية الأطفال ذوي الاعاقة الحركية (الشلل الدماغي) لمعرفة أراءهم بشأن التصميمات المقترحة من حيث النواحي الجمالية والوظيفية.

حدود البحث Delimitations:

الحدود الموضوعية: تقديم نماذج ملبسية مقترحة تلائم الأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي).
الحدود البشرية: الأطفال المصابين بالشلل الدماغي في مرحلة الطفولة المتوسطة (6:10) سنوات.
الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الأول للعام الجامعي 1437-1438هـ
الحدود المكانية: جمعية الأطفال المعوقين بمدينة جدة.

[3]. http://www.stats.gov.sa/ar

فروض البحث Hypothesis:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين التصميمات المنفذة من حيث الجانب الوظيفي.

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين التصميمات المنفذة من حيث الجانب الجمالي.

عينة البحث

عينة مكونة من (10) من القائمين على رعاية الأطفال ذوي الإعاقة الحركية (الشلل الدماغي) لمعرفة آرائهم في في القطع الملبسية المنفذة.

مصطلحات البحث Terminology:

الإعاقة الحركية Disability Motor:

هى حالات الأفراد الذين يعانون من خلل ما فى قدراتهم الحركية، أو نشـاطهم الحركى بحيث يؤثر ذلك الخلل على مظاهر نموهم العقلى والاجتماعى والانفعالى ويسـتدعى الحاجة إلى التربية الخاصة (حابس الهواملة، 2003م).

الشلل الدماغيCerebral palsy :

اضطراب غير تدهوري للحركات الإرادية ينجم عن تلف للمراكز الحركية في الدماغ قبل او اثناء الولادة او ضمن السنوات القليلة الأولى من الحياة (خليل، 2014).

ملابس الأطفال ذوي الاحتياجات الخاصة:

ويقصد بها: اقتصار استعمال نوع معين من الملابس لها مواصفات خاصة تتلاءم مع حاجات وخصائص مجموعة معينة من الأفراد دون غيرهم، بهدف الوصول إلى أفضل توافق بين مواصفات الملابس واحتياجات هؤلاء الأفراد المختلفة وسماتهم (مقلان، 2012).

إجراءات الدراسة التطبيقية:

من خلال الدراسـات السـابقة ومن خلال الدراسـات الاسـتطلاعية للقائمين على رعاية الأطفال محدودي الحركة (الشـلل الدماغي) تم اختيار موديلان وتنفيذها ليتلأم مع الاطفال الشلل الدماغي لفئة العمرية (6:10).

أولا: تحليل العينات الملبسية للبحث:

1-التحليل الوصفي للموديل الأول:

تصميم مناسب للمشاركة في احتفالات اليوم الوطني ويلائم ليكون الزي الموحد بمراكز التأهيل لمحدودي الحركية (الشلل الدماغي)



صورة(2) التصميم الأول من البوردة



صورة (3) تصميم الموديل الأول بعد التعديل

وصف التصميم :

القطعة الأولى: قميص بأكمام طويله وكول بسيط ومرد أمامي يفتح خط منتصف الأمام بأزارير وله جيبان جانبيان في الأمام.

القطعة الثانية: بنطلون طويل بكمر من الوسط وجيب داخلي.

التعديلات التقنية التي تم تنفيذها ليلائم الأطفال محدودي الحركة (الشلل الدماغي)

اشارت دراسة نوفل وآخرون "المهارات الحياتية للطفل المعاق حركياً وعلاقتها بتقبل الذات" الى ضرورة مشاركة ذوي الاحتياجات الخاصة في كافة الفاعليات والأنشطة من أجل تنمية وتطوير سلوكهم الاجتماعي (نوفل وآخرون،2013).

وكذلك اظهرت دراسة استطلاع الرأي ان نسبة 75% من عينة الأطفال ترغب في محاكاة المجتمع بشكل طبيعي وهذا ما يعني بان لها الحق في مشاركة المجتمع في مناسباته المختلفة لذا تم اختيار تنفيذ قطعة ملبسية تساهم في مشاركة الأطفال الاحتفالات الوطنية وتعزز الانتماء الوطني لديهم. والقطعة الملبسية تتكون من قميص وبنطلون نظرا لتفضيلها لعينة استطلاع الرأي بنسبة 39,6% بين بقية القطع الملبسية الأخرى.

تم إجراء التعديلات ليتلأم مع الأطفال التي تكون اعاقتهم في الجسم كامل او النصف الأيمن او الايسر. فقط حيث أوضح استطلاع الرأي ان نسبة 41,5 % من العينة كانت لديها إعاقة في كامل الجسم مما يعني اعتمادهم كلياً على الاخرين في لبس الملابس وكذلك 32.1% من العينة لديها إعاقة في الجزء الأسفل من الجسم بينما كانت نسبة من لديهم إعاقة في النصف الأيمن او الايسر من الجسم 9,4% أي يمكنهم الاعتماد جزئياً على انفسم في ارتداء الملابس ولذا تم تعديل الموديل بإضافة السوستة كموثق مفضل لدى عينة استطلاع الرأي حيث بلغت نسبة التفضيل 30,4% عن بقية أنواع الموثقات لسهولة الاستخدام في الاغلاق والفتح. وتؤكد دراسة مقلان (2012) بأن السحاب من أنسب الموثقات المستخدمة لذوي الإعاقة من حيث سهولة الاستخدام والمجهود البسيط، والوقت القليل، خاصة إذا كانت كبيرة الحجم. ويسهل تثبيتها في أماكن الفتحات المختلفة. وهذا ما ذكرته ايضاً دراسة (Cynthia Jean Allen,1975) في تفضيل استخدام السحاب من الأمام وكذلك أهمية وضع الجيب.

التعديلات التقنية للموديل:

القطعة الأولى (القميص)

1. إلغاء الكولة وتنظيف حردة الرقبة باستخدام البية.
2. إضافة مرد يفتح خياطة الجانبين حتى نهاية الكم بسحاب ابيض منفصل.
3. إضافة مرد يفتح خياطة الكتف ومنتصف الكم حتى نهاية الكم بسحاب ابيض منفصل.
4. استبدال الازارير بكبسون بلاستيك ليسهل عملية الفتح والاغلاق.
5. إضافة تطريز شعار المملكة العربية السعودية بخيوط القصب المعدني باللون الذهبي على الجيوب ليناسب الغرض من التصميم العام من الموديل.

القطعة الثانية (البنطلون)

1. إلغاء الجيوب الداخلية للبنطلون.
2. إضافة مرد جانبي يفتح خط الوسط الى نهاية البنطلون بسحاب ابيض منفصل.
3. إضافة الأستيك في الوسط.

الموديل الأول بعد التنفيذ



صورة رقم (4) الموديل الأول



صورة رقم (5) التقنيات المضافة للموديل الأول

2- التحليل الوصفي للموديل الثاني:

تصميم مناسب لمصابين بالشلل الدماغي في اليد فقط ويلائم ليكون الزي الموحد بمراكز التأهيل لمحدودي الحركية (الشلل الدماغي) تم إضافة الشرائط العاكسة للضوء لتكوين مثير بصري يساهم في استجابة الطفل اثناء العلاج الطبيعي.



صورة (6) التصميم الثاني من البوردة



صورة (7) التصميم الثاني بعد التعديلات

وصف التصميم :

اوفروال بكول بسيط ومرد امامي يفتح منتصف الأمام بأزارير واكمام وبنطلون قصيره.

التعديلات التقنية التي تم تنفيذها ليلائم الأطفال محدودي الحركة (الشلل الدماغي).

تم إجراء التعديلات التالية ليتناسب التصميم مع الأطفال التي تكون اعاقتهم في الذراع فقط وكذلك ليساهم في استجابة الطفل اثناء العلاج الطبيعي لما لاحظت الباحثة ضعف استجابة الأطفال اثناء العلاج الطبيعي وابحث عن مؤثر بصري يساهم في استجابة الأطفال وتم تعديل ما يلي:

1. تعديل طول الأكمام والبنطلون لتكون اكمام وبنطلون طويلة.
2. إضافة مرد يفتح خياطة الكم من الأعلى ليكون كم منفصل وذلك بسحاب أزرق بلون القماش.
3. إضافة مرد على حردة الكتف الخارجية ليغطي السحاب وإعطاء شكل جمالي.
4. تنظيف السحاب من الداخل بالبيه بقماش كروهات لاعطاء شكل جمالي عند الخلع الأكمام.
5. استبدال الازارير بكبسون معدني ليسهل عملية الفتح والإغلاق وإضافة الأزارير بشكل جمالي من الامام.
6. استخدام قماش ازرق سادة وكروهات لتنفيذ الموديل.
7. تنفيذ الجيوب بقماش كروهات لتحقيق عنصر الترابط في تصميم الموديل.

أضافة شرائط عاكسة خارجية تثبت أثناء العلاج الطبيعي بعروة خيط على جانبي الكم والبنطلون.

الموديل الثاني بعد التنفيذ



صورة رقم (8) الموديل الثاني بعد التنفيذ



صورة رقم (9) الموديل الثاني بإضافة الشرائط العاكسة

ثانياً: تطبيق استبيان لمعرفة اراء القائمين على رعاية الأطفال ذوي الاعاقة الحركية (الشلل الدماغي) في القطع الملبسية المنفذة

اشتمل الاستبيان علي تقييم (2) موديل علي محورين:

المحور الأول: الجانب الوظيفي وتضمن (13) عبارة

المحور الثاني: الجانب الجمالي وتضمن (8) عبارات

وقد استخدم ميزان تقدير ثلاثي المستويات (مناسب -الى حد ما- غير مناسب).

حساب صدق الاستبيان:

صدق الاستبيان: يقصد به قدرة الاستبيان على قياس ما وضع لقياسه.

حيث اعتمد البحث الحالي في التحقق من صدق المقياس Validity على طريقتين:

صدق المحتوى (الصدق الظاهري):

للتأكد من صدق المحتوى تم عرض استبانة قياس آراء المتخصصين حول التصميمات المقترحة على عدد (6) من الأساتذة المتخصصين أعضاء هيئة التدريس في الملابس والنسيج، وذلك بهدف التحقق من صدق محتواها والاسترشاد بآرائهم من حيث المعايير التالية:

1- صياغة العبارات سهلة وواضحة.
2- تسلسل وتنظيم العبارات.
3- ملائمة المحاور لهدف الاستبانة.
4- تناسب عدد العبارات داخل كل محور.
5- تناسب العبارات في كل محور.
6- شمول الاستبانة للهدف المراد قياسه.

والجدول التالي يوضح نسبة اتفاق المحكمين حول مدى توافر المعايير السابقة في الاستبانة.

جدول (1) نسبة اتفاق المحكمين حول استبانة قياس آراء المتخصصين حول التصميمات المقترحة

السادة المحكمين	نسبة الآراء %
الأول	100
الثاني	100
الثالث	96.86
الرابع	100
الخامس	96.68
السادس	100
الإجمالي 98.14	

يتضح من الجدول السابق نسبة اتفاق المحكمين حول استبانة قياس آراء المتخصصين حول التصميمات المقترحة، وفق النقاط التي تم استفتاؤهم حولها، حيث كانت أعلى نسبة اتفاق (100%) بينما أقل نسبة اتفاق (96.68%)، وتمثلت ملاحظات السادة المحكمين حول إعادة صياغة بعض العبارات، وتم عمل التعديلات، وصولاً للصورة النهائية للاستبانة.

ويتضح ارتفاع نسب اتفاق المحكمين على بنود الاستبانة بنسبة اتفاق (98.14%) مما يدل على تمتع الاستبانة بصدق المحكمين وصلاحيتها للتطبيق، وبذلك تكون قد خضعت لصدق المحتوى.

صدق الاتساق الداخلي:

1- حساب معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة من العبارات المكونة لكل محور، والدرجة الكلية للمحور بالاستبيان.
2- حساب معاملات الارتباط بين الدرجة الكلية لكل محور من محاور الاستبيان والدرجة الكلية للاستبيان.

المحور الأول: الجانب الوظيفي:

تم حساب الصدق باستخدام الاتساق الداخلي وذلك بحساب معامل الارتباط (معامل ارتباط بيرسون) بين درجة كل عبارة ودرجة المحور (الجانب الوظيفي)، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (2) قيم معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة ودرجة المحور (الجانب الوظيفي)

م	الارتباط	الدلالة
1	0.864	0.01
2	0.617	0.05
3	0.928	0.01
4	0.802	0.01
5	0.751	0.01
6	0.635	0.05
7	0.894	0.01
8	0.928	0.01
9	0.802	0.01
10	0.751	0.01
11	0.901	0.01
12	0.640	0.05
13	0.827	0.01

يتضح من الجدول أن معاملات الارتباط كلها دالة عند مستوى (0.01-0.05) لاقترابها من الواحد الصحيح مما يدل على صدق وتجانس عبارات الاستبيان.

المحور الثاني: الجانب الجمالي:

تم حساب الصدق باستخدام الاتساق الداخلي وذلك بحساب معامل الارتباط (معامل ارتباط بيرسون) بين درجة كل عبارة ودرجة المحور (الجانب الجمالي)، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (3) قيم معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة ودرجة المحور (الجانب الجمالي)

م	الارتباط	الدلالة
1	0.876	0.01
2	0.769	0.01
3	0.901	0.01
4	0.640	0.05
5	0.827	0.01
6	0.928	0.01
7	0.802	0.01
8	0.751	0.01

يتضح من الجدول أن معاملات الارتباط كلها دالة عند مستوى (0.01-0.05) لاقترابها من الواحد الصحيح مما يدل على صدق وتجانس عبارات الاستبيان.

الصدق باستخدام الاتساق الداخلي بين الدرجة الكلية لكل محور والدرجة الكلية للاستبيان:

تم حساب الصدق باستخدام الاتساق الداخلي وذلك بحساب معامل الارتباط (معامل ارتباط بيرسون) بين الدرجة الكلية لكل محور (الجانب الوظيفي، الجانب الجمالي) والدرجة الكلية للاستبيان، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (4) قيم معاملات الارتباط بين الدرجة الكلية لكل محور (الجانب الوظيفي، الجانب الجمالي) والدرجة الكلية للاستبيان

	الارتباط	الدلالة
المحور الأول: الجانب الوظيفي	0.815	0.01
المحور الثاني: الجانب الجمالي	0.749	0.01

يتضح من الجدول أن معاملات الارتباط كلها دالة عند مستوى (0.01) لاقترابها من الواحد الصحيح مما يدل على صدق وتجانس محاور الاستبيان.

حساب ثبات المقياس Reliability

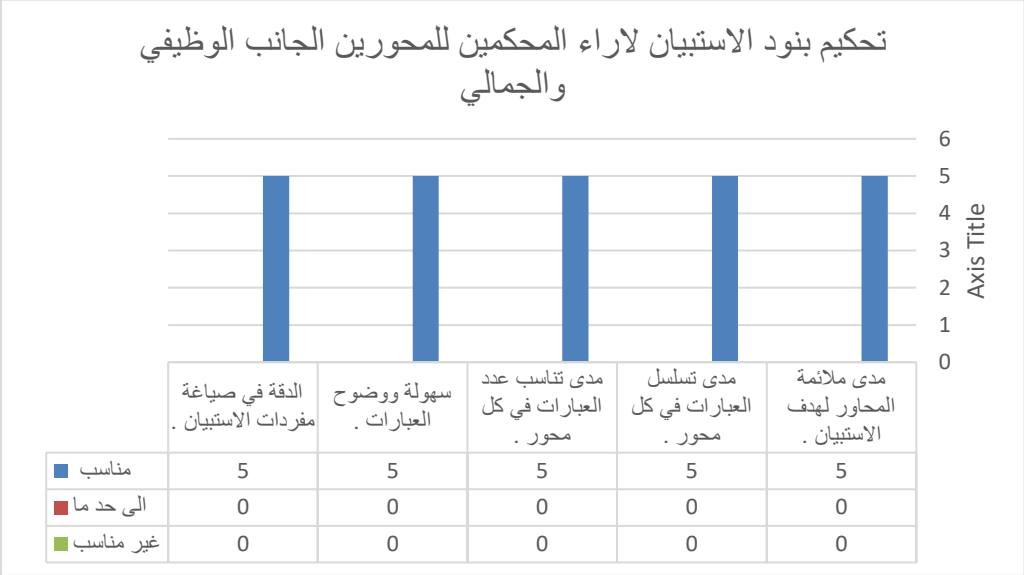
يقصد بالثبات دقة الاختبار في القياس والملاحظة، وعدم تناقضه مع نفسه، واتساقه واطراده فيما يزودنا به من معلومات عن سلوك المفحوص، وهو النسبة بين تباين الدرجة على الاستبيان التي تشير إلى الأداء الفعلي للمفحوص، وتم حساب الثبات عن طريق:

1- معامل الفا كرونباخ Alpha Cronbach
2- طريقة التجزئة النصفية Split-half
3- جيوتمان Guttman

جدول (5) قيم معامل الثبات لمحاور استبيان تقييم المتخصصين للتصميمات المقترحة

المحاور	معامل الفا	التجزئة النصفية	جيوتمان
المحور الأول: الجانب الوظيفي	0.936	0.961-0.894	0.920
المحور الثاني: الجانب الجمالي	0.794	0.826-0.755	0.783
ثبات استبيان تقييم المتخصصين للتصميمات المقترحة ككل	0.876	0909-0.831	0.864

يتضح من الجدول السابق أن جميع قيم معاملات الثبات: معامل الفا، التجزئة النصفية، جيوتمان دالة عند مستوى 0.01 مما يدل على ثبات الاستبيان.



شكل (3) تحكيم بنود الاستبيان لآراء المحكمين للمحورين الجانب الوظيفي والجمالي

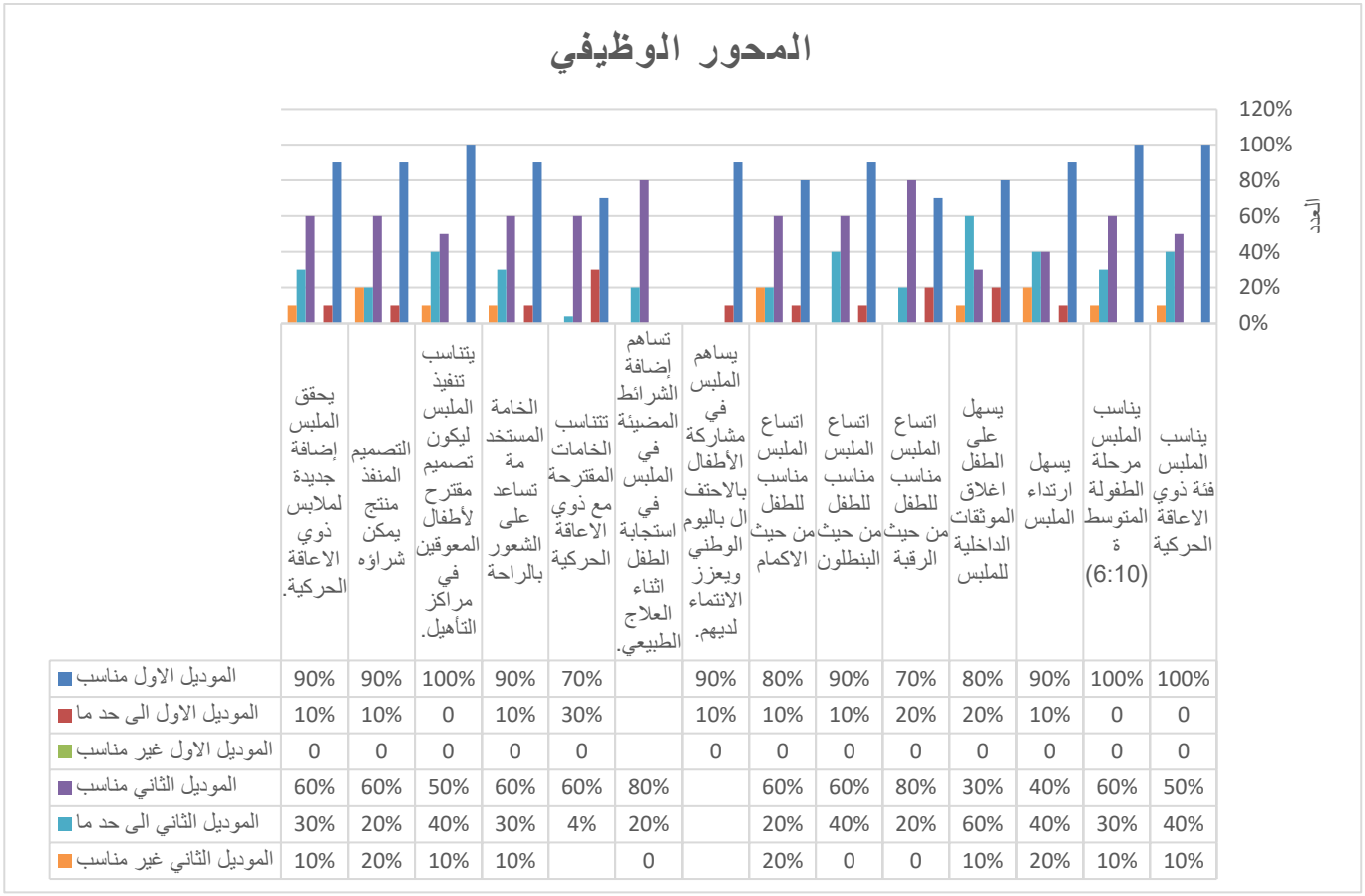
الجدول التالي (6) يوضح نتائج الموديل المنفذة في المحورين الوظيفي والجمالي

المحور	البنود	النسبة المئوية للموديل الاول			النسبة المئوية للموديل الثاني		
		مناسب	الى حد ما	غير مناسب	مناسب	الى حد ما	غـــــير مناسب
المحور الوظيفي	يناسب الملبس فئة ذوي الاعاقة الحركية	%100	0	0	%50	%40	%10
	يناسب الملبس مرحلة الطفولة المتوسطة (6:10)	%100	0	0	%60	%30	%10
	يسهل ارتداء الملبس	%90	%10	0	%40	%40	%20
	يسهل على الطفل اغلاق الموثقات الداخلية للملبس	%80	%20	0	%30	%60	%10
	اتساع الملبس مناسب للطفل من حيث الرقبة	%70	%20	0	%80	%20	0
	اتساع الملبس مناسب للطفل من حيث البنطلون	%90	%10	0	%60	%40	0
	اتساع الملبس مناسب للطفل من حيث الاكمام	%80	%10	0	%60	%20	%20
	يساهم الملبس في مشاركة الأطفال بالاحتفال باليوم الوطني ويعزز الانتماء لديهم.	%90	%10	0			
	تساهم إضافة الشرائط المضيئة في الملبس في استجابة الطفل اثناء العلاج الطبيعي.				%80	%20	0
	تتناسب الخامات المقترحة مع ذوي الاعاقة الحركية	%70	%30	0	%60	%4	
	الخامة المستخدمة تساعد على الشعور بالراحة	%90	%10	0	%60	%30	%10
	يتناسب تنفيذ الملبس ليكون تصميم مقترح لأطفال المعوقين في مراكز التأهيل.	%10	0	0	%50	%40	%10
	التصميم المنفذ منتج يمكن شراؤه	%90	%10	0	%60	%20	%20
	يحقق الملبس إضافة جديدة لملابس ذوي الاعاقة الحركية.	%90	%10	0	%60	%30	%10
المحور الجمالي	تتناسب الخامة مع التصميم المنفذ في الموديل	%90	%10	0	%70	%30	0
	هناك توافق بين لون القماش الأساسي والمكمل				%80	%10	%10
	هناك توافق بين لون القماش الأساسي والموثقات (السوستة) في الموديل	%8	%2	0	%60	%30	%10
	تتوافق الألوان المقترحة في الموديل مع ألوان الأطفال المفضلة	%100	0	0	%50	%30	%10
	تتناسب الألوان المقترحة في الموديل مع الفترة العمرية (6: 10)	%80	%20	0	%60	%20	%10
	يتمتع التصميم المنفذ بالفكر الابتكاري	%80	%20	0	%60	%40	0
	يحقق الموديل الأصالة والمعاصرة	%80	%2	0	%50	%40	-
	يتمتع الملبس بالمظهر الجيد	%90	%10	0	%60	%40	0

النتائج والمناقشة:

الفرض الأول: توجد الفروق ذات دلالة إحصائية بين الموديلات في الجانب الوظيفي

تم توزيع اســتمارة الاســتبيان الكترونياً للقائمين على رعاية ذوي الاحتياجات الخاصــة من الأهالي والمعلمين لمعرفة مدى ملائمة الموديلات المنفذة من الجانب الوظيفي والجمالي وعرض القطع المنفذة وكان عدد العينة (10) محكمين من القائمين على رعاية ذوي الاحتياجات الخاصة



	يحقق الملبس إضافة جديدة لملابس ذوي الاعاقة الحركية.	التصميم المنفذ منتج يمكن شراؤه	يتناسب تنفيذ الملبس ليكون تصميم مقترح لأطفال المعوقين في مراكز التأهيل.	الخامة المستخدمة تساعد على الشعور بالراحة	تتناسب الخامات المقترحة مع ذوي الاعاقة الحركية	تساهم إضافة الشرائط المضيئة في الملبس في استجابة الطفل اثناء العلاج الطبيعي.	يساهم الملبس في مشاركة الأطفال بالاحتفال باليوم الوطني ويعزز الانتماء لديهم.	اتساع الملبس مناسب للطفل من حيث الاكمام	اتساع الملبس مناسب للطفل من حيث البنطلون	اتساع الملبس مناسب للطفل من حيث الرقبة	يسهل على الطفل اغلاق الموثقات الداخلية للملبس	يسهل ارتداء الملبس	يناسب الملبس مرحلة الطفولة المتوسطة (6:10)	يناسب الملبس فئة ذوي الاعاقة الحركية
الموديل الاول مناسب	90%	90%	100%	90%	70%		90%	80%	90%	70%	80%	90%	100%	100%
الموديل الاول الى حد ما	10%	10%	0	10%	30%		10%	10%	10%	20%	20%	10%	0	0
الموديل الاول غير مناسب	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
الموديل الثاني مناسب	60%	60%	50%	60%	60%	80%		60%	60%	80%	30%	40%	60%	50%
الموديل الثاني الى حد ما	30%	20%	40%	30%	4%	20%		20%	40%	20%	60%	40%	30%	40%
الموديل الثاني غير مناسب	10%	20%	10%	10%		0		20%	0	0	10%	20%	10%	10%

شكل (4) المحور الوظيفي

تشير نتائج الجدول السابق ان الموديل الأول يناسب فئة ذوي الاحتياجات الخاصة والمرحلة العمرية للطفولة المتوسطة (6:10) سنوات ويتناسب ان يكون تصميم مقترح لأطفال المعوقين في مراكز التأهيل بنسبة 100% بينما حصل الموديل الثاني ما بين 50-60 % لذات البنود.

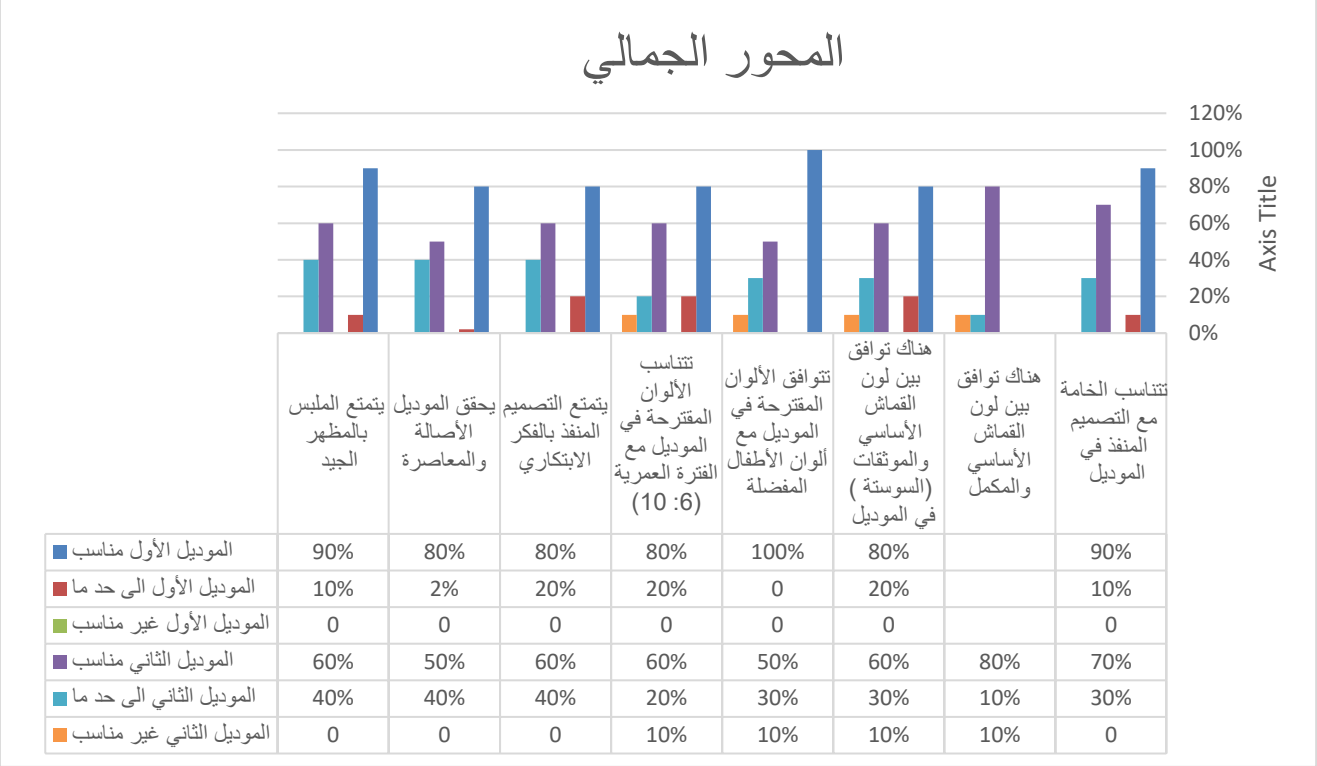
يساهم الموديل الأول بنسبة 90% في مشاركة الأطفال الاحتفال باليوم الوطني ويعزز الانتماء لديهم وكذلك كا إضافة جديدة لملابس ذوي الإعاقة الحركية بينما حصلت إضافة الشرائط المضيئة في الموديل الثاني على نسبة 80% للمساهمة كمحفز بصري في استجابة الطفل أثناء العلاج الطبيعي.

حصل الموديل الأول على نسبة 90% كمنتج يمكن شرائه بينما حصل الموديل الثاني على 60% ومن النتائج السابقة يتضح تفضيل القائمين على رعاية ذوي الاحتياجات الخاصة للقطع الملبسية المكونة من بنطلون وقميص أكثر من الأوفروال. وهذا ما تؤكده دراسة عقلان (2012) أيضا من تفضيل البنطلون والقميص لدى هذه الفئة.

إضافة الموثقات(السحاب) للموديل الاول بشكل وظيفي وجمالي تساهم في تفضيل الموديل بنسبة 80% كموثقات يسهل على الطفل أغلاقها وهذا ما ذكرته أيضا دراسة مقلان (2012) بينما إضافة السحاب في الموديل الثاني على أطراف الأكمام فقط أدت الى تفضليه بنسبة 30%.

ويتضح مما سبق بأن الموديل كان له التفضيل لدى المحكمين من القائمين على رعاية ذوي الاحتياجات الخاصة في أكثر بنود استمارة الاستبيان.

الفرض الثاني: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الموديلات في الجانب الجمالي.



	يتمتع الملبس بالمظهر الجيد	يحقق الموديل الأصالة والمعاصرة	يتمتع التصميم المنفذ بالفكر الابتكاري	تتناسب الألوان المقترحة في الموديل مع الفترة العمرية (6: 10)	تتوافق الألوان المقترحة في الموديل مع ألوان الأطفال المفضلة	هناك توافق بين لون القماش الأساسي والموثقات (السوستة) في الموديل	هناك توافق بين لون القماش الأساسي والمكمل	تتناسب الخامة مع التصميم المنفذ في الموديل
الموديل الأول مناسب	90%	80%	80%	80%	100%	80%		90%
الموديل الأول الى حد ما	10%	2%	20%	20%	0	20%		10%
الموديل الأول غير مناسب	0	0	0	0	0	0		0
الموديل الثاني مناسب	60%	50%	60%	60%	50%	60%	80%	70%
الموديل الثاني الى حد ما	40%	40%	40%	20%	30%	30%	10%	30%
الموديل الثاني غير مناسب	0	0	0	10%	10%	10%	10%	0

شكل رقم (5) المحور الجمالي للموديلات

من الجدول السابق يتضح توافق الموديل الأول مع الألوان المفضلة لدى الأطفال بنسبة 100% بينما الموديل الثاني بنسبة 50 %. وكذلك توافق اللون ما بين القماش الأساسي والموثقات في الموديل الأول بنسبة 80% بينما الموديل الثاني 60%

ونجد ان تمتع الموديل الأول بالفكر الابتكاري والأصالة والمعاصرة بنسبة 80%بينما الموديل الثاني تراوحت النسب ما بين 50-60%.

يتمتع الموديل الأول بالمظهر الجيد ومناسبة الخامة للتصميم المنفذ في الموديل بنسبة 90% بينما الموديل الثاني تتراوح ما بين 60-70% .

ومما سبق يتضح تميز الموديل الأول وتفضيله من القائمين على رعاية ذوي الاحتياجات الحركية (الشلل الدماغي) في الكثير من بنود الاستبيان بنسب عالية

تأكد هذه الدراسة العديد من الدراسات السابقة في مجال ملابس ذوي الاحتياجات الخاصة في التفضيلات الملبسية لذوي الاحتياجات الخاصة وتتفرد في توظيف التفضيلات الملبسية في تنفيذ موديلات تساهم في مشاركة الأطفال للمجتمع لتعزيز الثقة بالذات والاتصال بالمجتمع.

التوصيات:

في ضوء ما توصل إلية البحث من نتائج فإن الباحثة توصي بالتالي:

1. التوسع في إجراء المزيد من البحوث والدراسات التي تعالج إعاقات وحالات مختلفة للمساهمة في تقديم الحلول البديلة.
2. الاهتمام بتخصيص خطوط إنتاج لإنتاج ملابس جاهزة ملائمة جمالياً ووظيفياً لذوي الاحتياجات الخاصة.
3. تخصيص الاهتمام لذوي الاحتياجات الخاصة لجميع الاحتياجات الملبسية وخاصتاً الملابس الداخلية التي تغفل عنها الدراسات في هذا الجانب.
4. تطويع الاقمشة الذكية للمساهمة في حل المشكلات الملبسية والصحية التي تواجه ذوي الاحتياجات الخاصة.
5. تطويع التطبيق الحديث للتكنولوجيا النانو في صناعة الغزل والنسيج في قسم الحياكة

وخصائص المواد النسيجية للمساهمة في حل المشكلات الملبسية والصحية التي تواجه ذوي الاحتياجات الخاصة.

المراجع العربية:

الخطيب، جمال (2003). *الشلل الدماغي والإعاقة الحركية (دليل المعلمين والآباء)* (الطبعة الأولى) دار الفكر، الأردن.

الهواملة، حابس. (2003). *سيكولوجية الأطفال غير العاديين (الإعاقة الحركية)* (الطبعة الأولى)، الدار الأهلية للنشر والتوزيع-عمان.

محمود، ربيع، والزاكي، منى مصطفى، والعفيفي، وزكي، شيماء فواد (2013). المهارات الحياتية للطفل المعاق حركيا وعلاقتها بتقبل الذات، *مجلة جامعة المنصورية*، 245- 257.

السمان، سامية إبراهيم لطفي. (1997). *موسوعة الملابس*، (الطبعة الأولى)، جامعة الإسكندرية.

مقلان، سمر (2012). *تصميم وتنفيذ ملابس جاهزة ملائمة وظيفياً وجمالياً لذوي الاحتياجات الخاصة* [رسالة دكتوراه غير منشورة] جامعة ام القرى.

السرطاوي، عبد العزيز، والصمادي، جميل (2016). *الإعاقات الجسمية والصحية* (الطبعة الرابعة) دار الفكر، عمان.

الروسان، فاروق. (2010). *سيكولوجية الأطفال غير العاديين، مقدمة في التربية الخاصة*.

القصاص، مهدي محمد. (2019). التمكين الاجتماعي لذوي الاحتياجات الخاصة: دراسة ميدانية .*المجلة الدولية لعلوم وتأهيل ذوي الاحتياجات الخاصة*، 7، 103 - 132. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1127828

هلال، نهى عبد الحليم عبد الله. (2016). *تفعيل دور الملابس فى تنمية قدرات الأطفال ذوى الاحتياجات الخاصة* [رسالة دكتوراه غير منشورة] كلية الاقتصاد المنزلي - جامعه المنوفيه.

خليل، ياسر فارس. (2014). *الإعاقات الجسمية والصحية والإعاقات المتعددة* (الطبعة الأولى) دار الفكر، الأردن.

REFERENCES

[1] Allen, G. (1975). *Clothing design for the physically handicapped elderly woman* (MASTER OF SCIENCE in Home Economics) - Montana State University.

[2] Nicholson, J. H., Morton, R. E., Attfield, S., & Rennie, D. (2001). Assessment of upper-limb function and movement in children with cerebral palsy wearing lycra garments. Developmental medicine and child neurology, 43(6), 384–391. https://doi.org/10.1017/s001216220100072x

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 817-827
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

L'Afrique a-t-elle connu de véritables idéologies ? Leurs problématiques, enjeux et perspectives

[Did Africa know real ideologies? Their problematics, stakes and perspectives]

Bernard Kateta Balibuno[1], Laurence Cishugi Njabuka[1], Belthazard Ahadi Kacelewa[2], and Georges Mushagalusa Mudekereza[1]

[1]Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV, WALUNGU), Sud-Kivu, RD Congo

[2]Faculté de Droit et Ecole de Criminologie, Université du Cinquantenaire de Lwiro (UNI50), Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2023 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 great debate and the big argumentative elevated by the matter of recognition of the existence or not of the African Philosophy justify a systematical analysis of African thoughts to quarry the philosophical ingredients. In fact, for many African pessimists, it was unthinkable to consider an African ideology. Many prejudices have been advanced for that goal supporting the mental inability of niggers. Here, we can mention that the major marks the « pre-logism» of Levy Brühl confirming that the negroes have a pre-logical mentality. Hegel, denies all the history, every movement and development to Africa testifying that all happened in Africa highlights from Asian and European world. Towards this african reification, it becomes imperative to wonder if Africa has got real ideologies, their matters, and perspectives.
This is the task on which harness different authors of this section thus the major intention is to bring up the readers discover the great African ideologies and their contributions in the history of african thought in particular and in the universal thought in general.

KEYWORDS: ideologies, Africa, philosophy.

RESUME: Le grand débat et la grande controverse soulevés par la question de la reconnaissance de l'existence ou non d'une philosophie africaine justifient l'impératif d'une analyse systématique des pensées africaines pour en extraire les éléments philosophiques. En effet, pour nombreux afropessimistes, il était inconcevable d'envisager une idéologie africaine. Beaucoup de préjugés ont été développés pour cette fin soutenant l'incapacité mentale des nègres. Nous pouvons mentionner ici à gros traits le «prélogisme» de Levy Bruhl affirmant que les nègres ont une mentalité prélogique. Hegel quant à lui, dénie toute histoire, tout mouvement et tout développement à l'Afrique attestant que tout ce qui est passé en Afrique relève du monde asiatique et européen. Devant cette réification des Africains, il devient impératif de se poser la question de savoir si l'Afrique a connu de véritables idéologies, leurs problématiques, enjeux et perspectives.
Telle est la tâche à laquelle s'attèlent les auteurs de cet article dont l'intention majeure est d'amener les lecteurs à découvrir les grandes idéologies africaines et leurs apports dans l'histoire de la pensée Africaine en particulier et dans la pensée universelle en générale.

MOTS-CLEFS: idéologies, Africain, philosophie.

1 INTRODUCTION

La philosophie Africaine actuelle est représentée et animée par un grand nombre de chercheurs de tout horizon. Plusieurs problématiques y sont traitées avec toute la rigueur scientifique. Elle renferme des réflexions éminemment philosophiques et conduit les chercheurs à des résultats donnant des solutions aux grands problèmes des sociétés. Nous allons considérer l'Afrique francophone et l'Afrique Anglophone quant à la question touchant les idéologies africaines. Celles-ci étant un ensemble des doctrines, des théories conçues par des africains pour exprimer ou justifier leurs actions tant sur le plan politique, social, économique, culturel, etc.

L'objectif principal des philosophes africains étant de réfléchir aux nouveaux horizons afin de voir de quelle manière, le peuple africain pourrait vivre dans une harmonie commune, en mettant en évidence les stratégies pour barrer la route à une deuxième colonisation des occidentaux, les impérialistes qui à tout prix veulent s'accaparer des ressources africaines.

Permettre aux jeunes africains d'être fiers de vivre dans leurs pays, avec une visée de protéger la terre de leurs ancêtres, sauvegarder la culture, la langue voire même la monnaie africaine en voie de disparition, l'acculturation engendrant des conséquences tant sur le plan économique et social.

L'Afrique un continent riche en ressources naturels qui malheureusement le peuple surtout les jeunes africains sont de plus en plus victimes des différentes noyades à la quête de la vie meilleure en occident, des enfants innocents meurent de faim alors que la terre de leurs grands-parents est riches en tout.

Tout ceci, prouve à suffisance combien de fois les impérialistes ont incité les africains à s'écarter de leur culture, leurs idéologies, leur coutumes, observant de nos yeux propres des conséquences au point de vue économique et social. En Afrique, nous sommes victimes-auteurs de notre mal, car par ignorance nous avons accepté de copier les mœurs, les langues, les idéologies, la monnaie occidentales en lieu et place de réfléchir de manière ou d'une autre comment on pourrait encore une fois revenir à nos propres idéologies conformément à celles de nos ancêtres, l'Afrique, historiquement considérée comme étant le berceau de l'humanité.

La question fondamentale qui traverse ce travail est celle de prouver si l'Afrique a connu de véritables idéologies, leurs problématiques, enjeux et perspectives. Il s'agira d'un travail de description de différentes idéologies africaines et d'analyse de leur problématique, enjeux et perspectives.

2 MATERIELS ET METHODES

Nous basons la réflexion développée dans cette étude sur des ouvrages ainsi que d'autres sources à notre disposition: article des revues, des encyclopédies et des sites internet. Nous usons ainsi des méthodes descriptive, analytique mais aussi herméneutique pour interpréter les différentes pensées des auteurs auxquels nous recourons pour justifier notre propos ou contre lesquels nous nous inscrivons en faux.

Nous subdivisons ce travail en trois chapitres hors mis cette brève partie introductive et une brève conclusion. Dans le premier chapitre nous définissons le concept idéologie; dans le second, nous présentons et analysons les différentes grandes idéologies africaines et dans la troisième partie, nous relevons les problématiques, les enjeux et les perspectives de ces idéologies.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 DEFINITIONS DU CONCEPT IDEOLOGIE

Le concept idéologie est un néologisme de DESTUDE DE TRACY (1754-1836) qu'il forgea pour désigner « *la science des idées au sens le plus général de ce mot, c'est-à-dire des états de conscience. Ce néologisme était destiné à remplacer psychologie qui avait l'inconvénient de désigner l'âme*. » Mais plus couramment, à en croire P. FOULQUIE, l'idéologie désigne un système plus ou moins cohérent d'idées, d'opinions ou des dogmes, qu'un groupe social ou un parti présentent comme exigence de la raison, mais dont le ressort effectif se trouve dans le besoin de justifier des entreprises destinées à satisfaire des aspirations intéressées et qui est surtout exploité pour la propagande.

L'on comprend que le terme idéologie peut s'entendre comme une doctrine, un mouvement d'idées qui inspirent ou justifient les actions posées par un groupe ou par un individu en sa faveur ou en faveur de toute la société. André Lalande définit très brièvement l'idéologie comme « *une doctrine qui inspire ou parait inspirer un gouvernement ou un parti* » [6]. Le

terme idéologie s'emploie au sens péjoratif comme le précise l'auteur ci-haut cité, pour désigner une analyse ou une discussion creuse d'idées abstraites, qui ne correspondent pas aux faits réels.

En Afrique, la pensée a d'abord été mythologique avant de devenir idéologique. En effet, depuis sa création, l'homme (ici, entendez l'Africain) comme un être pensant, s'est toujours interrogé sur le sens de la vie, sur son origine, sur l'origine du monde, sur l'origine du mal, de la souffrance, sur sa destinée finale... Mais au départ, l'Africain cherchait la réponse à toutes ces questions dans les mythes. Un mythe, en effet est un récit imaginaire visant à fournir une explication aux phénomènes dont on n'a pas encore trouvé de fondement. Le dictionnaire philosophique de Paul FOULQUIE définit le mythe d'abord comme un récit fabuleux racontant des exploits des dieux ou des héros et destinés d'ordinaire à donner du réel une explication capable de satisfaire un esprit primitif. Ensuite, et c'est peut-être une précision que cet auteur veut apporter à sa définition quand il précise dans les lignes qui suivent: « *De nos jours, on admet que certains mythes constituent un récit ou une représentation des faits qui, sans être justiciables des normes scientifiques ou rationnelles, ne sont pas pour autant fabuleux. Ils constitueraient une première élaboration d'expériences réelles.* » [6]. Malheureusement, nous l'avons bien saisie dans cette définition que le mythe n'est pas scientifique, comme le signifie MALINOWSKI:

« *La fonction du mythe n'est pas de répondre à une question scientifique. Le mythe a pour fonction de renforcer les pratiques culturelles et les croyances religieuses d'une collectivité. Il assure sa première cohérence. Mais il s'effacera, lorsqu'un groupe se sera donné des idéologies et des institutions. Il joue une fonction historique passagère. C'est la thèse du fonctionnalisme*. » [11].

Comment s'est réalisé ce passage du mythe à l'idéologie ? Selon le dire de J.M. VAN PARYS, ce passage s'est réalisé grâce à un courant venu de la diaspora noire, nord-américain notamment et qui a contribué à tourner l'Afrique vers les idéologies. Il s'agit concrètement des fils des anciens esclaves déportés, qui ont perdu leurs cultures africaines traditionnelles, une fois libérés, se trouvaient déracinés. Mais certaines certitudes les habitaient, telles que celles-ci: la liberté est la valeur suprême - Elle tourne donc, non vers le passé, mais vers l'avenir-Elle ne se réalise que par une attitude de vie pragmatique, technique, utilitaire, qui prendra nécessairement la forme d'une lutte, violente ou non. C'est dans cet angle d'idée qu'il faut comprendre l'idéologie comme un souci de dépasser sa situation actuelle par une lutte motivée, par une ferme prise de conscience du mal qu'on ne veut plus enduré. C'est également ce qui se trouve exprimé par ces termes d'Elungu Pene Elungu cités par JM VAN PARRYS: « *L'idéologie signifie, en fin de compte, écrit-il, la réalisation des exigences philosophique du bien et du vrai au sein de la société, en faisant de celle-ci l'alpha et l'oméga de toute entreprise philosophique. Dans l'idéologie, la société trouverait son achèvement social et son accomplissement humain* » [11]. Dans cette perspective, Les idéologies africaines se sont d'abord constituées comme des mouvements de lutte contre la domination. Elles ont réagi d'abord contre les préjugées idéologiques qui sous-tendaient la traite de nègre, l'esclavage, le colonialisme. Elles ont réagi également contre la méconnaissance de la culture noire, de l'Histoire de l'Afrique, des droits politiques des Noirs, de leur personnalité originale. Les plus remarquables de ces idéologies et qui vont constituer la toile de fond de ce travail sont: L'African personality, le Pan-Africanism, La négritude, L'humanisme africain, Le socialisme africain et Le consciencisme.

3.2 LES GRANDES IDEOLOGIES DE L'HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE AFRICAINE

Ce que nous qualifions ici de grandes idéologies sont effectivement des mouvements initiés par des Africains pour revendiquer leurs droits violés par la domination des blancs. Nous mentionnons ici celles que les professeurs Nkombe OLEKO et A.J. SMET appellent « courants idéologiques. » [11].

3.2.1 L'AFRICAN PERSONALITY

Cette idéologie avait comme objectif d'aboutir à mettre fin à l'esclavage. Elle est née en Angleterre en 1772, par l'action de Lord Mansfield, et a abouti, sur le plan légal, aux Etats-Unis, en 1863, sous l'impulsion du Président Lincoln. Cependant d'une part, les textes de loi ne furent pas immédiatement suivis d'exécution, d'autre part, les traumatismes profonds engendrés par l'esclavage ne pouvaient que mettre beaucoup de temps à s'atténuer. C'est dans cette atmosphère qu'est né le mouvement de l'African Personality.

L'African Personality appartenait aux intellectuels noirs anglophones. Cette idéologie avait procédé de deux manières, en premier lieu elle lutta contre l'esclavage et en second lieu, elle chercha à faire prévaloir les traits originaux de l'homme Africain, dans le cadre de mouvement d'émancipation qui répondait à la colonisation. En plus de ces deux manières, elle s'attachait aux problèmes de développement économique et social. La constante de cette idéologie consiste principalement à mettre en valeur la Personnalité africaine, mieux la défense de l'homme africain. La personnalité qui a le plus marqué cette idéologie fut Edouard W. Blyden. Né le 03aout 1832 à Saint-Thomas, colonie danoise des Caraïbes, placée sous l'autorité du Danemark. Troisième fils d'une faille d'esclave affranchis exerçant le métier de tailleur et couturier, il reçoit une éducation anglophone. Il fut envoyé poursuivre ses études au Libéria afin de « civiliser l'Afrique ».

Entre 1852 à 1856, Blyden suit les cours de théologie, de latin, de grec, de mathématique, de géographie et d'orthographe à Monrovia. Dans les années 1860, fort de ses excellents résultats, Blyden est nommé Commissaire du gouvernement du Libéria pour les Etats-Unis. La loi votée au Libéria afin d'instituer cette fonction de commissaire évoque l'objectif d'un « retour » des « descendants d'Afrique » dans leur « terre natale ». À maintes reprises, entre 1861 et 1895, Blyden se rend aux États-Unis afin d'attirer des investissements pour la jeune république africaine. Il élabore pour cela une campagne de propagande en rédigeant notamment une lettre ouverte aux personnes libres des descendants africaines à travers les Etats-Unis, et un ouvrage présentant une vision idyllique du Liberia « Liberia's Offering ». En 1887 paraît son ouvrage capital, Christianity, Islam and the Negro Race.Dans deux de ses articles, « A Voice from Bleeding Africa » et « A Vindication of the Negro Race", Blyden rend hommage à plusieurs personnalités noires célèbres, telles que Toussaint Louverture et Paul Cuffe. Il veut ainsi revaloriser l'histoire des Noirs et montrer à tous leur importance dans le monde. Blyden rappelle également le rôle de l'Afrique comme le « berceau de la civilisation », le « conservatoire du monde ». Lors de son séjour en Égypte (1866), Blyden s'émerveille de son passé millénaire. Dans un discours aux États-Unis prononcé en 1882, Blyden évoque ses lectures d'Hérodote, qui écrit que les égyptiens ont « la peau noire et les cheveux laineux » et sont « les plus grands hommes » civilisateurs du monde.

Comme on peut le remarquer à travers ses publications, fait remarquer J.M Van PARYS, toute la préoccupation de BLYDEN est la défense et la promotion de la race noire. Pendant toute sa carrière, il lutte contre les préjugés de l'infériorité de la race noire, réfute tous les arguments apportés en faveur de cette thèse, en soulignant que les différences à ses yeux fondamentales, entre les races, ne constituent, ni supériorité, ni infériorité, mais originalité.

3.2.2 LE PAN-AFRICANISM

Le mouvement panafricain est né, comme nous le lisons dans Universalis Ancyclopaedia [4], pour l'essentiel dans des régions de langue anglaise: au sud des Etats –Unis d'Amérique et aux Antilles britanniques.

Le panafricanisme est un mouvement et une idéologie politiques qui promeut l'indépendance totale du continent africain et encourage la pratique de la solidarité entre les Africains et les personnes d'ascendance africaine, où qu'ils soient dans le monde, indépendamment de leurs origines ethniques, leurs appartenances religieuses, ou leurs apparences physiques. Un drapeau de l'UNIA ou le drapeau de la Libération noire se veut comme symbole unifiant toutes les populations noires à travers le monde. Le panafricanisme est à la fois une vision sociale, économique, culturelle et politique d'émancipation des Africains et un mouvement qui vise à unifier les Africains du continent et de la diaspora africaine en une communauté africaine mondiale, le cœur de son principe consiste en la certitude que les peuples d'Afrique et de la diaspora partagent une histoire et une destinée commune et que leur progrès social, économique et politique est lié à leur unité. Son objectif ultime est la réalisation d'une organisation politique intégrée de toutes les nations et peuples d'Afrique [12]

A l'origine, il n'était qu'une simple manifestation de solidarité entre Noirs d'ascendance africaine transplantés aux Antilles ou en Amérique du Nord. L'initiateur de ce mouvement fut le Dr William Edward Burghard DUBOIS, né dans un village de Massachusetts en 1868. Après des études universitaires, notamment à Havard et à Berlin. Premier noir américain diplômé d'un doctorat en philosophie, il fut le premier noir à être élu membre de l'Institut des arts et des Lettres aux Etats – Unis. Pour vulgariser les idées panafricaines, des congrès furent organisés: En 1919, il réclame conformément aux principes proclamé par le président américain Woodrow WILSON, le droit du peuple à disposer d'eux- mêmes. Grâce à l'appui de Georges CLEMENCEAU et de plusieurs hommes politiques français originaires des Antilles et du Sénégal, il réussit à réunir à Paris une soixantaine des délégués qui, à l'issue de leurs travaux, remirent une pétition à la société des Nations. Ce congrès de Paris réclame parmi d'autres vœux, que les territoires coloniaux de l'Allemagne soient confiés à une gestion internationale. En 1921 et 1923 A Londres, en 1927 à New York, des rencontres panafricains furent organisées. Il faut signaler que les participants à ces rencontres furent des nationalistes qui venaient pour la plus part de l'Afrique et dont la revendication était soit l'émancipation de leurs pays, soit celle de l'Afrique noire. Parmi les grands pionniers du panafricanisme, on peut signaler les noms du ghanéen Kwame Nkrumah, le Kenyan Jomo Kenyatta, l'antillais Georges Padmore, le Guyanais Pierre Milliard et T.R. Makonnen. C'est à l'issue de la conférence de Manchester, en 1945 que Kwame Nkumah pris l'initiative de rassembler les délégués ouest-africains en un secrétariat national d'Afrique. Avec cette initiative, la destinée du panafricanisme était enfin prise en main par un africain et dès l'indépendance du Ghana en 1957, Accra allait devenir la Mecque du Panafricanisme et les grandes conférences destinées à fonder l'unité du continent noir y tinrent leur assises. Comme nous renseigne le même article de l'encyclopaedia Universalis, les premières grandes conférences panafricanistes groupant sur le continent noir des responsables politiques africains eurent leu en 1958, à l'initiative notamment de Kwame Nkrumah. Dans cette ambiance de prise de conscience de la dignité des noirs se sont tenu beaucoup d'autres assises parmi lesquelles nous pouvons citer: La conférence des Etats africains à Monronvia en août1959, en juin, 1960 à Addis-Abeba, la conférence des peuples africains à Tunis en janvier 1960 et au Caire en 1961. Il faut ajouter à ces conférences d'innombrables rencontres religieuses et syndicales, sociales, corporatives qui se déroulèrent à partir de 1959. C'est comme pour couronner tous ces efforts de prise de conscience

collective au niveau continental que naquit à Addis-Abeba, en mai 1963 l'Organisation de l'Unité Africaine, (OUA), devenu l'Union Africaine en 2002.

En plus de cette organisation continentale, l'esprit panafricaniste s'est également exprimé dans des regroupements régionaux depuis l'accession des pays africains à l'indépendance. Les tentatives ont commencé avec l'Union Guinée – Ghana en novembre 1958 lorsque Sékou Touré et le Docteur Nkrumah décidèrent d'unir la Guinée et le Ghana pour en faire le noyau des futurs Etats-Unis d'Afrique.

Vers les années 1950, le mouvement panafricain et les luttes anticoloniales ont fusionné en un seul et même mouvement historique qui a conduit à ce que le Premier ministre britannique, Harold Mac Millan a appelé le "vent du changement", qui a soufflé sur l'Afrique. Le mouvement panafricain est devenu le creuset des divers groupes progressistes des sociétés africaines [12]

De nos jours, cette prise de conscience de l'unité africaine continue à se solidifier en multipliant des regroupements crées par des accords de types variés: zones de libres échanges, unions douanières, marchés communs, unions économiques, etc. Parmi les nombreux regroupements africains nous pouvons mentionner: l'UMA (Union du Maghreb arabe), auquel on peut opposer les Pays ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique) dont font partie tous les pays de l'Afrique noire sub-saharienne. La CEDEAO (Communauté économique des États d'Afrique de l'Ouest), créée en 1977 et la CEEAC (Communauté économique des États d'Afrique centrale) comportent en leur sein des entités propres aux pays francophones, vestiges de la colonisation française. L'UEMOA (Union économique et monétaire ouest africaine) et CEMAC (Communauté économique et monétaire des États d'Afrique centrale, pays francophones+ la Guinée équatoriale).

Citons encore la SADC (South african development community, 1980) qui englobe Maurice et les Seychelles, le COMESA (Conférence économique du Marché commun des États d'Afrique du Sud et de l'Est) regroupant 21 pays dont les pays insulaires du Sud-Ouest de l'océan Indien, la SACU (Union douanière d'Afrique australe, 1969), l'AGOA (African growth and opportunity act) qui rassemble le Ghana, le Mali, le Mozambique, le Sénégal et Madagascar. D'initiative américaine, elle rappelle que les considérations géostratégiques ne sont jamais oubliées.

Malgré les efforts fournis par certains leaders africains pour réaliser l'unité africaine, les obstacles sont nombreux tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du continent. Et à ce niveau, Philippe DECRAENE, relève quelques obstacle, qui en mon sens demeurent d'actualité. Pour lui, les principaux obstacles sont les suivants:

« *Le nationalisme des jeunes Etats jaloux de leur souveraineté, parfois plus soucieux d'étendre leur territoire que de se fondre au sein de vastes ensembles, le particularismes tribaux qui peuvent dégénérer en conflit armé, l'opposition des chefs traditionnels qui redoutent de perdre une partie de leur influence au sein de groupement politiques trop vaste. D'autre part, il ne faut pas négliger les querelles des personnes qui jouent un grand rôle dans la politique africaine. [...] Enfin, certaines considérations économiques ne sauraient être sous-estimées. Les différences de niveau de développement existant entre les divers Etats africains expliquent bien des antagonismes politiques ou des réactions épidermiques.»* [4].

Le Panafricanisme a été à la fois un mouvement francophone et anglophone, il a réuni ainsi les noirs de l'Afrique noirs et de l'Amérique dans des assises qui se sont tenues à Paris, Londres, Bruxelles, New-York et Manchester, leur réflexion étant centrée sur l'unité africaine, la suppression du caractère extraverti de l'économie africaine et la promotion des idées africaines.

Quels que soient les obstacles que cet idéal ne cesse de rencontrer sur son parcourt, les efforts des africains demeurent renouvelés à travers l'UA et d'autres organisations régionale qui naissent au le jour dans le but de cimenter l'unité africaine.

3.2.3 LA NEGRITUDE

Le mouvement de la Négritude est l'une des idéologies à la fois culturelle et philosophique africaines. A sa tête deux noms sont plus remarquables, à savoir L.S. SENGHOR et aimé CESAIRE. S'agissant de la négritude senghorienne, le Professeur Moctar Ba donne la définition ci-après: « *la négritude senghorienne est une réaction à la situation d'enlisement culturel que l'Europe a imposée à l'Afrique. Elle évoque le sentiment de frustration de l'homme noir bafoué et aliéné. La Négritude est une attitude existentielle qui se situe entre la réflexion et l'action* » [1].Néanmoins c'est chez Senghor qui nous trouvons les textes les plus caractéristiques de ce mouvement. Pour lui, la Négritude peut se définir de la manière suivante:

« La Négritude, c'est l'ensemble des valeurs culturelles, du monde noir telles qu'elles s'expriment dans la vie, les institutions: les œuvres des noirs. Pour nous, notre souci a été d'assurer cette négritude, en la vivant, et l'ayant vécue, d'en approfondir le sens, pour la présenter au monde, comme pierre d'angle qui sera l'œuvre commune de toutes les races, de toutes les civilisations différentes, ou ne sera pas. » [11].

Chez Senghor, la négritude doit avant tout réhabiliter les valeurs culturelles africaines, et leur donner la place parmi les valeurs des autres civilisations. Ainsi l'Afrique au lieu de devenir la consommatrice des autres civilisations, elle serait également productrice des valeurs.

En tant que mouvement de libération, comme l'estime Y-E. DOGBE, la négritude n'a pas commencé avec SENGHOR, le véritable mouvement de la négritude commença avec T. LOUVERTURE (1790-1802), et peut-être même bien avant ce héros, les insurgés de Saint-Domingue. Comme pour illustrer cette affirmation, Y.E.DOGBE affirma: *« Césaire, l'inventaire du terme "négritude" reconnaît en cette esclave qui prit la tête de la révolution haïtienne, l'homme avec qui, la négritude se mit débout pour la première fois »* [5].

Dans quel contexte la négritude a vu le jour ? En effet, la négritude a vu le jour dans le contexte d'une lutte contre la déshumanisation totale dans laquelle le blanc avait plongé l'homme principalement en Afrique et en Amérique. Nous connaissons tous les préjugés dont les blancs couvraient le noir pour justifier ce que nous appelons discrimination raciale, en vue de justifier l'exploitation humaine et les ressources de l'Afrique. Il suffit de revoir par exemple les théories de Hegel qualifiant le noir d'un être sans histoire, du Compte de Gobineau sur l'inégalité des races, de Hume qualifiant le noir de race inférieure, de L. Bruhl qualifiant le noir de prélogique...pour comprendre combien le noir n'était pas considéré comme un humain à part entière. Dans le même anglais d'idée, le président Obama dans son discours qu'il prononça le 11 juillet 2009 devant le parlement ghanéen rappela comment son grand-père a enduré cette discrimination de la part de ses employés blancs: « *Certains d'entre vous savent que mon grand-père était cuisinier chez des Britanniques au Kenya, et bien qu'il fût un ancien respecté dans son village, ses employeurs l'ont appelé " boy" pendant la plus grande partie de sa vie* » [5]

Par quel moyen la Négritude s'engage-t-elle à combatte cette discrimination raciale dont le noir est victime de la part de l'homme blanc ? La principale arme de la Négritude, c'est l'écriture, la littérature. C'est précisément dans la première moitié du XIXème siècle que commence ce qu'Y – E. DOGBE appelle « *la littérature de la négritude.»* [5] Pour cet ancien de la Sorbonne, la poésie ainsi que toute la nouvelle littérature africaine sont nées de cette prise de conscience de la condition nègre, cela se trouve bien exprimé à travers ces lignes: « *La poésie de la négritude, ainsi que nous l'avons montré précédemment, fait état de tout un procédé devant permettre à la race noire tout entière de capter le courant de la prise de conscience nègre, qui soufflait comme un cyclone au début du cycle sur le monde. »* [5] S'agissant de la poésie, elle a été d'abord véhémente, combative, une poésie de soulèvement et de mobilisation avant d'être une poésie d'humanisme et de l'universelle. S'agissant des romans négro-africains, on y trouve également les mêmes dénonciations, les auteurs s'insurgent et dénoncent les traitements deshumanisants dont souffrent les noirs, ils s'attaquent à toute forme d'injustice et vont même jusqu'à proposer des solutions. Néanmoins, comparativement à la poésie, à en croire Y-E DOGBE, l'œuvre romanesque semble moins engagée que la poésie de la négritude, car elle a pour souci principale de restituer la littérature noire à la littérature universelle.

Ce mouvement de la Négritude, est-il une philosophie ? Nous venons de découvrir combien la Négritude est inséparable de la philosophie africaine. Dans la perspective senghorienne, nous avons découvert qu'elle est un moyen de véhiculer les valeurs culturelles longtemps déniées par les blancs. Elungu pene Elungu voit en la Négritude une philosophie africaine, il l'exprime en ces termes:

« L'élaboration de l'idéologie de la Négritude, à la manière de Senghor, est ainsi le fruit d'une philosophie, et, comme toute philosophie, celle-ci est personnelle; elle est basée sur l'expérience intensément vécue d'un artiste. Cette philosophie est aussi définitionnelle, conceptuelle: elle passe de définition en définition, d'abstraction en abstraction dans l'élargissement et l'approfondissement d'un sens donné originairement: la Négritude, un va-et-vient, s'instaure ainsi entre deux pôles: l'expérience vécue d'un côté, l'idéologie définie et comprise de l'autre, en vue d'assurer de plus en plus un sens à son idéologie et d'en prendre de mieux en mieux le sens. Peu critique, cette philosophie a tendance au dogmatisme, et même, à une attitude réactionnaire par rapport à toute opposition à telle schéma de pensée, très lié à une personne » [11]

La Négritude a pourtant été critiquée par nombre de penseurs africains qui ne voyaient en elle qu'un mouvement gagné à la cause de l'occident. Kwame Nkrumah lui reproche de créer certains mythes développés dans le contexte africain, et qui reflètent bien la mentalité bourgeoise africaine, il l'exprime en ces termes émouvants:

« Cette pseudo-théorie (la Négritude) apparente la bourgeoisie africaine au monde culturelle français. Cette conception irrationnelle et raciste, imbue des valeurs de l'occident, et contre révolutionnaire reflète bien la confusion qui règne dans l'esprit de certains intellectuels africains d'expression française; d'autant plus qu'elle donne une description erronée de la personnalité africaine » [7].

3.2.4 L'HUMANISME AFRICAIN

L'humanisme est compris en philosophie comme cette doctrine centrée sur l'intérêt de l'homme et de l'humanité, celle qui valorise l'homme. Certains penseurs africains ont proposé un humanisme africain, dont ils ont formulé des théories. Parmi ces théories nous allons nous nous intéresser à celle du zambien Kenneth KAUNDA telle qu'elle nous est présentée par J.M. Van PARYS.

C'est en 1968, que kenneth KAUNDA, alors président de la Zambie érigea l'humanisme en doctrine officielle. Son humanisme présenté comme une philosophie de l'histoire, veut fonder une action politique et sociale, une philosophie de l'homme et de la société. Comme le précise J.M. Van Parys, l'humanisme de Kenneth Kaunda peut être envisagé selon trois caractères fondamentaux:

D'abord, son attention particulière et primordiale accordée à l'homme, à l'homme "ordinaire". Pour lui, l'homme africain est sans contredit une manifestation de "l'homme universel", et cet homme universel que l'homme africain est un homme religieux et social.

Ensuite, la dimension religieuse de l'homme ne saurait être ignorée dans une philosophie humaniste. On ne comprendra pas cette philosophie sans en faire une acception.

Enfin, comme troisième caractère de cette philosophie est le fait qu'elle est un socialisme africain. Cette philosophie de l'histoire est une philosophie de développement dont l'Afrique a besoin.

3.2.4.1 UNE PHILOSOPHIE DE L'HOMME: UN HUMANISME

Nous venons de relever le fait que l'humanisme zambien attache une attention particulière à l'homme ? Il s'agit de l'homme universel. Le fondement de cette universalité de l'homme, à en croire Kenneth Kaunda est que tous les hommes sont enfants de DIEU, et qu'ils sont également créés à son image. Cette universalité entrainera des conséquences en matière de dignité humaine, de droit de l'homme, et aussi, naturellement de politique sociale, d'éducation, et de droit au développement. Van Parys relève le fait que pour Kaunda, on ne doit pas apprécier ce qu'est un homme d'après un concept abstrait d'humanité, mais d'après l'homme universel réel, c'est-à-dire l'homme concret. Celui-ci étant fondamentalement semblable et égal à tous les autres hommes en valeur et en dignité. Pour ce point de vue, reprenant à son compte le principe Kantien de la dignité humaine, K. Kaunda écrit:

« *Que l'homme doive être reconnu comme une fin en soi, est certainement impliqué dans la déclaration biblique que l'homme "est fait" à l'image de Dieu, et qu'il lui a été donné suprématie sur tous les êtres vivants. Mais l'homme a été réduit à un moyen... Dès qu'il devient un moyen pour une fin, toutes ses capacités et activités peuvent être exploitées et organisées pour servir les intérêts de la nation, de l'Etat ou de la société. Il cesse d'être la référence absolue par laquelle tous les systèmes devaient être mesurés »* [11].

3.2.4.2 UN PRESUPPOSE RELIGIEUX

Comme nous l'avons déjà annoncé plus haut, l'humanisme zambien contient un incontestable présupposé religieux. J.M. VAN PARYS reconnait, qu'à partir de l'idée d'un créateur bon et bienveillant du monde et de l'humanité, doit se développer celle d'une évolution naturelle de cette humanité vers son accomplissement et perfection. Il y a là, poursuit-il, à la fois une philosophie, comme recherche d'explication rationnelle et de sens, et une idéologie, comme recherche d'une doctrine d'action que la recherche de sens fonde et justifie. Nous pouvons donc dire que l'humanisme zambien établit un lien étroit entre religion et moralité sociale. Kaunda considère que la nature humaine est fondamentalement bonne. Cette confiance dans la bonté naturelle de l'homme est, évidemment, de nature religieuse. Car pour lui, un bon Dieu n'a pu créer qu'un homme naturellement bon, et le mal ne provient que du mauvais usage de la liberté. Cette dimension destructive des êtres humains, Kaunda l'appelle "l'animal": c'est un instinct de concupiscence pour la richesse et le pouvoir, il écrit: *« La source de tout mal, de toutes les guerres, de l'injustice se trouve en nous...Le véritable ennemi a occupé non le sommet de nos esprits en vaines imaginations, mais le fond de nos cœurs en orgueil diabolique.* » [10]

3.2.4.3 L'HUMANISME ZAMBIEN EST UN SOCIALISME

L'humanisme zambien, considère comme une erreur de considérer l'homme dans son individualité. Pour cet humanisme, le seul homme que existe vraiment est un homme-en-communauté. IL est donc capital que chacun réalise sa condition de membre d'une société, mais ceci ne peut advenir que dans une société où chaque individu peut se développer librement

comme membre d'une société. Il y a également un lien entre la vie en société et la liberté dont doit jouir un citoyen pour se reconnaitre membre d'une société. A ce sujet, Kaunda écrit:

« L'homme véritablement libre ne peut vivre pour lui-même qu'à condition de vivre pour sa société. Et une société libre ne survivra pas, ne méritera pas de survivre, si la tradition d'accomplissement individuel s'affaiblit. Il est aussi vrai que l'homme libre ne peut exister que dans une société libre – une vérité évidente, mais facilement oubliée. » [11]

Tout laisse entendre, somme toute, que K. Kaunda fut manifestement un observateur attentif de faits sociaux, un penseur imprégné de la tradition africaine, un lecteur de la Bible mais également, comme le fait remarquer J. M. Van Parys, un lecteur également des philosophies anciennes et modernes en particulier de Platon, de Thomas d'Aquin, de Hobbes, de John Locke, de Jean Jack Rousseau, et de bien sûr Marx.

3.2.5 LE SOCIALISME AFRICAIN

Le socialisme comme doctrine politique et économique préconise une socialisation sociale et économique. Elle condamne les inégalités sociales et la propriété privée des moyens de production. Les courants socialistes sont très divers, certains veulent s'appuyer sur l'Etat, d'autres souhaite son abolition. Qu'en est-il du socialisme africain ? Qui en sont les promoteurs et que stipule -t-il?

En effet, quel est le socialisme africain ? Pour Léopold Sédar Senghor, le socialisme africain n'est pas un anticommunisme, une sorte de chasse aux sorcières car cela peut avoir comme résultat qu'accroitre le conflit Est-Ouest qui risque de déclencher une troisième guerre mondiale. Il veut plutôt une voie moyenne, ce qu'il exprime en ce termes: « *Nous sommes pour une voie moyenne, pour un socialisme démocratique, un socialisme qui va jusqu'à intégrer les valeurs spirituelles, un socialisme qui renoue avec le vieux courant éthique des socialistes français. » [10]* Néanmoins, J.M. Van Parys pense qu'en dépit du fait que Senghor ait cru pouvoir affirmer qu'un africain soucieux du progrès de l'Afrique ne pouvait être que socialiste, il demeure avant tout un humaniste, et à ce titre un promoteur des valeurs africaines sans doute, mais aussi résolument, de la personne humaine. Pour ce professeur Emérite, c'est probablement Sékou Touré qui a esquissé, de la manière la plus approfondie et radicale, une théorie du socialisme africain. Nous l'entendons dans ces termes: « *Dans sa ligne, dit le professeur, Sékou Touré affirme une supériorité radicale de la société sur la personne » [11]* Et comme pour illustrer son propos, il cite cet extrait de Sékou Touré: « *Hors de la société, l'homme n'est rien, car sans elle, l'existence, en tant qu'être humain, est inconcevable, du fait que la conscience de l'existence n'apparait chez l'individu qu'en regard de l'existence sociale de ses semblables.* » *[11]* L'on comprend que pour Sékou Touré, la première valeur de la personne humaine est donc son intégration sociale par son utilité sociale. Le socialisme de Sékou Touré, dit J.M. Van Parys, voudrait revaloriser les structures socio-économiques traditionnelles; il promeut la lutte anticolonialiste, l'exigence de reconstruction nationale, le développement de l'homme global, et constitue ainsi une mystique du développement.

Il en découle que le socialisme africain est d'abord une attitude, une prise de conscience des masses. Et cette attitude veut se prolonger dans une pratique. Celle qui, d'une part, maintient ou ramène l'individu dans le tout social, et celle qui d'autres part, cherche à promouvoir le progrès de cet ensemble social. De ces pratiques, J.M. Van Parys souligne les pratiques et les techniques telle que: « *La planification par l'Etat; la promotion par l'Etat de l'agriculture, par sa modernisation; la création de l'industrie, l'action de l'Etat sur les personnes par l'animation des masses, le développement communautaire, etc. » [11]*

A part le socialisme africain de Sékou Touré, J.M. Van Parys présente Julius Nyerere et l'Ujamaa. Cet ancien président tanzanien a écrit un nombre très important des textes sur le sur le socialisme africain. Son socialisme africain est *Ujamaa.* (ujamaa est un mot swahili signifiant solidarité des membres d'une même famille). Ce socialisme est vécu dans la démocratie, dans l'égalité entre les citoyens et surtout dans le souci du bien-être des citoyens. J. Nyerere l'exprime en ces termes: « *Le socialisme, comme la démocratie, est une attitude de l'esprit. Dans une société socialiste, c'est l'attitude socialiste de l'esprit, et l'adhésion rigide à un modèle politique standard, qui est nécessaire pour que les gens prennent soin du bien-être les uns des autres.* » *[11]* Ce socialisme africain s'oppose au socialisme européen, car selon le dire de Nyerere, le socialisme européen érige la lutte de classes en philosophie et la guerre civile y est finalement le moyen indispensable du but. Il le juge, par conséquent, intolérable à l'esprit africain. Dans la même perspective, le prof Emérite J.M. Van Parys explicitant le socialisme africain de Nyerere affirme:

« *Le socialisme africain de Nyerere peut se ramener à trois idées de base:*

1. *Pour le socialisme africain, pas de modèle étranger: le modèle africain existe.*
2. *Eradication de toute forme d'exploitation de l'homme par l'homme;*
3. *Ceci en fonction du lien fraternel qui par nature, doit unir tous les hommes, lesquels sont fondamentalement égaux. »* [11].

C'est effectivement cette idée d'égalité qui traverse tout le socialisme africain de Nyerere, et qui est également considérée comme principe fondamentale de toute sa philosophie et de toute son action politique.

Le socialisme africain a également été critiqué par Kwame Nkrumah, dénonçant la tendance de certains dirigeants pourtant socialistes mais qui ne donnent pas une tendance socialiste à l'économie de leurs pays. Il s'agit des pays qui se disent socialistes mais dans lesquels règnent encore des conflits des classes entre les classes dirigeantes détenant les instruments économiques de production et de distribution ainsi que le moyen d'établir leur domination politique et les classes assujetties qui ne font que servir les intérêts des classes dirigeantes dont elle dépendent sur le plans politique, économique et social. C'est de ces genres de socialisme qu'il écrit:

« Le socialisme africain est une autre conception inconsistante et sans fondements, qui tend à démontrer qu'il existe une sorte de socialisme réservé à l'Afrique, se basant sur les structures communautaires et égalitaires de la société africaine traditionnelle. Il est utilisé par certains dirigeants africain dans le but de nier l'existence d'une lutte de classe et d'apporter la confusion dans l'esprit des vrais militants socialistes. Ces dirigeants contraints d'adopter une théorie socialiste, en raison de la poussée révolutionnaire, mais non désireux de donner une tendance socialiste à l'économie de leur pays et se réclamant, en fait du capitalisme international. » [7]

Comme on le voit déjà, pour Kwame Nkrumah, le véritable socialisme c'est celui qui abolit les classes sociales et qui permet à tous les citoyens de jouir des ressources économiques de leur pays. Cela exige une profonde prise de conscience en vue de la lutte pour le changement, c'est ce qu'il entend exactement par le concept consciencisme.

3.2.6 LE CONSCIENCISME DE KWAME NKRUMAH

Le consciencisme tel que voulu par Kwame Nkrumah est une forme de renaissance africaine basée sur la prise de conscience et la mise en place de l'unité. Il en donne la définition ci-après:

« *Le consciencisme est l'ensemble, en termes intellectuels, de l'organisation des forces qui permettront à la société africaine de s'assimiler les éléments occidentaux, musulmans et euro-chrétiens présents en Afrique, et de les transformer de façon qu'ils s'insèrent dans la personnalité africaine. Celle-ci se définit elle-même par l'ensemble des principes humanistes sur quoi repose la société africaine traditionnelle* » [11]

Parler de la société africaine, annonce déjà l'idée maitresse de Kwame Nkrumah qui est celle de l'unité africaine. Il faut unifier cette société africaine, et le faire en fonction de l'idéal élevé qui est celui de La philosophie africaine traditionnelle. Ainsi, pour son auteur, le consciencisme est également une philosophie politique. Celle-ci considère que si des hommes qui vivent en société admettent que chacun doit être traité non comme un moyen, on voit la transition entre la morale et la politique. Elle prône l'absence des classes sociales ou du moins leur abolition pour instaurer une société où les gens vivent dans une logique authentiquement égalitaire. C'est cette idée qui se trouve bien rendue dans ce passage de l'auteur du consciencisme: « *La pratique socio-politique est destinée à empêcher qu'apparaissent ou que n'apparaissent pas les classes, car, dans la conception marxiste de la structure de classe, s'il y a des classes, il y en a qui exploite et assujettit les autres. Or l'exploitation et la sujétion son en opposition avec le consciencisme.* » [11]

Pour Kwame Nkrumah, le consciencisme doit être également une éthique, une doctrine d'action. Et comme idéologie, il doit être un socialiste, car dit-il, les peuples nouvellement indépendant n'ont d'autres ressources que d'être socialistes, s'ils ne veulent pas être frustrés de leur indépendance.

En tout, le consciencisme de Kwame Nkrumah, est une invitation adressée à tous les africains de combattre l'action négative (la colonisation) ainsi que le néo-colonialisme. Conscient de la grandeur de l'Afrique et de l'immensité de ses ressources naturelles, L'auteur du consciencisme, prône la création des Etats-Unis d'Afrique, d'une Afrique unie dont il présente les objectifs de la manière suivante:

« J'estime donc qu'une Afrique unie (entendons: politiquement et économiquement, sur l'ensemble du continent) poursuivrait les trois objectifs que voici: Tout d'abord, nous aurions une planification économique générale à l'échelle continentale. Cela accroîtrait la puissance économique et industrielle de l'Afrique. Tant que nous restons balkanisés, régionalement et territorialement, nous sommes à la merci du colonialisme et de l'impérialisme. En second lieu, nous poursuivrons l'unification de notre stratégie militaire et de défense. Je ne vois pas l'intérêt de faire des efforts chacun de son côté pour entretenir d'importantes forces armées qui, de toute façon, seraient inefficaces en cas d'attaque sérieuse d'un État particulier. Le troisième objectif dépend des deux premiers. Si nous instituions une organisation commune de planification économique, il faudrait que nous adoptions une politique étrangère et une diplomatie communes, afin de donner une direction politique à nos efforts conjoints en vue de la protection et du développement économique de notre continent [...] La survivance

de l'Afrique libre, les progrès de son indépendance et l'avance vers l'avenir radieux auquel tendent nos espoirs et nos efforts, tout cela dépend de l'unité politique. » [7]

Le consciencisme fut salué par nombre de penseurs africains, au point que, selon le témoignage de J.M. Van Parys, la revue Présence Africaine consacra un numéro spécial à l'homme d'Etat ghanéen en 1973, après sa mort. Beaucoup de philosophes n'y cachaient leur enthousiasme, à l'instar de Marcien Towa pour qui *« le consciencisme marque l'âge philosophique de l'Afrique moderne »* [11].

3.3 PROBLEMATIQUES, ENJEUX ET PERSPECTIVES DES IDEOLOGIES AFRICAINES

Après ce parcours descriptif et analytique de quelques idéologies africaines, revenons ici sur leurs problématiques, leurs enjeux et leurs perspectives. Sur le plan théorique, les idéologies africaines se proposent de justifier leurs idées-forces pour pouvoir réaliser leur idéal commun. Cette justification se réalise à travers la littérature, la philosophie, la poésie etc. C'est dans ce sens que Ngoma Binda considère la Philosophie africaine contemporaine comme *« consistant en un combat idéologique contre l'occident et ses légitimations dogmatiques* » [9]

Sur le plan pratique, nous avons fait mention de la création des mouvements dans lesquels les idées se véhiculaient et se pratiquaient. La création de ces mouvements est l'expression vivante de la vie des idéologies africaines.

S'agissant de la problématique de ces idéologies, elle consiste principalement à la libération effective de l'homme noir en Afrique comme ailleurs d'un côté; et de l'autre côté, à son autonomisation totale pour ainsi aboutir à la création de l'unité africaine. Cette problématique a abouti à des indépendances en Afrique, à la création de communautés intellectuelles régionales et internationales, à tisser des véritables liens socioculturels et politiques très importants. Le sommet de ces idéologies et notamment du panafricanisme est la création en 1963 de l'Organisation de l'Unité africaine, aujourd'hui reconnu sous son appellation de l'Union Africaine depuis Le 09juillet 2002 à Durban en Afrique du Sud. J-G BIDIMA reste pourtant suggestif quant à ce qui est des perspectives des idéologies africaines, ces termes à ce sujet sont les suivants:

« Pour nous, s'il faut déplorer le rôle du "Noir moteur de l'histoire" que trainent certains courants du panafricanisme, il urge de reconsidérer l'idéale panafricaniste de solidarité sociale qui manque aujourd'hui en Afrique. Le problème n'est plus comment unir l'Afrique, mais comment instituer des nouvelles solidarités dans une Afrique dissensuelle ? Comment maintenir l'exigence de liberté et de paix dans une société multivoque ? » [2] Certains courants idéologiques africaines ont néanmoins été critiqués de n'être pas parvenus à asseoir une véritable idéologie. Le panafricanisme, par exemple a été critiqué, selon Jean – Godefroy Bidima d'avoir affiché un caractère « anhistorique » dans ses prétentions. Car, il suppose une histoire africaine vierge, blanche, harmonieuse ab initio. Le Ghanéen Appiah relève de sa part un certain fondement raciste dans le panafricanisme, il trouve que c'est dangereux après le nazisme de baser la solidarité sur la notion de race.

EN GUISE DE CONCLUSION

Au terme de cette modeste recherche sur l'existence ou la non-existence de véritables idéologies en Afrique, il est important de relever que la question elle-même est idéologique. En effet, reconnaitre une idéologie en Afrique, c'est reconnaitre une rationalité africaine. Or, c'est à ce niveau que se situe le point de départ de ce que nous appelons des idéologies africaines. Certains penseurs européens que nous pouvons appeler des afropessimistes dénient aux mouvements africains le statut d'idéologie; ils estiment que les mouvements des intellectuels africains ne sont que des simples revendications spontanées et non des véritables mouvements idéologiques.

Néanmoins, considérant les enjeux à la base de la création de ces mouvements, considérant la détermination et les actions réalisées ou appuyés par ces mouvements, à titre d'exemple: les indépendances des pays africains, la création des regroupements régionaux et internationaux, l'UA dont les compétences vont jusqu' *« aux questions relatives à l'intégration économique, la démocratie, l'Etat de droit, la bonne gouvernance ou encore le droit de l'homme dans les pays membres »* [3], nous pouvons, tout en y reconnaissant des limites, affirmer que l'Afrique a connu de véritables idéologies, dont les problématiques sont entre autre l'unité africaine, la paix, la lutte contre la pauvrette, etc. et dont les perspectives sont toujours ouvertes.

REFERENCES

[1] BA, C.M. « Identité et diversité: à la rencontre des cultures chez Léopold Sédar Senghor et - Marcien Towa » In *Etudes Africaine,* n° 1, 2012, PP 261-279.
[2] BIDIMA, J-G., La philosophie négro-Africaine, Paris, P.U.F., 1995.
[3] BOURGI, A. *« L'Union africaine entre le texte et la réalité«,* in www.google.com, consulté le 28 aout 2022.
[4] DECRAEN, P., « Panafricanisme » in Encyclopaedia Universalis, France, S.A., 1995, PP 422-425.
[5] DOGBE, Y-E., Négritude, culture et civilisation Essai sur la finalité des faits sociaux, Paris, Editions Akpagnon, 198O.
[6] FOULQUIE, P., Dictionnaire de la langue philosophique, Paris, P.U.F., 1962.
[7] KWAME NKRUMAH, La lutte des classes en Afrique, Paris, Présence Africaine, 1972.
[8] LALANDE, A., Vocabulaire technique et critique de la philosophie, v1 A-M, Paris, PUF, 1993.
[9] NGOMA BINDA, P., La philosophie africaine contemporaine Analyse historico-critique, kinshasa, Faculté Catholique de Kinshasa, 1994.
[10] SENGHOR, L.S., Nation et voie africaine du socialisme, Paris, Présence Africaine, 1961.
[11] VAN PARYS, J.M., Une approche simple de la philosophie africaine, Kinshasa, Ed. -LOYOLA, 1993.
[12] BATHILY A., panafricanisme et renaissance africaine, Togo, Graines de pensées, ISBN, 2013.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 828-839
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les devoirs du Prince Machiavélien

[Duties of the Prince of Machiavel]

Bernard KATETA BALIBUNO

Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV, WALUNGU), Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2023 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: In the Italy devastated by occupational wars imposed by strangers, Machiavel felt called upon decides to give a donation to Prince Laurent de Medicis which would allow him to take thecountry in this chaotic situation. The gift was a collection of Machiavel's experiences presented in the «Prince» in a form of a Prince's code of laws or conduct.
We was interested in this unpretentious scientific research due to duties assigned to «Prince» by Machiavel in the «Prince», a well-known work by intellectuals and which has become paramount book for politicians. This feat works encloses principal duties such as: duties towards people, duty of being feared but not blamed and the duty of speech which does not break down the power.
Machiavel sermonize realistic and practical politics which considers humans not as they should be, but as they are: wicked, envious...he does not sermonize cruelty, avariciousness, etc. to avoid social nuisance. However, he wants to show the possibility for the leader to do evil in order to overcome and maintain territorial integrity, but also the social welfare, going against blind and fierce cruelty which ruins the «Prince». Also, Machiavel substitutes politics for moral while it is the moral which serves politics.
It is against such a practice of doing things that the writers attempts to give warming to their readers through this scientific research understudy, because nowadays, many leaders practice this hypocritical politic sermonized by Machiavel.

KEYWORDS: duties, power, Prince, Machiavel.

RESUME: Dans l'Italie déchirée par des guerres d'occupation imposées par des étrangers, Machiavel se propose, en 1413 d'offrir au prince Laurent de MEDICIS un don qui lui permettrait de sortir le pays de cet état de dépendance. Ce don ne fut autre chose que l'ensemble de son expérience présentée dans Le Prince sous forme d'un code de conduite du prince.
Nous nous sommes intéressé, pour cette modeste recherche, aux devoirs que Machiavel prescrit au prince dans son précieux ouvrage, bien connu des intellectuels et dont beaucoup d'hommes politiques ont fait un livre de chevet, à savoir Le Prince. Les principaux devoirs y sont nettement repartis en: devoirs envers le peuple, devoir de cruauté, devoir de faire la guerre, devoir de chercher à être loué que blâmé, devoir d'être craint sans être haï, devoir de ne tenir sa parole que si cela n'expose le pouvoir à aucun danger.
Machiavel prône une politique pratique et réaliste, c'est-à-dire celle qui considère les hommes, non tel qu'ils devaient être, mais tel qu'ils sont: méchants, enviés... Il ne prône pas la cruauté, l'avarice, etc. par simple plaisir de nuire à autrui, mais il veut montrer qu'il y a possibilité pour le dirigeant d'utiliser le mal en vue de conquérir et conserver l'intégrité territoriale ainsi que le bien-être social; tout en s'opposant à une cruauté féroce, aveugle qui d'ailleurs cause la ruine du prince. Ainsi Machiavel subordonne la morale à la politique alors que c'est le bien que doit servir la politique.
C'est contre cet état de chose que les auteurs de cet article tiennent à alerter leurs lecteurs; car de nos jours, beaucoup de dirigeants pratiquent cette politique de l'apparence prônée par Machiavel.

MOTS-CLEFS: devoirs, pouvoir, Prince, Machiavel.

Corresponding Author: Bernard KATETA BALIBUNO

1 INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, les théoriciens de la politique ont toujours eu le souci de dresser un portrait du prince pouvant assurer le bien-être des citoyens. A ce titre, la philosophie politique est un des domaines de référence, car elle recherche la forme idéale d'organisation de la cité, elle traite la question du meilleur gouvernement, de la souveraineté, du droit de résistance à la tyrannie, de la nature sociale de l'homme, etc. Pour nombre de penseurs politiques, la paix et le progrès de la cité dépendent du type de dirigeant qui préside à la destinée de la cité. A en croire Platon, le dirigent doit être un philosophe, c'est le philosophe-roi qui est recommandé ou alors que le roi devienne philosophe. Pour Machiavel, la conquête ainsi que la conservation du pouvoir sont les facteurs qui déterminent les actions du prince (Chez Machiavel, le prince désigne tout dirigeant). Machiavel insiste dans Le Prince sur les différentes façons de procéder pour conquérir et conserver le pouvoir. A travers d'exemples historiques, il n'écrit pas la vie politique d'une façon utopique, comme Platon par exemple mais se tient sur base de faits réels. Chez lui, La morale passe au second plan et seul le résultat compte. Pour y arriver, le prince machiavélien doit se soumettre à un certain nombre de devoirs dont l'analyse constitue le corps du présent travail par lequel nous nous proposons de contribuer au bagage philosophico-politique de nos lecteurs.

2 MATERIELS ET METHODES

De nos jours, il se remarque un empressement des intellectuels vers la politique, certains visant le bien de la société, d'autres visant à réaliser leurs rêves secrets souvent égoïstes. Quoi qu'il en soit, la réussite d'un pouvoir doit dépendre avant tout de l'individu qui l'exerce. C'est pourquoi Machiavel propose un nombre de devoirs sans lesquels le prince ne parviendrait à assurer ni la sécurité intérieure ni la paix extérieure. Ce travail nous permet d'envisager des questions pouvant être ainsi formulées:

- Dans quelle situation politique naquit la pensée politique présentée dans Le Prince?
- Que doit viser le prince machiavélien dans toute son action politique?
- Quels sont les principaux devoirs du prince machiavélien?

Tout au long de cette étude, nous allons tenter de porter une lumière à ces questions en nous basant principalement sur Le Prince de Machiavel mais aussi sur d'autres études qui ont été faites par des penseurs intéressés par la question du pouvoir en général et par la pensée de Machiavel en particulier. Nos hypothèses peuvent être formulées de la manière ci-après:

- La pensée politique de Machiavel serait tributaire de la situation politique instable de son époque.
- L'action politique de Machiavel ne viserait autre chose que la conquête et la conservation du pouvoir.
- Pour y parvenir, le prince devrait choisir les moyens les plus efficaces et non les plus humains, car les moyens ne seraient jugés honorables que si le prince auraient atteint sa fin.

En entreprenant cette étude, nous ne nourrissons certainement pas l'ambition de fournir une explication exhaustive de la conception machiavélienne du dirigeant qu'il nomme le prince; bien au contraire, conscient du risque que courent les lecteurs de Machiavel, nous voudrions en nous appuyant sur ses commentateurs, amener nos lecteurs à faire une lecture intelligente de Le Prince et éviter ainsi l'équivoque liée à une mauvaise interprétation de la pensée machiavélienne.

Nous userons pour cela de la méthode analytico-réflexive d'une part pour passer en revue les différents aspects de la politique, et d'autre part, la méthode critique sera de mise pour confronter les différentes vues de Machiavel avec celles des autres philosophes politiques ainsi que celles de ses commentateurs. C'est à ce niveau que se mettra en place notre apport dans cette étude.

Pour tirer au clair la conception machiavélienne du dirigeant, nous avons subdivisé cet article en trois chapitres, en plus de l'introduction et de la conclusion. Dans le premier chapitre, nous présentons l'Italie à l'époque de Machiavel; dans le second, nous montrons les différentes sortes d'Etats ainsi que les moyens pour le conquérir et pour les conserver. Dans le troisième et dernier chapitre enfin, nous présentons les différents devoirs du prince machiavélien.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 L'ITALIE A L'EPOQUE DE MACHIAVEL

Le Prince, ouvrage de Machiavel sur lequel nous basons l'essentiel de cet article ne saurait se comprendre qu'en le plaçant dans le contexte historique qui l'a vu naitre. C'est à juste titre s'avère incontournable, d'entrée de jeu, de répondre aux

questions de savoir quels sont les événements historiques qui ont conditionné l'avènement d'une si grande œuvre quelles sont les raisons qui l'ont fait naitre.

En effet, on peut le confirmer, la pensée politique de Machiavel présentée dans le Prince ne saurait pas se séparer de son temps et de son espace, c'est-à-dire du XVIème siècle en Italie précisément dans la cité de Florence. Plusieurs témoignages sont éloquents quant à cette compénétration de l'œuvre de Machiavel avec l'histoire de l'Italie au siècle ci-haut nommé et d'où il tire les exemples avec lesquels il illustre ses idées tout au long de son œuvre.

A en croire Marie-Madelaine FRAGONARD, de l'histoire de l'Italie, *« un triple arrière-plan apparaît, permettant de faire coïncider trois chronologies: 1° L'Italie des cités, morcelée entre plusieurs centres, vouée au jeu des alliances avec les puissances, et foyer incontesté de la Renaissance, au demeurant. 2° La cité de Florence cède sa prédominance artistique à Rome tout en poursuivant avec les Médicis un dialogue tourmenté. 3° Les guerres d'Italie (1494-1525), elles sont la toile de fond de toute la période active et créatrice de Machiavel »* [1].

Il convient de signaler qu'à cette époque la cité de Florence, comme autant d'autres, furent objet de la convoitise de grandes puissances européennes, en l'occurrence la France, l'Espagne et l'Allemagne. Il faut ajouter à cela le fait que la Rome pontificale offrit un spectacle fort peu « évangélique » de luxure, de corruption, de népotisme et de cynisme. Florence fut alors ravagée par les invasions internes et les crimes politiques les plus vils.

C'est dans ce contexte qu'à en croire Edouard DELRUELLE, *« Machiavel qui a alors vingt-neuf ans, entre dans la vie publique comme fonctionnaire dans l'administration florentine. Très vite, il devient un spécialiste des affaires étrangères, remplissant plusieurs ambassades en France, en Allemagne, à Rome, etc. Il est l'homme de confiance des Soderini, une sorte de chef de cabinet inamovible. Comme responsable politique; Machiavel poursuivra une idée fixe: constituer une armée formée des citoyens pour remplacer les troupes des mercenaires qu'il juge peu fiable et qui entretiennent la discorde entre les cités italiennes. Il ne pourra pas mettre en œuvre son projet. En 1512, les Médicis reviennent au pouvoir suite à une défaite militaire contre les armées pontificales, dont Machiavel est rendu coupable. Il est arrêté et torturé. Il s'exile dans la campagne de Toscane. C'est là qu'il écrit son œuvre Le Prince » [2].*

Tout le contenu de Le Prince s'inspire de ces événements, cet ouvrage est destiné à le réhabiliter auprès des maitres de l'heure puisqu'il est dédié au jeune Julien de Médicis qui attend de son oncle, le pape Léon x, le gouvernement de quelque principauté. Dans cet ouvrage, Machiavel ne prescrit pas un idéal du prince, mais fort de son expérience, il décrit ce que doit être un prince en considérant l'homme tel qu'il est avec ses désirs et ses sentiments. C'est le réalisme machiavélien que la tradition philosophique a coutume d'opposer à l'idéalisme antique présent dans les œuvres de plusieurs penseurs antique, Platon en l'occurrence. Mais alors, si Machiavel prescrit des devoirs au prince, il n'a d'autre visée que la conquête et la conservation du pouvoir le plus longtemps possible.

3.2 LES DIFFERENTS ETATS, LES MOYENS DE LES CONQUERIR ET DE LES CONSERVER

La pensée politique de Machiavel présentée dans le Prince, qui constitue la toile de fond de cette étude, est une réflexion sur la psychologie et la morale de l'homme d'Etat, du prince qui réussit à conquérir et à conserver le pouvoir. Cela dépend non seulement de la personne du prince mais également du type d'Etat, car déjà dans le premier chapitre de Le Prince, Machiavel classe les différents Etats en deux grands types: Les républiques et les monarchies, ces dernières étant soit héréditaires, soit nouvelles, comme cela s'entend sans équivoque à travers ces lignes: « *Tous les Etats, tous les pouvoirs qui ont eu et ont autorité sur les hommes ont été et sont ou des républiques ou des monarchies. Les monarchies sont ou héréditaires ou bien elles sont nouvelles* ». [3] Dans Le Prince, Machiavel se propose de laisser de côté le discours sur les républiques pour pouvoir en parler dans un autre ouvrage. Il n'y développe par conséquent que les réflexions sur les monarchies héréditaires et sur les monarchies nouvelles. Mais pour autant, devons-nous dire que la réalité de la démocratie était inconnue de Machiavel ? Nullement, parce qu'elle faisait partie de la pensée politique grecque, bien connue à son époque, de pair avec l'aristocratie (gouvernement du petit nombre) et la monarchie (gouvernement de l'un). Mais disons que la démocratie n'intéressait pas Machiavel dans ce contexte historique, c'est même la position soutenue par M. Gaile-Nicodimov: «*La démocratie n'était pas, en effet, l'objet de Machiavel ni sa préoccupation. Elle ne faisait pas partie de son paysage historique et théorique. Sa pensée s'est concentrée sur d'autres formes de gouvernement, celles qui structuraient la vie collective de son temps et qui lui semblaient être des formes viables de gouvernement dans des temps particulièrement instables »* [4]. C'est donc pour raison d'efficacité que Machiavel choisit de ne s'intéresser qu'au gouvernement d'un seul homme, c'est-à-dire à la monarchie.

3.2.1 LES MONARCHIES HEREDITAIRES

Dans le Prince, les monarchies héréditaires désignent le pouvoir que l'on acquiert par le fait d'appartenir à la famille royale. Elles sont plus faciles à maintenir à en croire Machiavel. C'est d'ailleurs à juste titre qu'il s'y intéresse moins. Pour le conserver, soutient-il, il suffit de respecter la tradition ancestrale et de faire preuve de savoir-faire dans la réglementation des différences qui peuvent advenir. C'est ce qu'exprime l'auteur de Le Prince en ces termes: *« je dis donc que, pour les Etats héréditaires et accoutumés à la lignée de leur prince, il y a de bien moindres difficultés à les conserver que pour les nouveaux, parce qu'il suffit de ne pas négliger les institutions de ses ancêtres et puis de temporiser avec les événements »* [3].

Dans de tels Etats, ne devient prince que celui qui est né de la famille du roi. Le prince a un pouvoir naturel et par conséquent incontestable, parce que venant de Dieu. Ce prince a moins de raison et de nécessité selon Machiavel de brimer ses sujets, d'où il faut qu'il soit plus aimé. Le danger que court ce genre de pouvoir est l'accès d'un prince sans compétence à la gestion de la cité, poussant à la longue le peuple à des révoltes comme cela fut le cas avec l'historique révolution française en 1789.

3.2.2 LES MONARCHIES NOUVELLES

Les monarchies nouvelles sont dites mixtes car, elles peuvent être selon le dire de Machiavel « *nouvelles ou ajoutées à l'Etat héréditaire du prince qui les acquiert* ». Par monarchie entièrement nouvelle, il faut entendre les Etats que l'on gagne sur une nation différente de langue, de coutume et de gouvernement. Par contre, les monarchies ajoutées sont des Etats et provinces incorporés par conquête à une seigneurie plus ancienne conquise ou sont de la même nation et langue ou elles n'en sont pas.

Comment ces monarchies sont-elles acquises et conservées ?

En effet, à en croire Machiavel, ces monarchies sont conquises par les armes, ou par la force des choses: « *On les conquiert ou avec les armes d'autrui, ou avec les siennes propres, ou par fortune, ou par vaillance »* [3]

S'agissant de leur conservation, en outre, Machiavel reconnait qu'elles sont plus difficiles à conserver car, *« les hommes changent volontiers des maîtres croyant trouver mieux »*. [3] C'est pourquoi il propose des méthodes qui vont au-delà de tout entendement humain. Toutes les techniques qu'il préconise ne sont inscrites que dans une visée de maintien du pouvoir et d'une justice sociale. A ce titre, ces méthodes quoique dangereuses, nous intéressent pour leur usage et leur finalité car; grâce à elles, le prince parvient à instaurer l'ordre et la paix sociale.

Dans ce même cadre de la conservation du pouvoir, Machiavel distingue comme nous l'avons mentionné ci-haut, les Etats ayant même nation et même langue de ceux qui sont des langues, des coutumes et des gouvernements différents. Dans le premier cas, il est difficile de les conserver surtout quand leurs habitants ne sont pas familiarisés avec la liberté. Pour ce faire, « *le prince prendra garde à deux choses: l'une que l'ancienne race de leur prince soit éteinte, l'autre de n'innover en rien en leur lois et impôts, de sorte qu'en peu de temps ces Etats nouveaux ne fassent avec les anciens qu'un seul et même corps* » [3]. Dans le second cas, Machiavel soutient qu'il faut avoir la faveur de la fortune et montrer une grande habileté. Pour cette raison, il propose trois solutions: La première consiste à détruire la loi et la liberté de ce peuple, la seconde réside dans l'obligation du prince d'aller vivre dans ses Etats conquis pour lui permettre, non seulement de bien voir ce qui se passe sur place, c'est-à-dire d'anticiper sur certains problèmes pour éviter le pire, mais également par sa présence d'empêcher toute invasion extérieure. La troisième solution est d'envoyer les colonies en une place où deux qui soient comme des chaines pour cet Etat car il est nécessaire ou bien de faire cela, ou d'y maintenir des hommes d'armes. C'est-à- dire, établir un nouveau gouvernement de peu de gens dans les territoires occupé par le prince tout en laissant le peuple vivre sous leurs lois mais en y imposant la paie de l'impôt au peuple. A ce propos Machiavel précise: *« Quand les pays qui s'acquièrent par les armes sont accoutumés à vivre sous leurs lois et en liberté, il y a trois manière de s'y maintenir: La première est de le détruire, l'autre d'y demeurer en personne, la troisième est de les laisser vivre selon leurs lois en tirant un tribut, après y avoir établi un gouvernement des gens que l'on conserve en amitié. En effet, ce pouvoir étant créé par ce prince, il sait qu'il ne peut exister sans son amitié et sans sa puissance et doit tout faire pour le maintenir. Et l'on tient plus facilement une cité accoutumée à vivre libre par le moyen de ses citoyens que par tout autre moyen, si on veut l'épargner »* [3].

Cependant, il arrive que ce soient des hommes de guerre que détient le prince. Dans ce cas, affirme Machiavel, il en coute beaucoup au prince, car le prince sera obligé de dépenser les revenus du pays pour nourrir ses soldats et cela va lui créer des ennemis dans le peuple qui peut nuire à sa quiétude. Ainsi pour Machiavel, les colonies sont les moins couteuses au prince, parce que de par leurs productions, elles contribuent au développement de l'Etat. En revanche, les hommes de guerre favorisent l'appauvrissement de celui-ci. Si le prince occupe une province dans une nation différente de ses anciens Etats, il devra se présenter comme celui qui apporte protection au plus faible, *« s'ingénier à affaiblir ceux qui sont les plus grands et se bien garder que par aucun remède y entre un étranger plus puissant que lui »* [3], sinon, plus vite ils se rallieront au puissant pour lui faire subir leur puissance.

En outre, Machiavel distingue deux types de gouvernement. Il s'agit de gouvernement à régime monarchique et celui à régime aristocratique. Le régime monarchique est celui dans lequel le prince seul tient le pouvoir. Tous les autres sont esclaves et travaillent pour lui comme ses serviteurs. Ses ministres ou ses fonctionnaires sont sans autorité réelle. Les pays à régime monarchique sont difficiles à conquérir car, le pouvoir est centralisé et par le fait même forme une unité. Il est difficile de le conserver du fait que les sujets sont habitués à vivre dans la soumission.

Quant à l'aristocratie, elle est un régime dans lequel le pouvoir est partagé entre un groupe de personnes nobles et distinguées. Pour Machiavel, c'est le régime dans lequel le pouvoir est partagé entre le chef et les barons. Les personnes qui vivent sous ce régime sont faciles à conquérir à cause de la centralisation du pouvoir. Ce régime est très faciles à conserver comme le fait observer Machiavel: *« Toutes les principautés desquelles la mémoire dure se trouvent avoir été gouvernées en diverses manières: ou par un prince avec d'autres qui sont tous esclaves, lesquels, par sa grâce et permission, l'aide comme ministres, à régir le royaume, ou par un prince et des barons, lesquels non par la grâce du prince, mais par ancienneté de leur rang, tiennent ce rang »* [3]. Le prince apparait comme la seule figure dominante dans la conception de Machiavel. C'est une conception moniste du prince.

Que faut-il entendre par monisme politique ?

Par conception moniste, il faut comprendre la conception selon laquelle le prince est conçu en terme « d'individu »capable d'assurer, d'orienter le destin d'une multitude, non seulement exceptionnelle, mais aussi héroïque et fructueuse, cette conception n'est pas à confondre avec l'individualisme qui renvoie plutôt à l'égoïsme. La caractéristique de la vision moniste est que la viabilité et la prospérité d'une société donnée repose sur un individu, capable de promouvoir le bien commun.

Somme toute, Machiavel est un défenseur par excellence de la conception moniste du prince. Pour lui, seul le prince doté de la « virtù » serait capable de libérer Florence de l'occupation étrangère et de reconstruire.

3.2.3 LA VIRTU ET LA FORTUNE

En quoi consiste la virtù chez Machiavel ? Avant toute analyse, il convient de noter que la virtù dont il est question n'a rien à avoir avec la vertu au sens moral du terme. Chez Machiavel, la virtù renvoie à la force de la volonté humaine en tant qu'elle tente de s'imposer et de s'adapter au caractère imprévisible et changeant des événements extérieurs. Parlant de la virtù chez Machiavel, A.VERGER et D.HUISMAN précisent: « Et si Machiavel parle de la virtù, *il s'agit d'une vertu qui reste en marge de la morale, d'une vertu qui est à la fois puissance et virtuosité, qui est le génie du grand politique capable d'exploiter ce que Machiavel appelle la fortune, c'est-à-dire l'ensemble des circonstances complexes et changeantes »* [5] pouvant intervenir contre le bon gré du prince.

Machiavel s'oppose pourtant au fatalisme, s'il admet la fortune, il ne peut toutefois admettre que notre liberté soit réduite à rien, c'est pourquoi il soutient que la fortune et la liberté se partagent nos actions à parts égales.

En effet, chez Machiavel, la virtù et la fortune vont toujours ensemble. Elles sont comme la matière et la forme. Pour illustrer l'une et l'autre, l'auteur de Le Prince évoque l'exemple de Moïse, de Cyrus, de Romulus et de Thésée comme étant qui, par leur virtù et profitant des occasions qui se sont présentées ont su changer le cours du monde et sont devenus des icônes de l'histoire: *« En observant bien leurs œuvres et vies, on ne trouve point qu'ils aient rien eu de la fortune que l'occasion, laquelle leur donna la matière où ils pussent introduire la forme qui leur plaisait; sans cette occasion, le talent de leur esprit se seraient présentés en vain [...] donc ces occasions ont fait d'heureuses réussites de ces personnages et l'excellence de leur virtù a fait connaitre l'occasion d'où leur pays fut anobli et est devenu très heureux »* [3].

Pour Machiavel, en effet, il n'y a pas en politique des innovations « ex nihilo » ni de victoire sans bataille. Les hommes gouvernent par imitation. De même qu'on ne peut parler de justice sans injustice, de même il nous est difficile de parler de la qualité appelée virtù sans parler des certains vices. Ainsi la virtù du prince s'accompagne de certains vices. Mais selon quel critère pouvons-nous distinguer la virtù des vices ?

Signalons que la liste des qualités et des vices du prince que nous propose Machiavel aboutit parfois au renversement des valeurs. Les vices sont classés en trois catégories: D'abord les vices qui peuvent faire perdre le pouvoir, ensuite les vices qui ne font pas perdre le pouvoir et ceux qui sont indispensables au prince. A présent, essayons d'illustrer certains des vices selon qu'ils contribuent au maintien ou à la perte du pouvoir. Dans la première catégorie, Machiavel classe la haine et le mépris du prince par le peuple, le pillage des biens de ses sujets, etc. La cruauté bien employée, le mensonge, la manipulation sont des vices de la deuxième catégorie, c'est-à-dire ceux qui ne font pas perdre le pouvoir. La politique du paraitre ou la ruse constitue le vice de la troisième catégorie, c'est-à-dire le vice qui est indispensable au prince.

A ce niveau de réflexion, la question qui s'impose est celle de savoir pourquoi Machiavel classe la ruse ou la politique du paraitre parmi les vices indispensables au prince ?

Nous avons souligné le fait que l'envie de conquérir est un désir naturel de l'homme. Mais cette conquête n'est pas toujours facile parce qu'elle requiert une énergie, une habileté politique que Machiavel appelle virtù et une armée nationale. La fortune comprise comme ensemble des circonstances complexes et changeantes qui peuvent paralyser le prince s'il n'utilise pas au bon moment le moyen appropriés pour maintenir le pouvoir, est l'occasion propice qui peut changer le cours du monde. La ruse, quant à elle est une stratégie utilisée par le prince pour amener les hommes à atteindre non l'intérêt particulier du prince mais bien l'intérêt général. Cette ruse est nécessaire à la bonne marche d'un Etat ou d'une victoire. Mais seulement cette victoire est de courte durée.

Somme toute, l'acquisition et la conservation du pouvoir dépendent, d'une part du type du pouvoir et d'autre part de la force du prince. Certaines monarchies sont faciles à conquérir et à conserver, d'autres non. Egalement le prince doit réunir certaines qualités et se soumettre à un nombre importants des devoirs pour parvenir à bien remplir sa charge. Ce sont ces devoirs qui vont nous intéresser dans le chapitre suivant.

3.3 LES PRINCIPAUX DEVOIRS DU PRINCE MACHIAVELIEN

La pensée politique de Machiavel présentée dans Le Prince n'a d'autre but que la conquête et la conservation du pouvoir. Il s'agit bien d'une politique pratique et non théorique, et c'est à ce niveau que Machiavel se démarque de la politique antique. En effet, comme l'a bien reconnu le chercheur Mushagalusa dans un de ses articles sur le bien commun, « *la politique ne saurait être une connaissance. Elle est et reste ce qu'elle a toujours été: une action* ». [6] Aussi Machiavel procède-t-il par une critique acerbe de la doctrine médiévale de l'Etat, lequel Etat n'a pas de fin en lui- même, mais considéré comme un moyen de mener les hommes à la béatitude future. Machiavel préconise *« une théorie naturaliste de l'Etat inspirée de l'antiquité, où l'Etat est sa fin à lui-même »*. [7] Le contexte historique de l'époque est également à la base de l'inspiration de Machiavel, il veut dès lors mettre au point une théorie qui permet au Prince d'unifier l'Italie et la gouverner efficacement. Pour cette fin, dans Le Prince Machiavel se propose un certain nombre important des devoirs qui doivent guider l'agir du prince selon les situations. Dans ce chapitre, nous tentons d'en faire un inventaire accompagné des commentaires explicatifs.

3.3.1 LES DEVOIRS ENVERS LE PEUPLE

Il est important de mettre en exergue, d'entrée de jeu, l'importance que le prince machiavélien attache au peuple. Le prince machiavélien est appelé à fournir un effort constant pour connaitre la nature du peuple afin de pouvoir le satisfaire et de le tenir content. Le peuple constitue pour le prince un premier moyen pour sa défense personnelle comme le dit Machiavel à travers ces lignes: « *La meilleure forteresse qui soit est de ne pas être haï du peuple* » [3]. Il est clair que cet appel adressée au prince de connaitre le peuple est motivé par le constat fait par Machiavel selon lequel le peuple est au premier rang de ceux qui connaissent le prince: « *Pour bien connaitre la nature du peuple, il faut être prince, et pour bien connaitre celle du prince, il faut être du peuple* » [3]. L'attachement du peuple est non seulement important pour le développement de la cité, mais également un véritable moyen de protection du prince contre la conjuration, car « *toujours celui qui conspire croit satisfaire le peuple par la mort du prince mais s'il pense lui déplaire, il n'a pas le courage de prendre un tel parti, car les difficultés qu'il y a du côté des conjurés sont infinies* » [3]. Cela dit, nous retenons à ce niveau que le premier devoir du prince machiavélien n'est autre que celui de satisfaire le peuple, pour la raison que celui-ci est plus puissant que les soldats. C'est ce que Machiavel exprime par ce passage très suggestif: « *toujours en effet, on a besoin pour entrer dans un pays, de la faveur de ses habitants* » [3]. En tout et pour tout, le prince doit garder son attention en alerte pour répondre aux appels du peuple dans toutes les circonstances de la vie.

Dans le même angle d'idée, Machiavel reconnait au peuple la force de donner le pouvoir au prince. En comparant le pouvoir acquis par les grands à celui acquis par le peuple, Machiavel affirme que celui qu'on acquiert par le peuple se maintient avec moins de difficulté. Ceci s'explique à en croire Machiavel par le fait *« qu'on ne peut honnêtement donner satisfaction aux grands sans faire du tort aux autres; mais on peut assurément le faire avec le peuple, car le but du peuple sont honnêtes que ceux des grands* » [3]. Ce que le prince doit craindre à ce niveau, c'est d'être abandonné par le peuple. Pour éviter cela, il doit s'atteler à conquérir l'estime du peuple. Comment doit-il s'y prendre? Pour conquérir l'estime du peuple, le prince doit, selon Machiavel, conserver l'amitié avec le peuple en ne l'opprimant pas et en le prenant sous sa protection parce que « *les hommes, quand ils reçoivent les bienfaits de ceux dont ils pensaient recevoir le mal, s'attachent davantage à leur bienfaiteur* » [3].C'est donc en estimant la capacité de nuisance du peuple que le prince est tenu de considérer son peuple avec respect. En agissant ainsi, le prince se prémunit contre toute adversité et s'assure la pérennité au pouvoir, c'est pourquoi, il doit travailler de toutes ses forces et de toute son intelligence pour fuir toutes les choses susceptibles de le rendre odieux, ou méprisable. En effet, ce qui

rend le prince odieux et qu'il doit fuir, à en croire Machiavel, c'est entre autre: *« D'être rapace et d'usurper le bien et les femmes de ses sujets (...), d'être jugé changeant, léger, efféminé, pusillanime, irrésolu »* [3]. Il devra alors s'ingénier que « *l'on perçoive dans ses actions de la grandeur, du courage, de la gravité, de la fermeté, de sorte que nul ne pense à le tromper ni à le circonscrire* » [3].Tout porte à comprendre que le prince machiavélien doit être un homme doté des qualités qui s'imposent au peuple, et qui font la fierté de ce dernier. Pour mériter l'estime du peuple, le prince est encore appelé à travailler sur sa personne, car « *rien ne fait autant estimer un prince que ne les font les grandes entreprises et de donner de soi des exemples exceptionnels en ce qui concerne les affaires intérieures. Il doit donner de soi dans toutes ses actions une renommée de grand homme et d'exceptionnelle intelligence* » [3]. En plus, Machiavel se montre encore plus exigeant à l'égard du prince, bien entendu en considérant la grandeur et le prestige qu'offre le pouvoir, il ajoute au prince les exigences ci-après: « *Un prince doit encore montrer qu'il aime les talents en donnant l'hospitalité aux gens de talents et honorer ceux qui excellent dans une profession. Ensuite, il doit encourager ses concitoyens à pouvoir exercer paisiblement leurs métiers, dans le commerce, l'agriculture et tout autre métier des hommes; que l'un ne craigne pas d'embellir sa propriété de crainte qu'elle lui soit ôtée, ni l'autre d'ouvrir un nouveau trafic par peur des impôts* » [3]. Le prince machiavélien doit fournir à son peuple le cadre lui permettant de prospérer, il doit encourager ses concitoyens à travailler pour le progrès de la cité, « *il doit en outre, aux moments adéquats de l'année, tenir le peuple occupé par des fêtes et des spectacles* » [3], non pour le distraire mais pour lui montrer son sens d'humanité. Tout en montrant l'exemple d'humanité, le prince devra veiller à ne pas compromettre la majesté liée à sa fonction, c'est cela qui se trouve bien exprimé dans ce terme plein de nuance: *« Le prince doit donner de soi des exemples d'humanité et de magnificence, en maintenant fermement néanmoins la majesté de son rang, car cela ne doit jamais manquer en aucune affaire* » [3].

A l'égard du peuple, Machiavel recommande au prince une prudence mêlée de crainte. Le prince doit être humain avec le peuple non par amour, non plus par devoir comme le voudrait Emmanuel KANT, mais comme un moyen bien calculé pour conserver le pouvoir, car le contraire entrainerait le mépris du prince et par la suite la conjuration. Cette crainte se fonde sur la conviction de Machiavel ainsi formulée: « *La nature des peuples est changeante; et il est facile de les persuader d'une chose, mais difficile de les maintenir dans cette persuasion. Aussi faut-il être organisé de façon telle que, lorsqu'ils ne croient plus, on puisse le faire croire de force* » [3]. On le voit bien par-là que tout en prônant des sentiments d'humanité envers les peuples, le prince machiavélien doit se préparer à user de la violence le cas échéant étant donné la nature changeante des hommes. C'est ce pessimisme qui caractérise le prince machiavélien et qu'on nomme réalisme qui explique le recours à la ruse.

D'autre part, le prince doit se fixer un modèle d'homme à imiter dans sa relation avec les peuples en vue d'une bonne gestion de la cité. Machiavel explique cet aspect des choses par un fait de l'expérience à savoir que les hommes marchent presque toujours par les voies frayées par de grands hommes et imiter ceux qui ont été tout à fait supérieurs, afin que si sa vaillance n'y arrive pas, il s'en exhale au moins quelque parfum.

Par ailleurs, dans la réalisation de sa tâche, le prince machiavélien a besoin de l'occasion qu'il reçoit de la fortune et de la force d'âme. Les deux sont inséparables pour conserver le pouvoir, car « *sans cette occasion, la force d'âme ne peut que s'éteindre et sans la force d'âme, c'est en vain que l'occasion peut se présenter* » [3]. C'est à juste titre que Machiavel observe que ceux qui deviennent prince par la seule force d'âme acquièrent difficilement le pouvoir mais peuvent le garder facilement parce qu'ils vont user de la force. Il se remarque là un éloge manifeste de la force chez Machiavel, soit dans l'acquisition du pouvoir soit dans sa conservation.

3.3.2 LE DEVOIR DE CRUAUTE

En observant comment on acquiert le pouvoir, Machiavel retient deux façons: la cruauté, entendez par là toute voie scélérate et abominable; et la faveur de ses concitoyens. Le prince parvenu l'une ou de l'autre façon au pouvoir doit-il s'y maintenir par la force, la cruauté ou par la grâce du peuple ? Machiavel est-il pour ou contre la cruauté ? Les réponses à ces questions constituent la toile de fond du point ici développé.

En effet, ce qui compte avant toute chose chez Machiavel, c'est le pouvoir. Il s'agit de le conquérir et de le conserver à tout prix. Et si pour cela, il faut user de la cruauté, ne gêne en rien le prince machiavélien. Mais il faut savoir user de cette cruauté, c'est-à-dire n'y recourir que dans la mesure où on ne peut plus agir autrement. C'est le bon emploi de la cruauté. Au fait, Machiavel est convaincu, contrairement à ce que propagent ses détracteurs, que la cruauté n'est pas assimilable à la vaillance, car elle peut faire acquérir le pouvoir mais non la gloire. Aussi Machiavel distingue-t-il le bon emploi de la cruauté du mauvais, le premier étant celui qu'on fait par nécessité de sécurité, et en quoi on ne persiste plus ensuite, mais que l'on convertit dans le plus grand profit possible pour ses sujets. Le second étant des cruautés qui, bien qu'elles soient d'abord peu nombreuses, croissent avec le temps plutôt qu'elles ne disparaissent.

Ceci dit, faut-il en déduire que Machiavel prescrit au prince le devoir d'user ou non de la cruauté?

Il est clair que pour Machiavel ce sont les circonstances qui déterminent l'action du prince pour l'amener à atteindre sa fin. C'est pourquoi chez lui le prince ne peut pas éviter la cruauté. Et il renchérit que les violences et les bienfaits doivent être faits, mais « *le prince doit examiner les torts qu'il lui faut faire et les faire d'un coup, pour ne pas avoir à les refaire chaque jour, et pour pouvoir, en ne le renouvelant pas, rassurer les gens et se les gagner par des bienfaits* » [3]. Si la cruauté doit être faite tout à coup et dans des circonstances appropriées, les bienfaits doivent être faits peu à peu, afin qu'on le savoure peu à peu, croit fermement Machiavel. Et en tout cela, le prince machiavélien doit surtout faire preuve de grandeur d'âme hors du commun de façon qu'aucun événement, beau ou mauvais, n'ait à le faire changer.

En définitive, il est un devoir pour le prince machiavélien de ne pas chercher à commettre la cruauté à tout prix mais de savoir en tirer profit en l'adaptant aux circonstances. Il peut alors en tirer bénéfice pour son peuple ou pour lui-même. Cela exige de lui, une intelligence perspicace et une grandeur d'âme pour ne pas s'obliger à changer mais pour savoir tenir aux circonstances.

3.3.3 LE DEVOIR DE FAIRE LA GUERRE

Tous les devoirs prescrits au prince machiavélien n'ont d'autre fin que la conquête et la conservation du pouvoir. Parmi tant de devoirs que doit remplir un prince machiavélien, figure en bonne place celui d'être un homme de guerre, celui qui va de conquête en conquête et qui conserve son pouvoir par les armes. Ces armes doivent être siennes et non celles des mercenaires. Machiavel ne fait confiance ni aux armes des mercenaires ni aux mercenaires eux-mêmes pour la raison ainsi formulée: « *Les mercenaires et auxiliaires sont inutiles et dangereuses, si quelqu'un tient son pouvoir fondé sur les armés mercenaires, il ne sera jamais solide ni sûr* » [3]. En plus, Machiavel croit que si les capitaines mercenaires sont excellents dans les armes, ils aspireront toujours à leur propre grandeur ou à vous opprimer et s'ils ne les sont pas ils vous ruineront inutilement. D'où, dans l'un ou l'autre cas, il faudra se méfier d'eux. Pour cette raison, Machiavel conseille au prince de se rendre à l'armée en personne et accomplir lui-même sa tâche de capitaine. Ainsi, lui-même présent, il saura choisir des citoyens valeureux pour la guerre et ceux non valeureux pour pouvoir les changer. Pour les citoyens valeureux à la guerre, Machiavel veut qu'ils soient bridés avec des lois pour qu'ils ne dépassent pas les bornes.

Dans l'administration de la cité, Machiavel veut que le Prince se consacre également au métier de la guerre, car pour lui: « *Un prince ne doit avoir d'autre objet ni d'autre pensée ni choisir d'autre chose quant à son mérité, hors de la guerre, des institutions et de la discipline; car c'est le seul métier qui convient à qui commande* » [3]. Autrement dit, les princes qui pensent aux plaisirs qu'aux armes perdent leurs positions et se rendent méprisables ce qui est l'un des renoms dont un prince machiavélien doit se garder. Pour cela, le prince machiavélien ne doit jamais se détourner de la pensée et de l'exercice de la guerre, qu'on soit pendant la période de paix ou pendant la guerre. Cette pratique de la guerre doit se réaliser par le Prince de deux façons à en croire Machiavel: Par l'esprit et par les actions. Par l'exercice de l'esprit, Machiavel entend prescrire au prince le devoir de s'adonner à la lecture des livres d'histoire, d'y considérer les actions des grands hommes, d'examiner les causes de leurs victoires et de leurs défaites, pour pouvoir fuir les uns et imiter les autres. En plus de la connaissance de l'histoire des grands hommes, le prince machiavélien doit connaitre son pays: les collines, les vallées, les plaines, le marais,... car cette connaissance permet au prince à situer l'ennemi, à prendre ses logements, à conduire ses troupes, à ordonner ses batailles, à assiéger les villes à votre avantage. Quant aux actions, le prince machiavélien doit « *outre le fait de tenir les hommes bien ordonnés et exercé, il doit toujours s'occuper à chasser et par là accoutumer son corps aux épreuves* » [3].

Tout compte fait, le devoir d'être un homme de guerre s'explique par le fait que le prince machiavélien est convaincu qu'à tout moment, il peut être attaqué par des ennemis de l'extérieur ou de l'intérieur, il doit par conséquent s'attendre au changement de la fortune et s'y préparer toujours. Pendant la période de la paix, il ne doit jamais oublier que la guerre peut surgir, c'est pourquoi, il ne doit jamais rester inactif en temps de paix, mais en faire avec soin un capital pour pouvoir s'en servir dans l'adversité, afin que quand change la fortune, elle le trouve prêt à lui résister.

3.3.4 LE DEVOIR DE CHERCHER À ETRE NE LOUE QUE BLAME

La politique étant cet art de gérer la cité, le prince a besoin d'être estimé par le peuple pour que ses actions ne soient pas à tout instant objet de contestation. Qu'en est-il du prince machiavélien ? Doit-il être loué ou blâmé pour administrer la cité et conserver le pouvoir le plus longtemps possible ? C'est à cette question précise que cette partie tente de porter une lumière.

En effet, il en est du prince machiavélien que de tout autre prince de tenir à son honneur. Et pour y arriver, il lui convient de faire montre de certaines valeurs morales de bienveillance. Mais alors comment le prince machiavélien doit-il s'y prendre, est-il tenu en tous les domaines de faire profession de bonté?

Machiavel commence par s'attaquer aux conceptions idéalistes du prince, il veut consacrer une conception réaliste du prince adaptée à la nature de l'homme. Pour Machiavel, étant donné que les hommes ne sont pas eux-mêmes bons, il ne serait pas logique que le prince prétende être bon pour les diriger, sinon il court le risque de se perdre. Cela s'entend bien dans ce passage de Le Prince: « *Car un homme qui, il faut qu'il s'écroule au milieu des gens qui ne sont pas bons. Aussi est-il nécessaire à un prince s'il veut se maintenir, d'apprendre à pouvoir ne pas être bon, et à en user et n'en pas user selon la nécessité* » [3].

Machiavel est conscient que le prince est un homme comme toute autre personne, il est également jugé selon les qualités qui valent les blâmes ou les louanges. Ainsi, il estime que pour qu'un prince soit estimé, il doit pouvoir faire valoir plusieurs traits de caractères:

- Il faut qu'il donne de soi une renommée de grand homme et d'exceptionnelle intelligence dans tous les cas de figure.
- Il faut qu'il congratule ou punisse chaque personne qui fait de grandes choses à l'intérieure de la cité que cela soit en bien ou en mal (ex: Bernabo de Milan).
- Le prince doit soit avoir des amis, soit avoir des ennemis. Il ne faut surtout pas être neutre car cela se retournera toujours contre lui. Le fait de ne pas être neutre te donne la possibilité de trancher dans des actions et de ne pas être à la merci de l'autre.
- Le monarque ne doit jamais s'associer avec des princes plus puissants que lui contre un ennemi commun. Car cet allié sera par la suite en position de force dans les négociations (ex: royaume de Venise avec les Français).
- Il est parfois souhaitable de faire la guerre pour pouvoir en tirer la gloire à la suite d'une victoire (ex: Ferdinand Aragon le roi d'Espagne)
- Il doit pouvoir laisser les gens faire paisiblement leurs métiers et congratuler les personnes qui aident au développement de la cité.
- Etre hospitalier envers les gens qui ont du talent.
- Le prince doit faire de grandes fêtes durant l'année pour unifier son peuple et avoir leurs sympathies.

Toutefois, Machiavel constate qu'il est difficile d'avoir toutes les qualités jugées bonnes ou les ayant, il est difficile de les observer tout à fait, il exige alors au prince la prudence pour « *pouvoir fuir le mauvais renom des vices qui lui ôteraient le pouvoir, et pour se garder de ceux qui ne le lui ôteraient pas, si possible; ne le pouvant pas, il peut se laisse aller avec moins de crainte (...) car, tout bien considéré, on trouvera certaine chose qui apparaitra une vertu, et qui, à la pratiquer, sera sa chute, et telle autre qui semblera un vice et qui, à la pratiquer, lui procure sécurité et bonheur* » [3]. Ici le réalisme machiavélien se refuse de trancher entre la pratique des qualités jugées bonnes à faire et celles de celles jugées bonnes à éviter comme le voudrait la morale traditionnelle. Ce qui compte ici c'est la fin, peu importe les moyens. On assiste ici à une sorte de relativisme des valeurs. Ne considérant que le pouvoir, le prince machiavélien est appelé à pratiquer les vices nécessaires à la conservation de l'Etat et à éviter des vertus qui n'y concourent pas.

En définitive, ce qui procure la louange au Prince, ce n'est pas la pratique des qualités jugées bonnes mais le choix des qualités (bonnes ou mauvaises) nécessaires à la conservation de l'Etat. Tel est le devoir du prince machiavélien qui n'est plus soumis aux règles de la morale. Les conséquences y relatives seront le choix d'une part d'être aimé et de l'autre d'être craint ou autrement dit, le prince se doit de choisir soit d'être ami du peuple, soit d'être dictateur et ainsi être haï.

3.3.5 LE DEVOIR D'ETRE CRAINT SANS ETRE HAI

Dans l'exercice de ses fonctions, le prince doit considérer les gens comme mauvais. Toutes ses actions doivent prendre cela comme point de départ. Fort de cette conviction, le prince machiavélien doit choisir ses actions non en fonction du peuple d'abord, mais en fonction du pouvoir à conserver, ce qui peut l'amener à choisir les actions jugées mauvaises de temps en temps et s'attirer ainsi la haine du peuple. Or, nous avons montré, que le prince machiavélien doit éviter ce qui le rend odieux aux yeux du peuple. D'où la question de savoir si pour le prince machiavélien, il vaut mieux d'être aimé que d'être craint.

En effet, pour Machiavel, être aimé et être craint sont nécessaires pour un prince, mais être craint est encore plus sûr: « *Il faudrait être l'un et l'autre, Mais parce qu'il est difficile de les assembler, il est beaucoup plus sûr d'être craint qu'aimé, si l'on doit manquer l'un de deux* » [3]. Ce choix se justifie selon Machiavel par le fait que les hommes sont ingrats, changeants, simulateurs, lâches devant les dangers, avides de profits. Pour cela, le prince ne doit pas se fonder sur leur parole. D'autre part, Machiavel a observé que les hommes ont moins d'hésitation à nuire à quelqu'un qui se fait aimé qu'à quelqu'un qui se fait craindre.

Considérant qu'il est difficile d'être craint et aimé à la fois, Machiavel prescrit au prince de se faire craindre tout en fuyant d'être haï, car dit-il, être craint et être aimé sont deux choses qui peuvent très bien aller ensemble. Mais comment peut-on y arriver ?

En effet, ce qui rend le prince odieux, c'est-à-dire ce qui lui attire la haine, du moins à en croire Machiavel, c'est d'être rapace et usurper les biens et les femmes de ses sujets, être changeant, léger, efféminé, pusillanime, irrésolu, lésineur, cruel, orgueilleux, astucieux, incrédule,...De tous ces vices, un prince qui veut être craint sans être haï « *s'abstiendra des biens de ses concitoyens et de ses sujets, et de leurs femmes* » [3]. La raison évoquée par Machiavel pour étayer cette option est que les hommes oublient plus vite la mort de leur père que la perte de leur patrimoine. L'auteur de Le Prince n'exclut pas néanmoins la possibilité de s'en prendre à la vie d'un sujet, mais il faut qu'il y ait une justification convenable et une cause manifeste.

En outre, Machiavel est sûr de se faire craint qu'aimé, car il dépend des autres d'aimer le prince, mais il dépend du prince d'être craint, alors il en déduit qu'un prince sage *« doit se fonder sur ce qui dépend de lui que sur ce qui des autres; seulement il doit s'efforcer de fuir la haine »* [3].

A tout prendre, entre l'amour et la crainte du peuple, le prince voudrait et l'un et l'autre, car selon lui, « *un prince ne doit pas s'écarter du bien, s'il le peut, mais il doit savoir entrer dans le mal y étant contraint* » [3]. Ceci étant, il choisira d'être craint sans être haï, en évitant tout ce qui attire la haine du peuple et s'il s'y trouve contraint, il doit trouver une justification allant dans le sens de la conservation de l'Etat. Ce qui compte pour Machiavel, c'est de conserver le pouvoir, le moyen les moyens seront jugés honorables et loués de tous, « *car le vulgaire est convaincu par les apparences et par l'issue des choses* » [3].

3.3.6 TENIR SA PAROLE, UN DEVOIR POUR LE PRINCE MACHIAVELIEN ?

La vie politique exige au dirigeant un nombre important des valeurs parmi lesquelles il faut compte le fait de tenir sa parole. Cette qualité assure au prince la confiance du peuple autant que celle de ses alliés. Sans cette qualité, un prince ne peut ni s'assurer la confiance du peuple, ni des liens durables avec les amis de l'extérieur. Si cela est vrai en général, qu'en est-il pour le prince machiavélien ? Cette qualité est-elle applicable dans toutes circonstances chez Machiavel ? Dans cette partie, nous allons essayer d'élucider ces questions dans le contexte propre à la pensée de Machiavel.

En effet, Machiavel reconnait comme louable pour un prince de tenir sa parole et de vivre avec droiture et non avec ruse. Cependant, considérant que les hommes sont changeants et avides, il fait remarquer qu'il ne pas toujours important pour un prince de tenir toujours sa parole. Car, il y a des princes qui ont peu tenu leur parole et qui ont su par la ruse tromper l'esprit des hommes; à la fin, ils ont dépassé ceux qui se sont fondés sur la loyauté. D'où, il faut s'échapper de fois à la loyauté, et pour y arriver Machiavel propose deux façons de combattre, l'une avec les lois, l'autre avec la force: *« La première est propre à l'homme, la deuxième aux bêtes. Mais parce que très souvent la première ne suffit pas, il convient de recourir à la seconde* » [3]. A ce niveau, Machiavel semble relativiser l'usage des lois en le traitant d'insuffisantes. Il se fonde sur la nature changeante des hommes, conscient de leur capacité de nuire à autrui toujours actuelle. S'agissant des bêtes, il propose deux bêtes emblématiques, à savoir le renard et le lion. Le premier incarne la ruse pour connaitre les pièges, le second incarne la force pour effrayer le loup.

Ceci dit, revenons à la question de savoir s'il est des devoirs du prince machiavélien, en toute circonstance, de tenir sa parole. La réponse de Machiavel est claire et bien tranchée: « *Un souverain sage ne peut ni ne doit observer sa parole, lorsqu'un tel comportement risque de se contourner contre lui et qu'ont disparues les raisons qui la firent engager* » [3]. Le prince doit donc observer les circonstances dans lesquelles il se trouve, il n'est pas question de tenir sa parole comme simple signe de loyauté mais comme moyen lui permettant de conserver le pouvoir. Machiavel justifie cet état des choses par le fait ainsi formulé: « *Si les hommes étaient bons, ce précepte ne serait pas bon, mais comme ils sont méchants et n'observeraient pas leur parole envers vous, vous non plus n'avez pas à l'observer envers eux. Jamais à un prince n'ont manqué des motifs légitimes de farder son manque de parole* » [3].

Somme toute, le prince machiavélien ne doit pas se sentir dans l'obligation de tenir sa parole si cette loyauté n'est pas nécessaire à la conservation du pouvoir. Comme toutes les autres vertus que nous avons mentionnées plus haut, tenir sa parole est également une qualité dont il faut user avec sagesse en tenant compte de ce que sont les hommes dans le réalisme machiavélien.

4 CONCLUSION

Parvenu au terme de cette investigation basée sur une analyse des devoirs du prince machiavélien, il ne nous semble pas superflu de rappeler ces quelques grandes lignes qui en constituent la moelle substantive:

- En premier lieu, force est de constater que les positions aussi rudes que Machiavel recommande au prince de soutenir, dépendent de son histoire. En effet, son époque est celle où l'Italie connut des conflits et des divisions infligés par les pays étrangers. Machiavel, victime de toutes les menaces et les violences imposées par ces guerres, n'avait plus d'autre conception de la politique que comme un lieu de méfiance mutuelle où ruse et force doivent se succéder pour assurer le succès au prince.
- En second lieu, étant donné l'existence de différentes formes de régimes politique, le prince doit adapter son action au régime auquel il a à faire.
- En troisième lieu, s'agissant des devoirs que Machiavel prescrits à son prince, qu'il prend d'ailleurs le soin d'appeler à plusieurs reprises un prince sage, nous les avons repartis en: devoir envers le peuple, devoir de cruauté, devoir de chercher à être loué que blâmé, devoir d'être craint sans être haï, devoir de ne tenir sa parole que si cela n'expose le pouvoir à aucun danger.

Somme toute, de par l'analyse de Le Prince, certains faits valent la peine d'être relevés: Primo, Machiavel ne se préoccupe pas de questions morales. En effet, il propose plutôt une politique pratique. Ce qui l'intéresse, c'est la description de la manière dont s'acquiert, s'exerce et se conserve le pouvoir ainsi que la description du type du prince pouvant s'adapter à conduire la cité. Secundo, c'est le principe de méchanceté qui est envisagé chez lui comme règle pour l'action législative en politique. Cette méchanceté ici prônée et dont Machiavel fit lui-même l'expérience, ayant vécu à l'époque où l'Italie était profondément divisée à cause des ambitions conquérantes des Français, Espagnoles et des Allemands notamment, est le point de départ de ce pessimisme devenu caractéristique du machiavélisme. Cependant, pour Machiavel il ne s'agit là que d'un réalisme; car pour lui, il faut considérer les choses telles qu'elles sont et non telles qu'elles devraient être, la raison en est que: « *Nombreux sont ceux qui se sont imaginé des républiques et des monarchies dont l'on n'a jamais vu ni su qu'elles aient vraiment existé. Car il y a si loin entre la manière dont on vit et la manière dont on devrait vivre, que celui qui laisse ce que l'on fait pour ce que l'on devrait faire apprend plutôt à se perdre qu'à se conserver* » [3].

Pour cela, la tâche de gouverner doit être envisagée de manière réaliste affirme Machiavel. Donc, puisque le monde est méchant, le prince doit l'être aussi. C'est ici que plusieurs hommes politiques fondent, leurs stratagèmes pour maintenir à tout prix leur pouvoir le plus souvent tyrannique. Tertio, Machiavel reconnait que le mal est mal, il n'est donc pas immoral. En ce sens, il ne prône pas la cruauté, l'avarice, etc. par simple plaisir de nuire à autrui, mais il veut montrer qu'il y a possibilité d'utiliser le mal par l'autorité légitime pour conserver l'intégrité territoriale et le bien-être social; tout en s'opposant à une cruauté féroce, aveugle qui d'ailleurs cause la ruine du prince. Ainsi s'entend son exhortation à entrer dans le mal quand c'est nécessaire, toujours dans le but de la conservation ou du maintien du pouvoir. Cet appel de Machiavel à recourir parfois à la cruauté se situe dans le contexte de l'Italie de son époque. C'est ainsi qu'après avoir décrit le visage du prince, Machiavel achève son ouvrage par une exhortation au prince Laurent de Médicis: « *On ne doit pas, donc, laisser perdre cette occasion, afin qu'après une si longue attente, l'Italie puisse voir apparaitre un rédempteur. Je ne saurais pas suffisamment déclarer avec quelle grande affection il serait reçu en tous ces pays, qui en ont enduré par ces descentes d'étrangers en Italie, avec quelque soif de vengeance, avec quelle foi opiniâtre, quelle piété, quelles larmes. Quelles portes lui fermerait-on ? Quel peuple lui refuserait obéissance ? Quelle envie s'opposerait à lui ? Quel italien lui refuserait hommage ? Cette barbare tyrannie pue à tout le monde ici*.» [3].

Nous découvrons par-là que chez Machiavel, les valeurs politiques sont la mesure des valeurs morales. Et ces valeurs politiques sont donc utiles pour la conquête et la conservation du pouvoir condition sine qua non pour la paix et la sécurité de la cité. Comme beaucoup d'autres philosophes ont eu à le relever, le réalisme machiavélien qui déconsidère parfois les valeurs éthiques de fidélité, de loyauté, de sincérité, de justice au profit de la force, de la ruse en vue du pouvoir, n'est pas soutenable. Nous considérons qu'une telle politique ne prend en compte que le désir d'assouvir l'ambition du Prince de conserver plus longtemps le pouvoir en lieu et place du progrès intégral des citoyens.

REFERENCES

[1] M-M, FRAGONARD, commentaire de MACHIAVEL, in MACHIAVEL, N., 1987. *Le Prince,* Préface et commentaire de M-D FRIGONARD, Paris, éd. Bordas.

[2] DELRUELLE, E., 2006. Métamorphose du sujet. L'éthique philosophique de Socrate à Foucault. 2e édition De Boeck, Bruxelles.

[3] MACHIAVEL, N., 1987.*Le Prince,* Préface et commentaire de M-D FRIGONARD, Paris, éd. Bordas.

[4] GAILE-NICODIMOV, M., 2007. « Machiavel et la tradition philosophique » in *Archives-ouvertes,* https://hal.hal.archives-ouvertes.fr/hal-01309051, Submitted on 28Apr 2016.

[5] VERGER, A. et HUISMAN, D., 1966. *Histoire des philosophes,* éd. Fernand Nathan, Paris.

[6] MUSHAGALUSA, M. « Le bien commun comme but de la politique chez Julien Freund » in *International Journal of Innovation and Scientific Research,* 31 No. 1 Jun. 2017, pp. 7-16.

[7] MAURICE DE WULF, *Précis de l'histoire de la philosophie,* Ed. Nauwelaerts, Louvain, 1950.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 840-849
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Prévalence des parasites gastro-intestinaux des antilopes au Parc National de Kahuzi-Biega et des caprins élevés aux alentours

[Prevalence of gastrointestinal parasites in antelopes in Kahuzi-Biega National Park and goats raised nearby]

Emmanuel Bisimwa Balungwe[1], Débora Furaha Munguromo[2], Luis Flores[3], Victor Mituga Ntwali[1], and Prince Kaleme Kishwele[4]

[1]Université du Cinquantenaire (Uni50, Lwiro), RD Congo

[2]Université de Bunia (UNIBU), RD Congo

[3]Centre de Récupération des Primates de Lwiro (CRPL), RD Congo

[4]Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN, Lwiro), RD Congo

Copyright © 2023 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 research on the prevalence of gastrointestinal parasites of antelopes and goats has been conducted in and around the Kahuzi-Biega National Park. The method of collecting dung by hand coupled to that of the laboratory coprology analysis were used. The results of the study show that the antelope and the goat have in common as roundworms *trichostrongylus, Nematoduris* and flatworms, *Fasciola gigantica* (Trematodes) and as other worms, *Coccidia*. Gastrointestinal parasites in both sites (PNKB and around the PNKB).*Trichostrongylus,* are abundant in antelopes and goats, but *Coccidia* are abundant around the PNKB so in goats. Goats have a high prevalence of parasites for the same species found in the two sites namely *trichostrongylus,* (51.2%), *Nematoduris* (8.7%) and *Coccidia* (47.5%) against *trichostrongylus,* (47, 5%), *Nematoduris* (1.2%) and *Coccidia* (21.2%) in antelopes whereas for *Fasciola gigantica,* antelopes have a high parasite prevalence (26.2%) than goats (20%). The other prevalences of parasites in antelopes are distributed as follows 5% respectively for *Gardia lamblia* and *Molineus,* 1.2% respectively for *Balatidium parcel, Monezia expensa, Cappilaria* sp and *Ascarus lumbricoides* and 2., 5% *Trichuris trichura*. The parasite infestation rate in the two small ruminants (antelope and goat) is at least 10 parasitic elements counted on the slide of *Molineus, Trichuris trichura, Ascarus lumbricoides, Cappilaria* sp, *Monezia expensa* and Nematoduris while for *Coccidia* and *tricostrongylus,* is 10 to 100 parasitic elements counted on the blade. The infestation rate of gastrointestinal parasites is 10.1% in antelopes and 31.9% in goats. Goats around the PNKB are quite infested with *trichostrongylus,* as the antelopes at PNKB. For *Coccidian* parasites, goats around PNKB are infested in the same way as PNKB antelopes.

KEYWORDS: PNKB, Antelope, goat, gastrointestinal parasite, prevalence, frequency.

RESUME: Ce travail a été effectué au PNKB et à ses alentours en vue d'évaluer le parasitisme qui affecte le petit ruminant sauvage et celui domestique des peuples riverains. Le ramassage des crottes à la main, couplé à l'analyse coprologique au laboratoire ont été effectuées. Les résultats montrent que l'antilope et la chèvre ont en commun les vers ronds du genre *Trichostrongylus, Nematoduris* et les vers plats du genre *Fasciola gigantica* et comme autre parasites, les *Coccidies.* Les parasites gastro-intestinaux dans les deux sites (PNKB et aux alentours du PNKB), les *Trichostrongylus* sont abondants chez les antilopes et les chèvres mais, les *Coccidies* sont abondants aux alentours du PNKB donc chez les chèvres. Les chèvres ont une prévalence des parasites élevée pour les mêmes espèces rencontrées dans les deux sites à savoir *Trichostrongylus* (51,2%), *Nematoduris* (8,7 %) et les *Coccidies* (47,5 %) contre *Trichostrongylus,* (47,5%), *Nematoduris* (1,2%) et les *Coccidies* (21,2%) chez les antilopes tandis qu'en ce qui concerne *Fasciola gigantica,* les antilopes ont une prévalence des parasites élevée (26,2%) que les chèvres (20 %). Les autres prévalences des parasites chez les antilopes sont reparties de la manière suivante5 % respectivement pour *Gardia lamblia* et le *Molineus,* 1,2 % respectivement pour *Balantidium colis, Monezia expensa, Capilaria* sp et *Ascaris lombricoïdes* ainsi que 2,5 % *Trichuris trichura*. Le taux d'infestation des parasites évalué au 10[e] pour *Molineus, Trichuris trichura, Ascaris lumbricoides, Capilaria* sp, *Monezia expensa* et

*Nematoduris*et au 100[e]*Eimeria*et *trichostrongylus,* est de 10,1 % chez les antilopes et de 31,9 % chez les caprins. Les chèvres aux alentours du PNKB sont assez infestées par le *trichostrongylus,* que les antilopes au PNKB. Pour les Coccidies, les chèvres aux alentours du PNKB sont infestées de la même manière que les antilopes au PNKB.

MOTS-CLEFS: PNKB, Antilope, chèvre, parasite gastro-intestinal, prévalence, fréquence.

1 INTRODUCTION

La faune sauvage fait partie du patrimoine national au même titre que les forêts et les rivières [1].Il y a donc nécessité pour tous de se sentir concernés par la gestion de toute aire protégée, sur toute la surface du globe. Les aires protégées d'Afrique figurent souvent dans l'imaginaire des occidentaux, enfants ou adultes, en raison de leur faune exceptionnelle et de leurs paysages grandioses, les aires protégées sont les garants de la préservation d'un patrimoine collectif encore lourdement impacté par le développement de notre civilisation. La faune, la flore, les habitats qu'elles permettent de sauvegarder présentent une valeur universelle non seulement en tant qu'espèces et espaces originaux, mais également en raison du rôle actuel ou potentiel qu'ils peuvent jouer pour l'homme dont alimentaire, économique, culturel, touristique, scientifique et médicinal.

La diversité biologique est durement menacée par l'activité humaine, malgré les efforts entrepris afin de la protéger. La surexploitation des ressources naturelles, la destruction des habitats, la pollution des milieux et l'introduction d'espèces envahissantes sont les premières menaces reconnues pour la biodiversité. Des problèmes à l'échelle globale, comme les changements climatiques, ajoutent eux aussi une pression énorme à la biodiversité Cependant, d'après [2], une vaste enquête destinée à mieux connaître la faune sauvage (Buffle et diverses antilopes), son importance et ses maladies a été entreprise en Afrique central jusqu'à la frontière du Zaïre, actuellement la République Démocratique du Congo.

La RD Congo, plus vaste pays d'Afrique sub-saharienne avec une superficie de 2344 858 $Km^{2,}$ possède un patrimoine naturel exceptionnel. Situé de part et d'autre de l'équateur et s'étendant entre l'océan atlantique et le Rift Albertin. Les écosystèmes terrestres et d'eau douce du Pays comprennent plus de 60 % des forêts denses du bassin du Congo. Ces écosystèmes sont très diversifiés, remarquables par une flore et une faune caractéristiques et très diversifiées avec 1 857 espèces de vertébrés dont 137 sont endémiques, plus de 900 espèces de poissons et 11000 plantes. Le Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB) compte 136 espèces de mammifères parmi lesquelles 14 sont menacées, 335 espèces d'oiseaux dont 11 sont menacées et 30 sont endémiques au niveau du Rift Albertin tandis que 69 espèces de reptiles, 44 espèces amphibiens et plusieurs centaines d'espèces de plantes dont 145 sont endémiques au niveau du Rift Albertin [3].

Les antilopes sont des mammifères ruminants classés dans un ensemble de huit familles assez disparates. Les antilopes étant dans les catégories des animaux menacés subissent des pressions liées aux activités de l'homme. Les interactions des antilopes avec les animaux domestiques en plus des infestations par des helminthes, des protozoaires et des arthropodes peuvent être à l'origine de pertes économiques importantes sans compter les effets probables sur la santé humaine. Ils causent des maladies mortelles dans les aires protégés. Ces maladies doivent être connues pour guider les décisions des gestionnaires de la faune pour la protection des espèces menacées. C'est ainsi, nous avons trouvé nécessaire de mener une étude sur la prévalence des helminthes parasites gastro-intestinaux des antilopes au PNKB, secteur de haute altitude et les chèvres élevées dans les groupements limitrophes de ce parc. L'objectif global est de déterminer la prévalence des parasites gastro-intestinaux des antilopes et céphalophes du Parc National de Kahuzi-Biega et des chèvres élevées par les communautés vivant aux alentours du PNKB. Il s'agit de trouver le nombre des parasites pendant la saison pluvieuse, identifier eux qui sont communs aux deux espèces animales et calculer leur prévalence pour le PNKB et certains groupements limitrophes. L'activité vise l'amélioration de la santé des antilopes au Parc National de Kahuzi-Biega et les chèvres élevées aux alentours.

Suite à une menace perpétrée par l'action anthropique, des stress sur les populations des ruminants sauvages dont les antilopes sont évidents. Les animaux deviennent alors sensibles aux agents pathogènes qui diminuent leur capacité de défense immunitaire. En plus un autre facteur comme les relations épidémiologiques entre les populations des antilopes sauvages et petits ruminants domestiques jouent un rôle fondamental dans la santé des deux.

Des espèces sauvages (cervidés, petits ruminants, rongeurs) fréquentent souvent des pâturages utilisés par les ruminants domestiques à la quête de nourriture. En partageant l´habitat dans les limites entre les forêts et les pâturages « les échanges parasitaires sont alors susceptibles d'intervenir entre les espèces [4]. Ceci affecte l´économie locale, celle du pays. Dans le pays en développement, les petits ruminants sont sous une contrainte sérieuse des infestations qui réduisent leur productivité ainsi que leur performance de reproduction [5]. Une infestation intense de ces parasites peut provoquer l'anémie ou d´autres troubles de santé, et mêmes la mort des animaux. En plus de ces menaces, l'infestation réduit aussi l'immunité des animaux et la rend susceptibles à d'autres infections pathogènes en causant d'énormes pertes économiques [6].

Aucune étude n'a été effectuée au PNKB sur l'évaluation de la prévalence des parasites gastro-intestinaux des antilopes tant, dans le secteur de haute altitude que de basse et les chèvres élevées aux alentours du parc. Il est ainsi impérieux pour le Parc National de Kahuzi-Biega d'avoir

une connaissance sur les populations des parasites habituelles chez les antilopes et caprins autour du parc en vue de constituer un bon outil d'évaluation de l'état de santé de ces derniers.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODE

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Le Parc National de Kahuzi-Biega est le cadre géographique (PNKB). Il fut créé en 1975, il est localisé à l'Est du Congo entre 1°36'- 2°37' de latitude Sud et 27°33' – 28°46' de longitude Est, couvre une superficie de 6 000 km^2 et s'étend du bassin du Congo près d'Itebero-Utu jusqu'à sa frontière occidentale au nord-ouest de Bukavu. Son altitude varie de 600m à3 308m.Il est limité au nord par le Parc National de Maïko, la Réserve naturelle de Tayna; la Réserve des primates de Kisimba-Ikobo, le chapelet de Réserves de l'UGADEC et au sud par la Réserve Naturelle d'Itombwe [7].Le PNKB couvre une partie des territoires administratifs de Kabare, de Kalehe, de Shabunda et de Walungu dans la Province du Sud-Kivu; de Walikale, dans la Province du Nord-Kivu et de Punia dans la Province du Maniema [8].

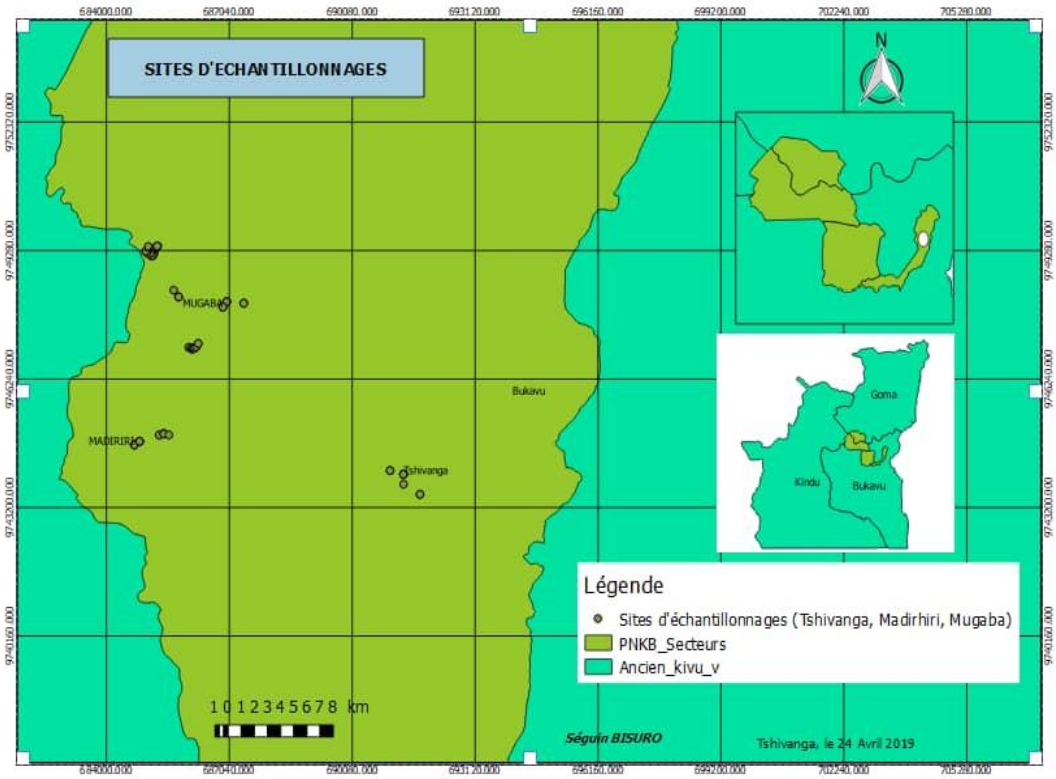


Fig. 1. Sites d'échantillonnage dans le PNKB

CLIMAT

Le voisinage du PNKB à l'Equateur conduit à la succession saisonnière, à savoir deux saisons pluvieuses: (mars à mai et septembre à décembre) accompagnées de deux courtes saisons partiellement sèches: janvier à février et juin à août [9].

La température moyenne annuelle est de 20,5°C avec une variation entre 15 et 25°C. Les précipitations sont très élevées 2646 mm, mais pas distribuées uniformément tout au long de l'année.

HYDROLOGIE

Le réseau hydrographique du PNKB appartient au bassin du Congo. En haute altitude, cinq rivières versent leurs eaux dans le lac Kivu à savoir les rivières Langa, Lwiro, Nyabachiwesa, Mushuva, Nyawarongo et cinq autre rivières comme Luka, Nzovu, Lubimbe, Utu, Luwa se déversent dans le fleuve Congo en basse altitude [9].

FAUNE

Un inventaire préliminaire des espèces présente que194espècesde mammifères habitent dans et autour du PNKB et, que le parc compte 349 espèces d'oiseaux dont 42 sont endémiques au niveau d'Albertin Rift, 69 espèces de reptiles, 44 espèces d'amphibiens [10]. Au Kahuzi-Biega on a comme antilopes le Bongo (*Tragelaphus euriceros*) et sept espèces de Céphalophes.

FLORE

Le PNKB comporte deux types des forêts d'une part, la forêt ombrophile de montagne (ou forêt afro montagnarde) et d'autre part, la forêt ombrophile de plaine. La présence de 1178 espèces de plantes répertoriées en haute altitude dans le PNKB fait qu'il soit le troisième site en terme de richesse spécifique dans le Rift Albertin après les Parcs nationaux des Virunga et la forêt impénétrable de Bwindi. La flore de la basse altitude reste peu connue [11].

L'inventaire des espèces endémiques du Parc national de Kahuzi-Biega est loin d'être terminé, comme le démontre de nombreuses nouvelles espèces découvertes appartenant essentiellement aux familles des Balsaminaceae, Orchidaceae, Violaceae, Euphorbiaceae, Araliaceae, Anacardiaceae et plusieurs d'autres familles avec une seule espèce déterminée [12].

2.2 MATERIELS

2.2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Les crottes d'antilopes ramassées en forêt et celles des chèvres constituent le matériel biologique.

2.2.2 MATÉRIEL NON BIOLOGIQUE

- Les gants et la masque (Cache nez) pour ne pas être en contact directe avec les fèces afin d'éviter la contamination.
- Le marqueur pour étiquetage.
- Le bocal pour conditionner l'échantillon ainsi que le produit de conservation (alcool à 95%).
- Le microscope et la paillasse pour la coprologie.

2.3 METHODES

2.3.1 RÉCOLTE ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Entre octobre 2018 et février 2019, les récoltes des crottes des antilopes ont été effectuées au PNKB dans trois sites dont Tchivanga, Mugaba et Madiriri et trois sites aux alentours du parc dont la Plantation Madaga, Tchibati et Kahungu.

Pour obtenir une estimation la plus fiable possible de la présence/absence et de la diversité des parasites, il a été suggéré que plusieurs échantillons devraient être collectés des jours non consécutifs [13].

Les prélèvements des échantillons des crottes des chèvres ont été faits directement dans le rectum des chèvres des deux sexes et âgés de 8 à 24 mois choisis de façon aléatoire. Il consiste à immobiliser l'animal ensuite, une fois porté les gants, le doigt a été introduit dans le rectum pour sortir les crottes. Ces derniers étaient conservés dans un bocal contenant de l'alcool à 95%, le travail se déroulait de 8 heures à 11 heures ensuite ces échantillons ont été acheminés immédiatement au laboratoire dans une boîte isotherme, gardés dans un congélateur à une température de 4°C, à examiner 12 heures ou 24 heures après récolte. Chaque échantillon a été analysé par la méthode coprologique avec 2 Techniques: l'examen direct, la technique de flottaison de Willis [14]. L'observation des parasites au microscope a fait l'usage de l'objectif 10X et 40X.

2.3.2 EXAMEN DIRECT DE SELLE

L'opération a consisté à prélever une petite quantité de selle (g), la diluer dans une solution physiologique dans un tube à l'aide d'une tigette en bois ensuite, de prendre une goutte, la mettre sur une lame porte objet, la couvrir avec une lamelle et au terme mettre la préparation au microscope. La recherche des parasites s'est faite par l'observation soit au binoculaire électrique (OPTIKA) et soit encore au monoculaire électrique (ALL-in Microscop).Il permet de trouver à la fois les œufs lourds et légers des parasites.

2.3.3 TECHNIQUE DE WILLIS

Nous avons utilisé la technique de Willis qui, consiste à mettre 2 g d'échantillon deselle dans 20 ml de solution de Willis, faire le mélange homogène à l'aide d'une tigette, filtrer la préparation à l'aide d'un passoir en le mettant au-dessus d'un entonnoir, verser la préparation filtrée dans un flacon jusqu'à former un ménisque. Couvrir le flacon rempli de la préparation avec une lamelle pendant 10 à 15 minutes ensuite prendre cette lamelle qui couvrait le flacon et la déposer sur la lame porte objet de façon, que la surface de la lamelle qui porte la préparation soit en contact avec la surface de la lame porte objet puis observer au microscope.Il sied de signaler que les deux examens nous ont données les mêmes résultats.

Les données ont été encodées et traitées dans le logicielle Excel 2016.La fréquence a été calculé en prenant le nombre de fois qu'un parasite a été trouvé contenant l'espèce prise divisé par le nombre total de prélèvements faits (cas positif toute espèce confondue) [15]:

- La prévalence a été calculée en prenant les nombre d'échantillons positif divisé par le nombre total d'échantillons analysés.
- Le test t de Student a été utilisé pour comparer la prévalence des parasites gastro-intestinaux dans le logiciel R, les différences entre les moyennes sont considérées significatives au seuil de 5 %.

$$F=\frac{Pa}{P}\ x\ 100$$

F = fréquence de l'espèce. Pa = nombre total de prélèvements contenant l'espèce prise en considération. P est le nombre total de prélèvements faits **(**cas positifs toute espèce confondue).

La prévalence a été calculée par la formule proposée par Martineau (1994)

$$\text{Prévalence (P)} = \frac{\text{Nombre d'échantillons positifs } x\ 100}{\text{Nombre total d'échantillons analysés}}$$

3 PRESENTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

3.1.1 IDENTIFICATION DES PARASITES GASTRO-INTESTINAUX DES ANTILOPES ET DES CHÈVRES

Tableau 1. Identification des parasites gastro-intestinaux des antilopes et des chèvres

GENRE *ESPECES*	*ANTILOPES*	CHEVRE	EMBRACHEMENT	CLASSE	ORDE	FAMILLE
***Coccidia* sp.**	+	+	Protozoaires	Protozoa	Coccida	Diplospridae
Balantidium coli	+	-	Protozoaires	Litostomatea	Vestibuliferida	Balantidiidae
Giardia lamblia	+	-	Protozoaires	Ciliata	Dilpomonadina	Diplospridae
Fasciola gigantica	+	+	Plathelminthes	Tramathoda	Fasciolida	Fasciolidae
Moniezia expansa	+	-	Plathelminthes	Cestoda	Cyclophulida	Anoplocephalidae
Ascaris lumbricoïdes	+	_	Némathelminthes	Nemathoda	Ascaridata	Ascaridae
Nematodirus spp.	+	+	Némathelminthes	Nemathoda	Nematoda	Trichostrongylidae
Trichiuris trichura	+	-	Némathelminthes	Nemathoda	Trichurata	Trichuroidae
***Molineus* sp.**	+	-	Némathelminthes	Nemathoda	Strongylidae	Molineidae
***Capillaria* sp.**	+	-	Némathelminthes	Nemathoda	Trichocephaloda	Capillaridae
Strongyloides Trichostrongylus	+	+	Nemathelminthes	Nemathoda	Stongylata	Rhabditidae

Ce tableau présente lesparasites gastro-intestinaux récoltés chez les antilopes et les chèvres dans les deux sites d'étude, la présence de parasite est représenté par (+) et l'absence par (-); et nousmontre les parasites trouvés lors de notre étude. Ils sont tous regroupés dans trois embranchements qui sont les *protozoaires, plathelminthes et les némathelminthes*. Les vers rondsobservés chez les antilopes sont: *Strongyloides, trichostrongylus*sp. *Molineus*sp.*Ascaris lumbricoïdes, Trichuris trichiura, Nematodiris*sp.*Capillaria* sp. et vers plats sont *Moniezia expensa* (*Cestodes), Fasciola gigantica* (*Trématodes)* tandis queprotozoaires sont: *Coccidia*sp. *Balantidium coli*et *Giardia lamblia*.

En ce qui concerne la chèvre, les vers ronds observés sont *Strongyloides, trichostrongylus*sp. *Nematodurissp*, vers plats: *Fasciola gigantica* (Trématodes) et protozoaire Coccidia sp.

L'antilope et la chèvre ont en commun vers ronds suivants: Strongyloides *trichostrongylus, Nematodurissp*.vers plats: *Fasciola gigantica* (*Trématodes)* et comme protozoaire: *Coccidia*sp.

3.1.2 FRÉQUENCES DES PARASITES OBSERVÉES CHEZ LES ANTILOPES

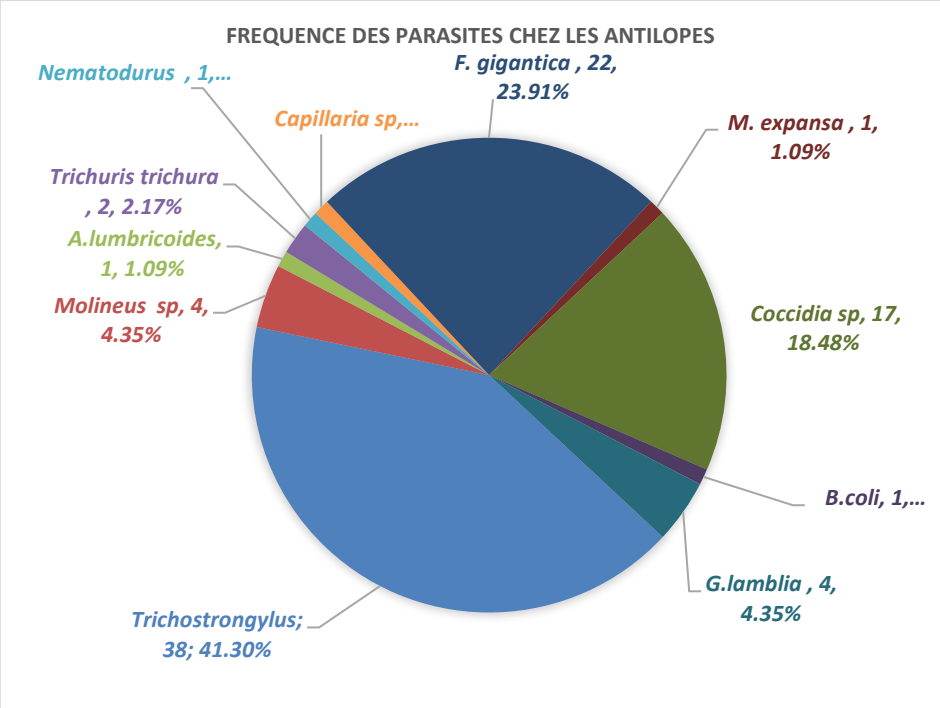


Fig. 2. Parasites observés chez les antilopes du PNKB

3.1.3 FRÉQUENCES DES PARASITES OBSERVÉS CHEZ LES CAPRINS ÉLEVÉS AUX ALENTOURS DU PNKB

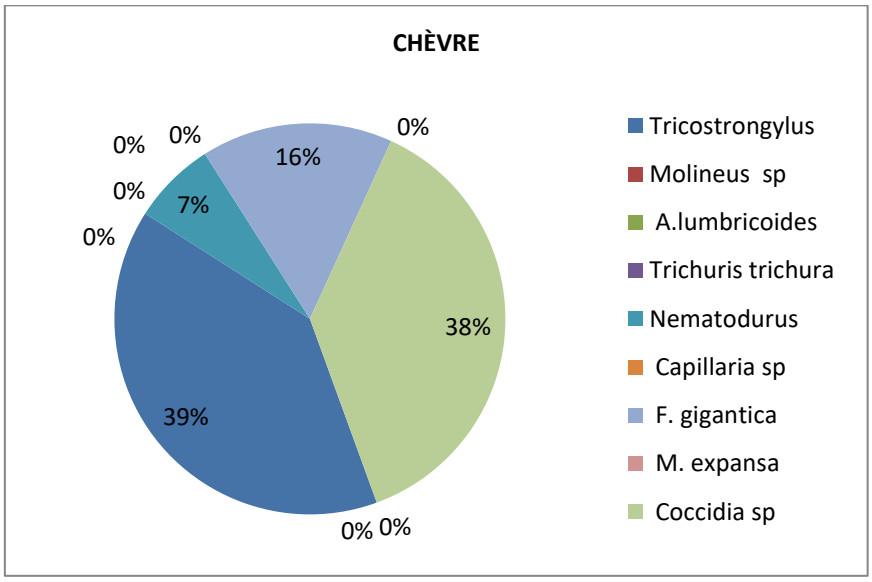


Fig. 3. Parasites observés chez les caprins élevés aux alentours du PNKB

Les antilopes ont plus d´espèces de parasites que les chèvres étudiées. La biodiversité de parasites chez les antilopes est plus grande, c'est probablement parce que les chèvres sont traitées fréquentèrent. Nous avons trouvé 20 selles avec aspect diarrhéique et le reste normal. Nous ne pensons pas que la présence de plus d'espèces chez les antilopes est due parce qu'ils sont malades mais plus tôt parce que les parasites jouent un rôle important dans l´écologie de l´espèce.

3.1.4 RÉSULTATS RELATIFS À LA PRÉVALENCE

Tableau 2. Prevalence des parasites

Parasites chez l'antilope				Parasites chez la chèvre			
Parasites	**Cas positif**	**Cas négatif**	**P (%)**	**Parasites**	**Cas positif**	**Cas négatif**	**P (%)**
S. trichostrongylus	38	42	47.5	*S. tricostrongylus*	40	40	50
Molineus sp	4	76	5				
A.lombricoides	1	79	1.2				
T. trichiura	2	78	2.5				
Nematoduris sp	1	79	1,2	*Nematoduris sp*	7	73	8,7
Capillaria sp	1	79	1,2				
M. expensa	1	79	1,2				
F.gigantica	22	59	27,5	*F. gigantica*	16	64	20
Coccidia sp	17	63	21,2	*Coccidia sp*	38	42	47,5
B. colis	1	79	1,2				
G.lamblia	4	76	5				

Il ressort de ce tableau que les chèvres ont une prévalence des parasites élevés pour les mêmes espèces rencontrées dans les deux sites à savoir:

Strongyloidestrichostrongylus (50%), *Nematodurissp.* (8,7 %) et *Coccidia* sp. (47,5 %) chez les chèvrescontre*Strongyloides trichostrongylus* (47,5%), *Nematoduris* sp. (1,2 %) et *Coccidia* sp. (21,2%) chez les antilopes, tandis qu'en ce qui concerne *Fasciola gigantica,* les antilopes ont une prévalence des parasites élevée de (27,5%) que les chèvres (20 %). Les autres prévalences des parasites chez les antilopes sont reparties de la manière suivante: *Molineus* sp. (5 %), *Trichuris trichiura* (2,5 %) et *Molineus sp, Balantidium colis, Moniezia expensa, Cappilaria* sp. *Ascaris lumbricoïdes* ont respectivement 1,2%

3.1.5 PARASITES COMMUNS ENTRE ANTILOPES ET CHÈVRES

Tableau 3. Parasites communs entre antilopes et chèvres

	FREQUENCE		PREVALENCE	
SPECIES	**Chèvres**	**Antilopes**	**Chèvres**	**Antilopes**
F. gingantica	15,84 %	23,91%	20,0%	27,5%
Nematodirus spp.	6,93%	1,09%	8,7%	1,2%
Coccidia spp.	37,62%	18,48%	47,5%	21,2%
Trychostrongilus spp.	39,6%	41,30%	50%	47,5%

Fasciola gingantica

Fréquence: Antilopes 23,91% >chèvres 15,84%.

Prévalence: Antilopes 27,5% >chèvres 20,0%.

3.2 DISCUSSION

3.2.1 DIVERSITÉ DES PARASITES GASTRO-INTESTINAUX RÉCOLTÉS CHEZ LESANTILOPES ET LES CHÈVRES DANS LES DEUX SITES D'ÉTUDE

La présence de vers ronds observés chez l'antilope sont le *Trichostrongylus,* le *Molineus,* l' *Ascaris lumbricoides,* le *Trichuris trichura,* le *Nematoduris,* le *Cappilaria* sp et vers plats sont le *Monezia expensa* (Cestodes), le *Fasciola gigantica* (Trematodes) tandis que les autres parasites sont les *Coccidies,* le *Balatidium colis* et le *Gardia lamblia,* chez la chèvre, les vers ronds observés sont le *Trichostrongylus,* le *Nematoduris* et vers

plats est le*Fasciola gigantica* (Trematodes) et comme autre parasite les *Coccidies* et ont en commun comme vers ronds le *Strichonstrongylus,* le *Nematoduris* et vers plats, le *Fasciola gigantica* (Trematodes) et comme autre parasites, les *Coccidies.* L'existence de polyparasitisme est prouvée par la survivance plus longtemps des larves infestantes dans les régions humides comme illustrés [16] et en plus montrant que le taux d'infestation de bétail par le *Fasciola gigantica* est due aux conditions (la chaleur, l'humidité…) favorisant le développement des œufs des *Fasciola* expulsés par les animaux infestés mais aussi, de la vie des mollusques hôte intermédiaire vivant dans le marais, lieux providentiels de bétail durant la saison sèche [17].

3.2.2 EXPLOITATION DES RÉSULTATS PAR DES INDICES ÉCOLOGIQUES

Les *Tricostrongylus* sont des espèces accessoires chez les antilopes et les caprins et les *Coccidies* sont des espèces accessoires chez les chèvres seulement tandis que chez l'antilope, ils sont considérées comme les espèces accidentelles et les autres parasites tels que *Molineus, Ascarus lumbricoides, Trichuris trichura, Nematoduris, Cappilaria* sp, *Monezia expensa, Fasciola gigantica, Balatidium colis, Gardia lamblia* sont des espèces accidentelles chez les antilopes et les caprins. Les parasites gastro-intestinaux dans les deux sites (PNKB et aux alentours du PNKB), les *Tricostrongylus* sont abondants chez les antilopes et les chèvres. Ce résultat rejoint celui de [18]. Ces derniers montrent que l'augmentation de *Trichostrongylus* est dû à la maturation brusque des larves du stade L4. Les *Coccidies* sont abondantes aux alentours du PNKB donc chez les chèvres. Ce résultat s'explique par les caractéristiques épidémiologiques, les grandes quantités d'oocystes excrétés, résistance de ces parasites dans l'environnement en plus la modalité de la contamination par l'eau et les aliments souillés par des oocystes constituent la voie de transmission principale [19]. Parmi les parasites peu abondant chez les antilopes à savoir *Molineus, Ascaris lumbricoides, Trichuris trichura, Nematoduris, Cappilaria* sp, *Monezia expensa, Balatidium colis* et *Gardia lamblia,* seuls le *Fasciola gigantica* et le *Nematoduris* se retrouvent chez les chèvres aux alentours du PNKB. Cependant, le *Fasciola gigantica* et les *Coccidies* sont moyennement abondant chez les antilopes au PNKB. Ceci s'explique par la dispersion des oocystes à une distance de 160 km en 7 jours [20].

3.2.3 PRÉVALENCE

Les résultats de cette étude montrent queles chèvres ont une prévalence des parasites élevée pour les mêmes espèces rencontrées dans les deux sites à savoir le *Trichostrongylus* (51,2%), le *Nematoduris* (8,7 %) etles *Coccidies* (47,5 %) contre les *Trichostrongylus* (47,5%), le *Nematoduris* (1,2 %) et les *Coccidies* (21,2%) chez les antilopes tandis qu'en ce qui concerne le *Fasciola gigantica,* les antilopes ont une prévalence des parasites élevée de 26,2% que les chèvres (20 %). Les autres prévalences des parasites chez les antilopes sont reparties de la manière suivante5 % respectivement pour le *Gardia lamblia* et le *Molineus,* 1,2 % respectivement pour le *Balatidium colis,* le *Monezia expensa,* le *Cappilaria* sp et l'*Ascarus lumbricoides* ainsi que 2,5 % *Trichuris trichura*.Des études similaires réalisées dans d'autres régions de l'Afrique, particulièrement en Afrique centrale et en Afrique du Sud, ont révélé également la présence des parasites retrouvés chez les antilopes. En effet, ces auteurs ont signalé la présence en Afrique centrale (Tchad, Cameroun, République Centrafricaine) *A. centripunctata, S. globipunctata,* et ont signaléque le téniasis intestinal touchait faiblement les antilopes (Graber *et al.* 1964) [23] D'une façon similaire, les études menées au Burkinaso a révélé que les antilopes ont des parasites avec une prévalence de 21,4 % pour *Avitellina,* 28,6 % pour *Stilesia* et 42,7 % pour *Moniezia,* (50 %) *T. colubriformis* (7,1 %) *T. colubriformis* (Marie, 2009) [24].

3.2.4 TAUX D'INFESTATION

Le taux d'infestation des parasites chez les deux petits ruminants (antilope et chèvre) est la présence c'est-à-dire moins de 10 éléments parasitaires comptés sur la lame de *Molineus,* de *Trichuris trichura,* d'*Ascarus lumbricoides,* de *Cappilaria* sp, de*Monezia expensa* et de *Nematoduris* tandis que pour la *Coccidie* et *Trichostrongylus* est de 10 à 100 éléments parasitaires comptés sur la lame donc +. Le taux d'infestation des parasites gastro-intestinaux est de 10,1 % (PNKB) chez les antilopes et de 31,9 % chez les caprins (aux alentours du PNKB).

Les chèvres aux alentours du PNKB sont assez infestées par le *Trichonsrtongylus* que les antilopes au PNKB, au Togo expliquent que ce parasite est présent toute l'année et a des charges élevées chez les petits ruminants [21]. Ces charges sont plus importantes en saison de pluie. Sa contamination par ingestion de colostrum et par voie transcutanée en milieu humide. Pour les parasites Coccidies, les chèvres aux alentours du PNKB sont infestées de la même manière que les antilopes au PNKB. Les matières fécales des animaux et des hommes infectés polluent l'environnement viales effluents d'élevage, l'épandage sur le sol et les égouts. Avec le lessivage des sols agricoles, les oocystes atteignent les eaux de surfaces et sont transportés sur une longue distance. Les oocystes peuvent être dispersés sur une distance de 160 km en 7 jours [20].

4 CONCLUSION

A la fin de ce travail, nous tirons la conclusion suivante:

La présence d'œufs de *Trichostrongylus,* le *Molineus,* l'*Ascaris* Les *lumbricoides,* le *Trichuris trichura,* le *Nematoduris,* le *Cappilaria* sp pour les vers rond et vers plats sont le *Monezia expensa* (Cestodes), le *Fasciola gigantica* (Trematodes) tandis que les autres parasites sont les *Coccidies,* le *Balatidium colis* et le *Gardia lamblia.* Chez l'antilope et chez la chèvre: concernant les nématodes les œufs les *Trichostrongylus,* le *Nematoduris*

et vers plats est le *Fasciola gigantica* (Trematodes) et comme autre parasite les *Coccidies* démontre l'existence d'un poly parasitisme dont sont victime les petits ruminant

L'antilope et la chèvre ont en commun comme vers ronds le *Tricostrongylus,* le *Nematoduris* et vers plats, le *Fasciola gigantica* (Trematodes) et comme autre parasite, les *Coccidies.*

Les *Trichostrngylus* sont des espèces accessoires chez les antilopes et les caprins et les *Coccidies* sont des espèces accessoires chez les chèvres seulement tandis que chez l'antilope, ils sont considérés comme les espèces accidentelles et les autres parasites tels que *Molineus, Ascaris lumbricoides, Trichuris trichura, Nematoduris, Cappilaria* sp, *Monezia expensa, Fasciola gigantica, Balatidium colis, Gardia lamblia* sont desespèces accidentelles chez les antilopes et les caprins.

Les parasites gastro-intestinaux dans les deux sites (PNKB et aux alentours du PNKB), les *Trichostrongylus* sont abondants chez les antilopes et les chèvres mais, les *Coccidies* sont abondants aux alentours du PNKB c'est à dire chez les chèvres. Parmi les parasites peu abondant chez les antilopes à savoir *Molineus, Ascaris lumbricoides, Trichuris trichura, Nematoduris, Cappilaria* sp, *Monezia expensa, Balatidium colis* et *Gardia lamblia,* seuls le *Fasciola gigantica* et le *Nematoduris* se retrouvent chez les chèvres aux alentours du PNKB. Cependant, le *Fasciola gigantica* et les *Coccidies* sont moyennement abondant chez les antilope au PNKB.

Les chèvres ont une prévalence des parasites élevée pour les mêmes espèces rencontrées dans les deux sites à savoir le *Trichostrngylus* (51,2%), le *Nematoduris* (8,7 %) etles *Coccidies* (47,5 %) contre les *Tricostrongylus,* (47,5%), le *Nematoduris* (1,2 %) etles *Coccidies* (21,2%) chez les antilopes tandis qu'en ce qui concerne le *Fasciola gigantica,* les antilopes ont une prévalence des parasites élevée de 26,2% que les chèvres (20 %). Les autres prévalences des parasites chez les antilopes sont reparties de la manière suivante5 % respectivement pour le *Gardia lamblia* et le *Molineus,* 1,2 % respectivement pour le *Balatidium colis,* le *Monezia expensa,* le *Cappilaria* sp et l'*Ascaris lumbricoides* ainsi que 2,5 % *Trichuris trichura*.

Le taux d'infestation des parasites chez les deux petits ruminants (antilope et chèvre) est la présence c'est-à-dire moins de 10 éléments parasitaires comptés sur la lame de *Molineus,* de *Trichuris trichura* d'*Ascaris lumbricoides,* de *Cappilaria* sp, de*Monezia expensa* et de *Nematoduris* Tandis que pour la *Coccidie* et *Trichostrngylus* est de 10 à 100 éléments parasitaires comptés sur la lame donc +.

Le taux d'infestation des parasites gastro-intestinaux est de 10,1 % (PNKB) chez les antilopes et de 31,9 % chez les caprins (aux alentours du PNKB).

Les chèvres aux alentours du PNKB sont assez infestées par le *Trichostrngylus* que les antilopes au PNKB.

Pour les parasites *Coccidies* les chèvres aux alentours du PNKB sont infestées de la même manière que les antilopes au PNKB.

REFERENCES

[1] KIDMO, M [1989]. Contribution à l'étude du Parc National Waza (Cameroun). Évolution récente et perspectives d'avenir. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire: Université de Dakar (Sénégal).

[2] GRABER, M., PERROTIN, G. Helminthes et helminthoses de ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Paris: I.E.M.V.T., Editions du point vétérinaire, 1983,378 p.

[3] ICCN-PNKB [2018]. Plan d'aménagement et de gestion du Parc National de Kahuzi-Biega.

[4] RICHARD, F [2012].Comparaison de différents liquides de flottation en coproscopie des ruminants, mémoire pour le grade de docteur vétérinaire, Université Claude-Bernard-Lyon I, 109p.

[5] AYAZ, M., RAZA, M., MURTATAZA, MA., AKHTARS, SA [2013]. Epidemiological survey of helminth of goats in Southern Punjab, Trop. Biomed, 30,62-70.

[6] GAREDAGHI.YREZALI-SABER A.P., NAZERIN [2011]. Survey on prevalence of Sheep and goats lungworms in Tabriz abattoir, Iran.Environ.Biol.5, 773-775.

[7] UICN /PACO [2012]. Elaboration et mise en œuvre des plans de gestion en Afrique de l'Ouest et du centre.Ouagadougou, BF: UICN/PACO.

[8] ICCN-PNKB [2009]. Plan d'aménagement et de gestion du Parc National de Kahuzi-Byega.

[9] WILS, W., CARAEL, M. & TONDEURT, G [1976]. « Le Kivu montagneux: Surpopulation, Sous nutrition, Erosion du sol- Etude prospective par simulations Mathématiques.» CEMUBAC/IRS Zaïre.

[10] STEINHAUER- BURKART, B., MUHLENBERG, M. & SLOWIK [1995]. Kahuzi-Biega National Park. IZCN/GTZ. 54 pp.

[11] UICN /CSE [2017]. Groupe de spécialistes des antilopes. Antilopes de l'Afrique du Nord et de la Péninsule arabique.

[12] FISHER, F. E [1995]. La Végétation du Parc National de Kahuzi-Biega. Rapport dans le cadre du Projet IZCN/GTZ, Bonn. 160 pp.

[13] MANSFIELD, L et GAJADHAR, A, [2004]. Cyclospora cayetanensis, a food and waterborne coccidian parasite.Vet. Parasit. 126 73-90.

[14] LABORATOIRE D'ANTHROPOZOONOSE CRSN/LWIRO [2019].Protocol d'analyse des parasites gastro-intestinale.

[15] DAJOZ, R [1985]. Précis d'écologie. Ed Bordas. Paris, pp 505.

[16] GRABER, M., EUZEBY, J., TRONCY, P.M. et THAL, J [1972]. Parasites recueillis en Afrique Centrale dans l'appareil circulatoire du buffle (Bubalus (syncerus) caffer, Sparrman 1779) et de diverses antilopes. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 25 (2): 219-243.
[17] ICCN-PNKB [2018]. Pla d'aménagement et de gestion du Parc National de Kahuzi-Byega.
[18] SHUMARD, R., BOLLIN, D., EVELEN, D.F [1957]. Physiological and nutritional changes in lambs infected with the nematodes, Haemonchus, Trichostrongylus colubriformis and Nematodirus spathiger Am j Vet Vet Res 18,330-337.
[19] MANSFIELD, L et GAJADHAR, A, [2004]. Cyclospora cayetanensis, a food and waterborne coccidian parasite.Vet. Parasit. 126 73-90.
[20] DALLE. F, ROZ. P, DAUTIN. G, DI PALMA. M, KOHLI. E, SIRE-BIDAULT, C [2003]. Molecular characterization of isolates of waterborne Cryptosporidium spp. Collectedduring an outbreak of gastroenteritis in South Burgondy, France J. Clin. Microbiol. 41: 2690 2693.
[21] TRONCY, P.M., ITARD, J., MOREL, P.C [1981]. Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris: I.E.M.V.T., 715 p.7.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 850-861
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Contrôle sanitaire des viandes livrées à la consommation dans la ville de Bukavu (RD Congo) et leurs conséquences sur la santé publique

[Health control of meat delivered for consumption in the city of Bukavu (DR Congo) and their consequences on public health]

V. N. Mituga[1-3], E. B. Bisimwa[1], J. N. Bahwinja[5], A. L. Aksanti[2], V. N. Mulema[3-4], A. A. Lina[3], A. K. Cubaka[3], and D. M. Katunga[1]

[1]Faculté de médecine vétérinaire, Université du Cinquantenaire de Lwiro, DS Kabare, Sud-Kivu, RD Congo

[2]Section laboratoire, Institut Supérieur des Techniques Médicales, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

[3]Département de Biologie, Faculté de Sciences, Université Officielle de Bukavu, BP 570 Bukavu, RD Congo

[4]Laboratoire d'Hydrobiologie, Aquaculture et Gestion des Ressources Naturelles, Université Officielle de Bukavu, BP 570 Bukavu, RD Congo

[5]Inspection pêche et élevage, Territoire de Kabare, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2023 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: Zoonosis are not a recent problem in the history of humanity. Throughout history, humans have lived with animals and may have contracted diseases, either through direct contact with animals or through contaminated food or the environment. Zoonotic agents often cause fatal diseases, such as plague, rabies, anthrax, brucellosis and various bacterial infections. Regarding the healthiness of meat delivered for consumption in Bukavu, out of a total of 49 samples collected and analyzed, the average FMAT (Total Aerobic Mesophilic Flora or general contamination) is 155.5. $10^{6,}$ total coliforms are $101.10^{6,}$ faecal coliforms 132.10^{6} and pathogens 133.10^{6}/g of meat sample.
The meats are more contaminated by a bacterial microflora with high loads. They are therefore unfit for consumption because they can cause toxi-infections, zoonosis and other infectious diseases.

KEYWORDS: Control, Evaluation, Consumption, Meat.

RESUME: Les zoonoses ne sont pas un problème récent dans l'histoire de l'humanité. De tout temps, l'homme a dû vivre avec les animaux et a pu contracter des maladies, soit par contact direct avec eux, soit via l'environnement ou les denrées alimentaires contaminés. Les agents zoonotiques causent souvent des maladies mortelles, telles que la peste, la rage, l'anthrax, la brucellose ainsi que des infections bactériennes diverses. Abordant l'état de salubrité des viandes livrées à la consommation à Bukavu sur un total de 49 échantillons collecté et analysé: la moyenne de la FMAT (Flore Mésophile Aérobie Totale ou contamination générale) est de 155,5. $10^{6,}$ celle de Coliformes totaux est de $101.10^{6,}$ Coliformes fécaux 132.10^{6} et des germes pathogènes de 133.10^{6}/g d'échantillon de viande.
Les viandes sont plus contaminées par une microflore bactérienne avec des charges élevées. Elles sont donc impropres à la consommation par ce qu'elles peuvent être à l'origine de toxi-infections, de zoonoses et d'autres maladies infectieuses.

MOTS-CLEFS: Contrôle sanitaire, Evaluation, Consommation, Viande.

Corresponding Author: V. N. Mituga

1 INTRODUCTION

La RDC a connu une crise socio-économique et politique durant plus de deux décennies, crise émaillée des conflits armés, et qui a entraîné une détérioration grave du tissu économique, provoquant en retour, une dégradation de la situation nutritionnelle de la population [1].

Les risques pour la santé humaine par la viande livrée à la consommation, récemment identifiés, peuvent exiger des mesures supplémentaires à celles traditionnellement appliquées en matière d'hygiène pour la viande, entre autres le potentiel de transmission zoonotique de certaines pathologies [2]. En 1999, la crise de la dioxine, née en Belgique, a également focalisé l'attention de l'opinion publique sur les risques liés à la contamination des aliments par des produits chimiques, que l'on peut retrouver dans la viande [3].

L'administration de traitements antibiotiques très puissants est à l'origine de l'apparition de bactéries de plus en plus résistantes. Comme le sol sur lequel nous vivons se nourrit des cadavres des hommes et animaux, les bouchers qui livrent des viandes dont l'origine est inconnue violent les règlements en vigueur. Le vétérinaire doit assurer l'inspection et le contrôle des viandes (carcasses et viscères) conformément à la réglementation [4].

Traditionnellement, la sécurité sanitaire des aliments s'est surtout concentrée sur la prévention des risques microbiologiques des produits d'origine animale [5], dans le but de protéger la santé humaine et la santé animale. Il s'agit notamment de dépister les maladies des animaux transmissibles à l'homme et/ou au bétail et les signes susceptibles d'indiquer que la viande des animaux est impropre à la consommation humaine face à la loi [6]. En RD Congo, la malnutrition est trop bien connue dans les campagnes ainsi que dans les villes [7]. Les aliments sont insuffisants en quantité et qualité [8], [9].

Le circuit de production de la viande est confronté à plusieurs problèmes notamment les maladies, les mauvaises techniques d'abattage et même d'élevage ainsi que le caractère informel de commercialisation [10]. Selon le même auteur, la viande peut dans des circonstances précises être un danger pour la population consommatrice. Elle constitue un bon milieu de culture bactérienne et porteuse de germes et parasites nocifs à l'homme.

Le risque majeur d'introduction, d'aggravation et de persistance du danger dans la chaîne de production est à l'origine des problèmes sanitaires qui peuvent se poser après une contamination des animaux au stade de l'élevage ou à celui de commercialisation de viande [11]. Les motifs de saisie rapportés à l'abattoir de Beni [10] et celui de Bukavu [12] surtout en ce qui concerne les maladies infectieuses ont, en plus des aspects épidémiologiques des maladies animales, ouvert sur l'hygiène et la qualité physique de la viande et le concours des instances locales et internationales [13].

L'exposition à la vente (boucheries de détail, dibiteries, marchés) ne se fait pas toujours dans les meilleures conditions d'hygiène, aggravée par le fait que les viandes sont maintenues pendant plusieurs heures à température ambiante favorable aux proliférations microbiennes. Certaines viandes attirent des mouches à cause de leurs odeurs, d'autres présentent un rancissement tout en maintenant la valeur nutritionnelle, la texture et le goût [14].

A Bukavu la vente d'une grande partie de viandes se fait le long des routes et dans des marchés secondaires de fortune. La denrée subit des invendus qui dépassent déjà un jour et plus avec toutes leurs conséquences sur la santé publique et les consommateurs. Il en est de même des sous-produits d'abattage et de transformation des viandes.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

LOCALISATION DE LA VILLE DE BUKAVU

Bukavu est une ville tropicale de montagne à l'est de la R.D Congo, jouissant d'un climat tempéré. L'altitude moyenne est de 1600 mètres. Elle est entre 2° 31' de latitude sud et 28°50' de longitude Est.

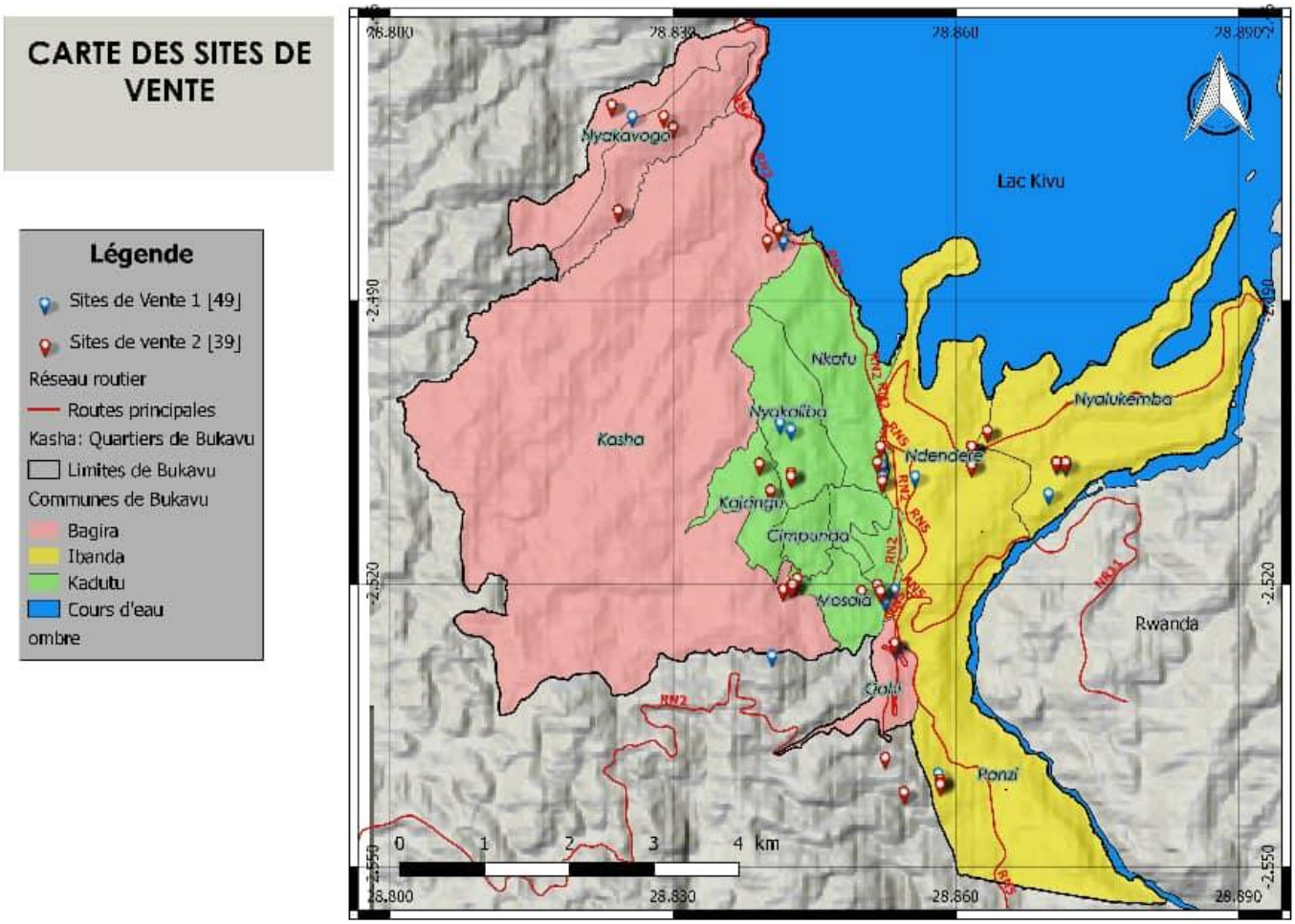


Fig. 1. Site de vente des viandes

MÉTHODOLOGIE

Observation sur les lieux de production et de vente des viandes, de leurs aspects physique et organoleptique (Zozo et al, 2015). Lors de la commercialisation, poursuite de l'observation sur le mode de transport (dos d'homme, charriot, et véhicule) et enfin étalage au marché et exposition le long des routes. Ici nous avons procédé à une enquête implicite couplée d'observation ou d'une part il était question de visualiser l'état de la viande comme marchandise fraiche, après 6 à 12 heures (soit au milieu de la journée ou le soir) et de 24 à 72 heures.

- Peser aseptiquement 1g de viande et mélanger avec 100ml de l'eau peptonée préalablement propre et stérile contenu dans ballon à fond;
- A l'aide d'une pipette pasteur stérile, prélever 1ml de mélange (viande plus milieu) et mélanger avec 9 ml d'eau peptonée contenu dans un tube à essai (10*1,10*2,10*3,10*4)

RECHERCHE DE LA FMAT (FLORE MÉSOPHILE AÉROBIE TOTALE)

- Sélectionner 5 boites de pétri propres et stériles,
- Allumer un bec bunsen,
- Prendre toutes les boites et les ranger autour de la flamme du bec bunsen,
- Prélever environ 1ml dans chaque tube (10*1,10*2,10*3,10*4),
- Répartir dans les boites,
- Couler environs 25ml de milieu PCA (Plate Count Agar) et mélanger par détournement,
- Laisser solidifier,

- Incuber à 37°c pendant 24h,
- Lire les résultats en comptant toutes les colonies et faire la moyenne puis exprimer le résultat trouvé en UFC/g tout en multipliant les résultats par 10^6.

RECHERCHE DE COLIFORMES TOTAUX

Pour la recherche de coliformes totaux nous avons utilisé le milieu Mac Conkey Agar.

C'est l'étape suivante: procéder de la même comme pour l'étape n°1, mais compter toutes les colonies lactases positifs.

RECHERCHE DE COLIFORMES FÉCAUX

Pour la recherche de coliformes fécaux le milieu Mac Conkey Agar a été utilisé. Pour cette étape, nous procédions de la même façon que pour l'étape 1 et 2, puis nous avions procédé à l'identification bactérienne par la méthode biochimique tout en utilisant les milieux Kligler Iron Agar Citrate de Simmons S.M.M (Sulfure, Indole, Mobilité, Lysine Décarboxylase, Oxydase) et incuber à 37°C pendant 24h.

RECHERCHE DE LISTERIA SP ET STAPHYLOCOQUES

Pour la recherche de Listeria sp, toutes les dilutions sont ensemencées par indentification et sur le GSF (Gélose au Sang Frais) et l'incubation s'est faite à 37 °C pendant 24 h.

Nous avons procédé à la coloration Gram sur toutes les colonies.

Si G+, donc ce sont des staphylocoques ou streptocoques sp. Puis on fait la catalase en mélangeant la souche avec l'eau oxygénée 3% sur la lame slide-test, si Catalase (+), ce sont des Staphylocoques et si Catalase (-), ce sont de Streptocoques. Comme c'était Catalase +, nous pensions au Staphylocoque aureus. Nous avons fait la coagulase. Si coagulasse +, c'est le Streptocoque aureus. Si BGP +, nous faisions la catalase, la bile esculine et l'oxydase. C'était Listeria Monocytogenes et si Catalase +, bile Esculine (+/-) et Oxydase (-), ce sont des autres Listeria.

TAILLE DE L'ÉCHANTILLON

Pour concevoir un échantillon pouvant fournir des estimations statistiquement fiables, nous avons dû choisir une taille d'un échantillon quantitatif nécessaire pour assurer la représentativité des sites de collecte des échantillons. Étant donné que la taille est supposée inconnue du fait que nous n'avons pas le répertoire des sites de vente, nous avons fait recours aux théories d'échantillonnage proposées par Alain Bouchard.

Le tableau ci-dessous nous montre la détermination de la taille de l'échantillon selon Bouchard.

Tableau 1. Détermination de la taille de l'échantillon

Taille de la population	Précision								
	90 fois sur 100			95 fois sur 100			99 fois sur 100		
	#177; 10%	#177; 5 %	#177; 1%	#177; 10 %	#177; 5%	#177; 1 %	#177; 10 %	#177; 5%	#177; 1%
Infini	68	271	6.765	96	384	9.601	166	664	16.589
1.000.000	68	271	6.720	96	384	9.513	166	663	16.319
100.000	68	270	6.336	96	383	8.763	166	659	14.229
50.000	68	269	5.959	96	381	8.057	165	655	12.459
10.000	67	263	4.035	95	370	4.899	163	622	6.239
5.000	67	257	2.875	94	357	3.288	161	586	3.842
1.000	63	213	871	88	278	905	142	399	943
500	60	176	466	81	217	475	125	285	485
100	41	73	99	49	80	99	63	87	99
50	29	42	50	33	44	50	39	47	50

Selon la formule [25] quand la population faisant l'objet d'étude est inférieure ou égale à 100 d'individus, on la fait correspondre à un échantillon de 49 individus avec une marge d'erreur de 10%.

C'est donc à partir de la formule suivante que nous avons pu obtenir un échantillon représentatif.

$$nc = \frac{n}{1+\frac{n}{N}}$$

N= Total de la population-mère (population cible)
nc = Échantillon corrigé.

L'échantillon total universel d'un univers infini est n = 49

D'où $\mathrm{nc}=\frac{49}{1+\frac{49}{\infty}}$ = 49 individus à consulter

Notre échantillon était aléatoire, nous avons choisi la récolte des échantillons à l'abattoir, tueries ou dans des marchés secondaires (kasoko) de la ville de Bukavu notamment: Nyawera, Essence, Kadutu, Place du 24, Beach Muhanzi, Brasserie, Chiriri, Chimpunda, Kamagema et Bagira. Il s'agit de 49 prélèvements sur des viandes consommées dans des ménages.

L'ORIGINE DES VIANDES CONSOMMÉES À BUKAVU

Les viandes consommées dans la ville de Bukavu proviennent de 6 origines à savoir:

- **Abattoir et tueries**: L'abattoir de la Ruzizi II ou Elakat est le seul que dispose notre ville. On y abat seulement les bovins provenant du Rwanda, Ouganda, Kenya, Tanzanie et celui-ci fournit les viandes à d'autres axes et marchés secondaires de la ville. En outre la ville de Bukavu dispose de 4 tueries qui fournissent à la population les viandes des caprins, suidés et bovins.
- **Fermes privées:** Certains propriétaires des fermes et fermettes abattent les animaux et les consomment dans leurs foyers sans qu'ils soient contrôlés par les vétérinaires, ce qui présente un danger pour leur santé humaine.
- **Familles**: Nous observons dans la ville de Bukavu que beaucoup de familles effectuent des abattages clandestins des volailles, caprins, ovins, cobayes, canards, lapins, bovins pour la survie, anniversaires et différentes cérémonies coutumières, religieuses et mariages.
- **Restaurants, Nganda et Hôtels:** Pour échapper aux taxes EAD province, ces maisons abattent surtout les chèvres et font consommer aux clients les viandes non inspectées.
- **Institutions étatiques et privées**: On a longtemps observé chez les autorités politico- administratives de la ville, dans les institutions confondues, des abattages effectués du jour au jour pour servir les gardes, sentinelles, visiteurs des marques, leurs enfants mais aucune d'entre elles n'a un vétérinaire attaché à leur institution et celles-ci autorisent la consommation comme si elles ignorent la loi.
- **Rwanda**: Le pays de mille collines fournit à la ville de Bukavu les viandes foraines des porcs et des bovins qui sont vendues dans plusieurs marchés secondaires mais la contre-expertise n'est éventuellement pas appliquée par les agents habilités.

ENQUÊTE ET L'OBSERVATION SUR TERRAIN

- Transport des viandes: Au vu de tout le monde, les viandes sont transportées aux dos des mamans qui se groupent soit dans une association soit en individuelle et cette pratique étonne beaucoup de gens car les sueurs du dos, la poussière rendent insalubre les viandes ou jugées propres à la consommation. Aussi les hommes généralement les aides bouchers, font cette même activité sur de petites distances dans une tenue insalubre.
- Exposition des viandes: aux heures tardives du soir nous observons dans les marchés secondaires de la ville des mamans, des enfants, des jeunes garçons qui étalent au sol ou sur des cartons en mains les viandes de toute catégorie et cela au vu des agents de la santé publique et autorités politico- administratives de la place.

ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

Nos échantillons étaient analysés de deux manières:

- **Analyse bactériologique**: Méthode: sur chaque échantillon on prélevait 100g pesé sur une balance berkel, lavé dans 200ml d'eau distillée puis mis dans des tubes stériles de 15ml et amené au laboratoire pour analyse.
- **Examen sélectif des espèces trouvées**

Tableau 2. Etiquetage des échantillons récoltés

No	Marché	Espèce	Organe	Poids	Nature	Code
01	Elakat	Bovine	Poumon	100g	frais	I
02	Elakat	Bovine	Ganglion préscapulaire	100g	frais	II
03	Elakat	Bovine	Ganglion pulmonaire	100g	frais	III
04	Elakat	Bovine	Foie	100g	frais	IV
05	Elakat	Bovine	Ganglion mésentérique	100g	frais	V
06	Nyawera	Bovine	Nkulo	100g	Tanné	VI
07	Nyawera	Bovine	Saucisson	100g	Préparé	VII
08	Délicia	Porcine	Intestin	100g	Cuit	VIII
09	Kadutu	Porcine	Muscle	100g	Cuit	IX
10	Carrefour	Volaille	Gésier	100g	Cuit	X
11	Elakat	Bovin	Cœur	100g	Frais	XI
12	Q.Latin	Bovin	Intestin	100g	Frais	XII
13	Elakat	Bovin	Peau	100g	Grillé	XIII
14	Route kadutu	Bovin	Rate	100g	frais	XIV
15	Bwaki	Porc	Muscle	100g	frais	XV
16	kadutu	Porc	Intestin	100g	cuit	XVI
17	Général	Bovin	Muscle	100g	Brochette grillée	VVII
18	Général	porc	Viscères	100g	frais	VIII
19	2 poteaux	Bovin	Graisse	100g	frais	XIX
20	Général	Bovin	Muscle/Brochette	100g	préparé	XX
21	Kibonge	Bovin	Sang	100g	cuit	XXI
22	Kadutu	porc	Saucisson	100g	préparé	XXII
23	Kadutu	porc	Muscle	100g	cuit	XXIII
24	Kadutu	Bovin	Peau	100g	cuit	XXIV
25	Restaurant kamagema	caprin	Muscle	100g	grillé	XXV
26	Restaurant Bizimana	Bovin	Conjonctive podale	100g	préparé	XXVI
27	Essence	Bovin	Intestins	100g	frais	XXVII
28	Essence	Bovin	Peau	100g	grillée	XXVIII
29	Basho	Bovin	Muscle	100g	frais	XXIX
30	Bagira/Q.D	Bovin	Poumons	100g	frais	XXX
31	Basho	porc	Cotes	100g	conservé	XXXI
32	Basho	Bovin	Conjonctive de tannage	100g	Tanné	XXXII
33	Bondeko	Bovin	Muscle	100g	conservé	XXXIII
34	Bondeko	porc	Graisse	100g	Frais	XXXIV
35	Bondeko	Bovin	Intestins	100g	Frais	XXXV
36	Muhanzi	porc	Muscle	100g	préparé	XXXVI
37	Bagira	Porc	Muscle	100g	Frais	XXXVII
38	Brasserie	Bovin	Graisse	100g	Frais	XXXVIII
39	Bagira	Bovin	Feuillet	100g	Frais	XXXIX
40	Brasserie	porc	Utérus	100g	Frais	XXXX
41	Elakat	Bovin	Ganglion retro mammaire	100g	Fais	XXXXI
42	Elakat	Bovin	Foie	100g	Frais	XXXXII
43	Elakat	Bovin	Ganglion mésentérique	100g	Frais	XXXXIII

44	Elakat	Bovin	Muscle	100g	Frais	XXXXIV
45	Elakat	Bovin	Rate	100g	Frais	XXXXV
46	Elakat	Bovin	Rate	100g	Frais	XXXXVI
47	Elakat	Bovin	Poumon	100g	Frais	XXXXVII
48	Elakat	Bovin	Foie	100g	Frais	XXXXVII
49	Elakat	Bovin	Foie	100g	Frais	XXXXIX

3 RESULTATS

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Les crises qui secouent encore le secteur de la viande nous incitent à penser que la qualité de celle-ci est en perpétuelle dégradation et qu'il vaut donc mieux se tourner vers des sources alternatives de protéines. Cette brève mise au point vise à rétablir la vérité quant aux risques réels encourus par les consommateurs et à esquisser les moyens réglementaires mis en œuvre pour les surveiller et les prévenir. Si les viandes sont soumises à de multiples sources de contamination liées à la longueur et à la complexité de leur parcours de l'étable à la table du consommateur, ces dangers potentiels doivent être considérés en termes de risque réel pour la santé. Pour ce faire, il faut pondérer chacun de ces dangers en termes de fréquence, ou de probabilité d'apparition, et en termes de gravité. Cette dimension, appelée analyse du risque, a longtemps été négligée mais elle est à la base de toutes les politiques récentes de santé publique.

Tableau 3. Fréquence de la répartition de viandes selon les espèces collectées et les marchés.

	Bovin	**Caprin**	**Porc**	**Volaille**	**TOTAL**
Bagira	1 (50)	0 (00)	1 (50)	0 (00)	2 (100)
Bagira/Q.D	1 (100)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
Basho	2 (66,7)	0 (00)	1 (33,3)	0 (00)	3 (00)
Bondeko	2 (66,7)	0 (00)	1 (33,3)	0 (00)	3 (00)
Brasserie	1 (50)	0 (00)	1 (50)	0 (00)	2 (100)
Bwaki	0 (00)	0 (00)	1 (100)	0 (00)	1 (100)
Carrefour	0 (00)	1 (100)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
Délicia	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)	1 (100)
Deux poteaux	1 (100)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
Elakat	11 (68,8)	0 (00)	5 (31,2)	0 (00)	16 (100)
Essence	2 (100)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	2 (100)
Général	2 (66,7)	0 (00)	1 (33,3)	0 (00)	3 (100)
Kadutu	1 (20)	0 (00)	3 (600)	1 (20)	5 (100)
Kibonge	1 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
Muhanzi	0 (00)	0 (00)	1 (100)	0 (00)	1 (100)
Nyawera	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	2 (100)
Q. Latin	1 (100)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
Restaurant BRALIMA	1 (100)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
Restaurant Kamagema	0 (00)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
Route Kadutu	1 (100)	0 (00)	0 (00)	0 (00)	1 (100)
TOTAL					49
					100

$X^{2:}$ 168 p- Value: 0,00

De ce tableau, nous remarquons qu'il existe une différence significative entre les fréquences de la répartition des viandes sur les marchés et les espèces des échantillons trouvés. Par rapport aux fréquences, nous constatons que la majorité des échantillons collectés sont venus de Elakat 16 échantillons et dont les espèces trouvées sont en majorité de bovins (68,8%).

Tableau 4. Les moyennes de bactéries dénombrées dans les viandes

Bactéries	Moyennes/g d'échantillon
FMAT	$155,5.10^6$
Coliformes totaux	101.10^6
Coliformes fécaux	132.10^6
Germes pathogènes	133.10^6

Il ressort de ce tableau que la moyenne de la FMAT (Flore Mésophile Aérobie Totale ou contamination générale) est de $155,5.10^{6;}$ celle de coliformes totaux est de $101.10^{6;}$ Coliformes fécaux 132.10^6 est de 133.10^6/g pour les germes pathogènes. Ces derniers attirent notre attention particulière.

Tableau 5. De la fréquence de bactéries isolées dans les viandes

	Organes/ Nature																
Germes isolés	**cotes**	**cuit**	**Fraiche**	**Feuillet**	**foie**	**Ganglion mésentérique**	**Ganglion R M**	**Graisse**	**intestin**	**kinono**	**muscle**	**Brochette**	**Tannerie**	**Peau**	**poumon**	**rate**	**Sang**
Bacillus subtilis	0	0	0	0	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
E.coli	0	33	0	0	25	0	0	33	79	0	38	9,1	0	33	0	0	9,1
L. Monocytogenes	16,7	17	33	0	100	16,7	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Listeria sp.	0	0	20	0	11	0	0	0	50	0	13	0	10	33	0	50	0
Pseudomonas Aeruginosa	0	0	17	17	100	0	0	17	0	0	17	0	0	17	0	0	0
Pseudomonas sp	0	33	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	100	7,8	0	50	0
S. aureus	0	0	20	0	9,1	0	0	0	0	100	13	0	8,9	30	7,9	0	0
Shigella	0	0	0	0	4,5	0	0	0	50	0	13	0	0	0	0	0	0
Staphylocoques à coagulase négative	0	0	0	0	4,5	0	100	0	14,7	0	13	0	0	0	0	0	0
Nombre d'échantillon																	49
Fréquence Totale																	100

X^2 (Chi-quare): 232,26; p-value (Probability): 0,07

De ce tableau, nous remarquons que *B.subtilis* a été isolé fréquence de 4,5% dans le foie et 10% dans les poumons. Escherichia coli a été isolé avec de fréquences respective de 79% (dans les intestins), 33% dans la viande cuite, 25% (Foies), 33% (graisse), 38% (muscles), 9,1% (brochettes), 33% (peau). La listeria monocytogenes a été isolé à de fréquences respectives de 100% (Foie); 16,7% (Cotes et ganglion mésentérique); 17% (intestins et Rate); 33% (Fraiche). Les autres espèces de *Listeria* ont été isolées à des fréquences respectives de 20% (Fraiche); 11% (Foie); 50% (intestins et Rate); 13% (Muscle); 10% (Conjonctive de tannerie). Les *Pseudomonas sp.* Ont été isolés à des fréquences respectives de 100% (Conjonctive de tannerie); 33% (Fraiche); 13% (Foie); 7,8% (peau). Le S.aureus été isolé respectivement à 100% (Conjonctive podale); 30% (peau); 13% (muscles), 20% (Fraiche); 8,9% (poumons). Le genre Shigella a été isolé à une fréquence de 50% (dans les intestins); 13% (muscles); 4,5% (Foie). Quant aux Staphylocoques sp., leur présence a été exprimée avec des fréquences respectives de 100% dans les ganglions rétro-mammaires, 14,7% dans les intestins, 13% dans les muscles et 4,5% dans le foie. Néanmoins, aucune

différence significative n'a été observée entre les moyennes des fréquences de la nature et les bactéries pathogènes (p-Value = 0,07).

4 DISCUSSION

DE LA RÉPARTITION DE VIANDES SELON LES ESPÈCES COLLECTÉES ET LES MARCHÉS

De nos résultats, nous avons trouvé une nette différence significative entre les espèces collectées et les marchés (**p-values: 0,000).** De cela, nous avons constaté que les échantillons prélevés sont en majorité de bovins avec une fréquence de 68,8% dans le marché à Elakat suivi des porcins, le plus grand de sites de la province qui reçoit la majorité des animaux pour l'abattage. Tout cela par ce que c'est la vache qui est la plus abattue et la viande mise sur le marché dans notre milieu d'étude. Nos résultats correspondent à ceux trouvés par FAOSTAT, 1999 qui avait déterminé que la consommation de viandes correspondait à des disparités entre les pays. Dans cette étude, on précise que les pays sahéliens consomment en moyenne 10-12kg/habitant de viande rouge par an suivi de viandes blanches. Ceci prouve que les viandes bovines sont appréciées par les habitants de Bukavu du fait qu'ils en consomment beaucoup. D'autres part, les responsabilités sont partagées à cause de la défaillance dans le circuit en commençant par l'examen ante mortem, au niveau du service de la clinique ensuite l'équipe d'abattage et l'équipe d'inspection qui prennent à la légère les prescrits hygiéniques pour les pathologies reconnues comme telle par la police sanitaire et enfin le circuit de transport.

DE LA FRÉQUENCE DE BACTÉRIES PATHOGÈNES SUR OU DANS LES VIANDES

Départ les résultats de notre étude, le genre *B.subtilis* a été isolé à une fréquence de 4,5% dans le foie et 10% dans les poumons. *Escherichia coli* a été isolé avec des fréquences respectives de 79% dans les intestins, 33% dans la viande cuite, 25% (Foie), 33% (graisse), 38% (muscle), 9,1% (brochette), 33% (Fraiche). Les autres espèces de *Listeria* ont été isolées à des fréquences respectives de 20% (Fraiche), 7,8% (peau), 50% (Rate). Le *P. aeruginosa* a été isolé respectivement à 100% dans le foie et 17% (fraiche, feuillet, graisse, muscle et peau). Une étude menée [15] a montré que dans la composition de la flore psychrotrophe le *Pseudomonas* est la bactérie prédominante avec un pourcentage de 16,53% et quelques autres bactéries 38,47%. Cette composition est variable pour chaque type de viande mais elle reste identique à cette température de réfrigération.

Notre étude montre que la qualité microbiologique est insatisfaisante au-delà de 3 jours de conservation car ces viandes deviennent impropres à la consommation. Les S. aureus a été isolé respectivement à 100% (Conjonctive podale), 30% (Peau), 13% (muscles), 20% (Fraiche), 8,9% (Conjonctive cutanée), 7,9% (poumons). Le genre Shigella a été isolé à une fréquence de 50% (intestins), 13% (muscles) et 4,5% (Foie). Quant aux Staphylocoques sp., leur présence a été exprimée avec de fréquences respectives de 100% dans les ganglions rétro mammaires, 14,7% dans les intestins, 13% dans les muscles et 4,5% dans le foie.

Néanmoins, aucune différence significative n'a été observé entre les moyennes de fréquences de la nature et les bactéries pathogènes (p-Value = 0,07). Ces résultats prouvent que les viandes vendues dans différents marchés de la place sont plus contaminées étant donné que les manipulateurs ne respectent pas les conditions d'hygiène de la vente à la consommation. Ceci prouve que la consommation de cette viande conduirait à une intoxication alimentaire et à des zoonoses pour les consommateurs.

Ces résultats corroborent avec ceux trouvés par [16] et qui avaient démontrés que la microflore initiale de la viande regroupe les germes mais avant lavage. Les principaux indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande ont été ensuite décrits, notamment, la Flore Aérobie Mésophile, *Pseudomonas,* les Enterobacteriaceae et E. coli.

Notons que l'altération des viandes, les toxiinfections alimentaires et les conséquences technologiques issues du développement de cette microflore ont souvent été à l'origine de problèmes liés à la santé de la population. Parmi les maladies infectieuses, celles qui sont contractées par l'alimentation sont en extension.

Parmi ces derniers, beaucoup résultent de la consommation de denrées alimentaires d'origine animale dont la contamination a lieu surtout lors des pratiques d'abattage à partir du contenu digestif de l'animal, soit une contamination par les opérateurs ou environnementale et de consommation [17].

Notons ensuite que la microflore de surface retrouvée immédiatement après abattage sur les carcasses est principalement constitué de: *Micrococcus, Pseudomonas, Moraxella, Acinetobacter, Staphylococcus* et autres bactéries pathogènes. Dans les régions tropicales, les germes psychotropes sont pratiquement absents sur les carcasses des animaux abattus**.** La majorité de ces bactéries ne contribuent pas en général à la détérioration de la viande car ils sont incapables de croître à des températures

de réfrigération. Par contre, elles peuvent représenter un danger pour le consommateur en causant des toxi-infections alimentaires et sont principalement utilisés comme indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande [18]. Les agents pathogènes de la viande font l'actualité et fort fréquentes sur le plan de la sécurité alimentaire dans presque tous les pays du monde particulièrement dans notre pays et localement dans notre province ou des maladies diarrhéiques et qui sont récurrentes. Certains de ces agents peuvent causer des maladies très graves voire mortelles, telles que la peste, la rage, le charbon bactéridien ou la brucellose. Par contre, des problèmes sous-jacents semblent prendre le relais et sont fréquemment inclus parmi les maladies émergentes ou ré émergentes. Les agents de ces maladies ne causent que peu ou pas de problèmes sanitaires directs dans les élevages, mais sont responsables chez l'homme de maladies très fréquente, telles les gastro-entérites, en général bénignes, à *Crytosporidium, Salmonella sp ou Campylobacter,* mais aussi parfois mortelles, comme la listériose (*Listeria manocytogenes*), le botulisme (*Clostridium botulinum*) ou les syndromes urémiques hémolytiques (*E. col 0157 entérohémorragiques*). L'émergence et ou l'extension de ces problèmes résultent en grande partie de la modification de nos pratiques agricoles ou industrielles. Une fois de plus, comme l'indiquent les récentes crises qui ont secoué le secteur agro-alimentaire, il est urgent de se pencher sur une évaluation objective des risques tout le long de la filière et plus précisément au stade du consommateur final.

Encore plus que dans d'autres problématiques telles que celles des résidus ou des contaminants, une approche « filière » doit être mise en place pour prévenir les risques microbiologiques liés à l'alimentation du XXIème siècle [18]. Certains risques biologiques diminuent comme la yersiniose ou la brucellose. Certains semblent augmenter, telle la salmonellose ou la campylobactériose. Enfin, certains émergent comme les syndromes hémolytiques et urémiques dus à E. coli, ou ont été récemment identifiés comme transmissibles par les aliments, comme la cryptosporidiose et la listériose. Ce tableau un peu sombre et les solutions qui semblent bien complexes à mettre en œuvre ne doit pas nous faire oublier que pratiquement tous ces agents microbiens sont détruits par une cuisson à cœur de quelques minutes au-delà de 70°C, barème qui correspond à l'arrêt d'écoulement de liquide sanguinolent. Il faut en outre éviter les contaminations croisées entre les viandes crues et les autres aliments par les mains ou les équipements de préparation des aliments. De bonnes pratiques d'hygiène culinaire au stade du consommateur peuvent donc réduire le risque biologique à un niveau très bas. Cette alternative devrait donner le temps aux autorités et entreprises de réduire les risques jugés les moins tolérables par des actions ciblées tout au long de la filière de production des viandes. Cependant, il faudra toujours considérer la consommation de viande crue, comme un comportement à risque.

LES MOYENNES DE BACTÉRIES DÉNOMBRÉES DANS LES VIANDES

La moyenne de la FMAT (Flore Mésophile Aérobie Totale ou contamination générale) est de $155{,}5.10^{6;}$ celle de coliformes totaux est de $101.\ 10^6$. Coliformes fécaux $132.\ 10^6$ et des germes pathogènes est de $133.\ 10^6$.

LA FLORE AÉROBIE MÉSOPHILE

La flore aérobie mésophile regroupe des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies [19]. Il s'agit des germes aérobies pouvant se multiplier dans des conditions ambiantes à 30°C et ne constituant pas une famille bactérienne particulière. Cette flore regroupe d'enterobacteriaceae, de *Bacillus sp,* des staphylocoques, des Pseudomonas sp, des bactéries lactiques ou d'autres agents éventuellement pathogènes. Leur présence au-delà des limites définies peut signifier un défaut d'hygiène des procédés de fabrication. A titre d'exemple, si leur moyenne quotidienne sur les carcasses de bovins, ovins, caprins et équidés est supérieure à 5 log UFC/$cm^{2,}$ la qualité hygiénique du procédé d'abattage est insatisfaisante [20]. Au-delà de 107 UFC/g, ces germes entraînent un état de putréfaction de la viande [21]. Leur forte charge dans l'aliment peut également être due à une conservation à des températures trop élevées, sauf lorsqu'il s'agit de bactéries psychrotrophes (par exemple les bactéries lactiques, *Pseudomonas sp, Listeria sp, Yersinia sp [*28*].*

LES ENTEROBACTERIACEAE

Les Enterobacteriaceae ou entérobactéries appartiennent à une famille de court bâtonnets Gram négatifs, de 0,3 à 1, 0 µm de diamètre sur 1,0 à 6, 0 µm de longueur, dont certains sont mobiles au moyen de flagelles péritriches et d'autres immobiles. Toutes les espèces sont anaérobies facultatives, fermentent le glucose et sont oxydase négatives. Il s'agit d'un groupe biochimiquement et génétiquement apparenté pour l'homme, les animaux, les insectes et les plantes [21]. Cette famille inclut plusieurs genres et espèces de bactéries pathogènes intestinales *(Shigella sp, Salmonella sp* et les souches pathogènes de *Yersinia sp* et d'*E. coli).* Elle comprend également de nombreux genres présents naturellement dans l'environnement, y compris sur les plantes, sans être d'origine fécale ni associées à des maladies d'origines alimentaire [22]. Parmi les entérobactéries, les

souches qui habituellement fermentent le lactose, avec production d'acide et souvent de gaz, sont appelées « coliforme » et comprennent des espèces de genres *Citrobacter, Enterobater, Escherichia* et *Klebsiella.* Cependant, certains médecins microbiologistes incluent les espèces des genres *Edwardsiella, Hafnia et* C.F.A. [16], *Serratia,* en dépit de leur incapacité habituelle à fermenter le lactose. Certaines souches psychrotrophes, poussent bien à des températures froides, mais montrant une faible inhibition à 37°C [23].

D'autres souches d'Entérobactéries par exemple, peuvent être impliquées dans l'altération de la viande rouge et la volaille, en particulier dans des conditions de durée de vie prolongée [24]. Un autre sous-ensemble du groupe des coliformes comprend les « coliformes fécaux » qui fermentent le lactose à 44,5 ± 0,2°C et qui sont parfois dénommés « thermo-tolérant ». L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* et, dans une moindre mesure le genre *Klebsiella* [23]. Dans les denrées alimentaires d'origine animale, les entérobactéries sont d'origine intestinale ou environnementale et indiquent un défaut d'hygiène lors des processus de fabrication.

5 CONCLUSION

Nous connaissons de mieux les risques liés à la consommation de viande de toute nature. Certains risques biologiques diminuent comme la yersiniose ou la brucellose, certains semblent augmenter, telle la salmonellose ou la campylobactériose, enfin, certains émergent, comme les syndromes hémolytiques et urémiques du à *E. coli,* ou ont été récemment identifiés comme transmissibles par les aliments, comme la cryptosporidiose et la listériose.

Notre étude a porté sur l'évaluation de l'état des viandes consommées à Bukavu.

Les résultats de notre étude ont mentionné:

- Qu'il existe une différence significative entre les fréquences des espèces collectées et les marchés (p-value: 0,000). De cela, nous avons constaté que les échantillons prélevés sont en majorité de bovins avec une fréquence de 68,8% à l'Abattoir Elakat suivi des porcins, ce lieu reçoit la majorité des animaux pour l'abattage,
- Le genre *B.subtilis* a été isolé avec fréquence de 4,5% dans le foie et 10% dans les poumons. *Escherichia coli* a été isolé avec de fréquences respectives de 79% dans les intestins), 33% dans la viande cuite, 25% (Foie), 33% (graisse), 38% (muscles) 9,1% (brochettes), 33% (peau). Le *Listeria monocytogenes* a été isolé à de fréquences respectives de 100% (Foie); 16,7% Cotes et ganglion mésentérique); 17% Cuite et graisse); 33% (Fraiche). Les autres espèces de *Listeria* ont été isolées à des fréquences respectives de 20% (Fraiche); 11% (Foie; 50% (Rate). Le *P. aeruginosa* a été isolé respectivement à 100% dans le foie et 17% (Fraiche, Feuillet, graisse, muscle et peau).

Néanmoins, aucune différence significative n'a été observée entre les fréquences de la nature et les organes bactéries pathogènes (p-Value = 0,07). Ces résultats prouvent que les viandes vendues dans différents marchés de la place sont plus contaminées étant donné que les manipulateurs ne respectent pas les conditions d'hygiènes de la vente à la consommation. Ceci prouve que la consommation de cette viande demeure un danger pour les consommateurs.

La moyenne de la FMAT (Flore Mésophile Aérobie Totale ou contamination générale) est de 155, 5. $10^{6;}$ celle de coliformes totaux est de $101.10^{6;}$ Coliformes fécaux 132.10^{6} et des germes pathogènes est de 133.10^{6} /g d'échantillon de viande.

Ceci prouve à suffisance que toutes les viandes sont contaminées par une microflore bactérienne avec de charges élevées. Ces viandes revêtent un caractère d'impropres à la consommation car susceptible de transmettre des agents infectieux.

Il s'observe une faille qui nécessite de valoriser la déontologie et la police sanitaire vétérinaires et cela applicables à tous les acteurs de la chaine de production des viandes.

REFERENCES

[1] Pronanut. Ministère de la santé PNDS, volet nutrition 2011-2015.P9.
[2] FAO 2019. L'Etat de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde.
[3] Sapora E., 2011, Le livre noir de l'Agriculture. P21.
[4] Larrat.R, Pagot. J., Vandebussche.J. Maison Alfort. 1984. Manuel vétérinaire des agents techniques d'élevage tropicale, P477.
[5] Christian, Mario G.E. France 2014. La politique de sécurité sanitaire des aliments, diagnostic et propositions. P1.
[6] Anne Legaut. E Drome, Avril. 2018. Notice d'Hygiène et de la sécurité SARL abatoire du Diois.P92.
[7] FAO 2008; Crise alimentaire: la FAO demande des mesure pour doper la production agricole.

[8] Maass et al 2012; Challenges and opportunities for smallholder livestock production in post-conflict South-Kivu, easten DRCongo.
[9] Katunga et al, 2014: Assessing post-conflict chanllenges and opportunities of the animal-agriculture system in the Alpine region of Uvira district in Sud-Kivu Province, D.R. Congo.
[10] Bacishoga Zozo Séraphin, Mituga Ntwali Victor, Heri Cishesa Thierry, Lutwamuzire Cibike, Kafirongo Maneno, et Sanvura Matumuabirhi Vincent de Paul. 2015. Les causes de saisie des viandes à l'abattoir public de Beni du Nord-Kivu.
[11] Anse E., Avril 2011. Tuberculose et faune sauvage, P38.
[12] Mituga Ntwali Victor, Bacishoga Zozo Séraphin, Batumike Banywesize. 2017. Les motifs de saisie à l'abattoir public Ruzizi II/ Elakat-Bukavu en province du Sud-Kivu.
[13] Ghazi Yehia. E. 2002. Organisation des services vétérinaires et sécurité sanitaire des aliments. Tunisie, P54.
[14] Chougui. N, E. Algérie. 2015. Technologie et qualité de viande. P28-30.
[15] Boudouika Amira. 2017. Etude de la contamination bactérienne des viandes réfrigérées par les Pseudomonas de la flore psychrotrophe, mémoire de Master. Univ. Des Frères Mentouri Constantine.
[16] Salifou, 2013. Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs, Int. J. Biol. Chem. Sci. 7 (3): 1351 – 1369.
[17] Daube G. 2016. La maîtrise des risques microbiologiques liés à la viande fraîche en Belgique; Université de Liège. Site web: mda04.fmv.ulg.ac.be.
[18] Fernandez R. 2009. Chilled and frozen raw meat, poultry and their products (1-52). In *Microbiology Handbook Meat Products.* Leatherhead Publishing, Randalls Read, Leatherhead, surrey KT22 7RY, UK and Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park Milton Road: Cambridge; 287P.
[19] Bonnefoy C, Guillet F, Leyral G, Vernes-Bourdais E. 2002. Population contaminante altérant la qualité sanitaire et marchande. In *Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires.* Collection Biosciences et Techniques, Série Sciences des aliments, 248P.
[20] UE. 2005. Union Européenne, règlement (CE) n° 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. Journal Officiel de l'Union Européenne, L 338/24.
[21] Ghafir Y, Daube G. 2007. Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Ann. Méd. Vét., 151: 79 -100.
[22] Ray B. 2001. Indicators of bacterial pathogens (409-417). In Fundamental Food Microbiology, Ray B (ed). E. Paris, 2016. Institut d'élevage, service économique des filières. P 149.
[23] Mead C. 2007. Microbiological Analysis of Red Meat, Poultry and Eggs. Published Woodhead Limited and ERC press, Cambridge CB21 6AH, LLC: England, 335P.
[24] Garcia-Lopez ML, Prieto M, Otera A.1998. The physiological attributes of Gramnegative bacteria associated with spoilage of meat and products (1-34). In the Microbiology of Meat and Poultry, Davies A, Board R (eds). N Blackie Academic and Professional: London UK; 247P.
[25] Alain Bouchard. 2005. Représentativité d'un échantillon, Quebec.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 862-876
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effets anesthésiques de la Kétamine en combinaison avec Xylazine et Diazepam: Etude de cas chez le chien (*Canis familiaris*)

[Anesthetic effects of Ketamine in combination with Xylazine and Diazepam: Case study in dogs (Canis familiaris)]

A. M. Ntayeolushamungu[1], F. B. Murhula[2], T. C. Heri[1], M. N. Mirindi[3], E. K. Balyahamwabo[3-4], P. N. Mugisho[3], B. M. Kaboza[5], V. N. Mituga[1-3], and D. M. Katunga[3-6]

[1]Institut Supérieur des Etudes Agronomiques et Vétérinaires de Walungu (ISEAV), RD Congo

[2]Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Lubumbashi (UNILU), RD Congo

[3]Faculté de Médecine Vétérinaire, Université du Cinquantenaire de Lwiro (UNI50), RD Congo

[4]Centre de Rehabilitation des Primates de Lwiro (CRPL), Kabare, RD Congo

[5]Institut Supérieur de Développement de Rural de Kaziba, RD Congo

[6]Institut National des Etudes et Recherches Agronomiques (INERA) Mulungu, Kabare, RD Congo

Copyright © 2023 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: 16 dogs (Canis familiaris) of local breed 12 males for castration, 4 females for the diagnosis of an unknown pathology were administered a combination of anesthetic agents which included medium drugs of Xylazine 1.49 mg / kg) for premedication. After 10 minutes the animal was injected with an average dose of ketamine 14.72 (mg / kg). The infusion route and the parameters were recorded every 10 minutes time intervals (heart rate, respiratory rates, oxygen saturation, temperature, color of the mucous membrane, reflexes, capillary replenishment, blood sugar level and carbon dioxide). At 29.9 minutes, the injection of Diazepam came through the vein to sedate the animal. The average heart rate of the individuals was 86.89 beats per minute that of all intervals was 88.06 beats per minute. Respiratory rate was 16.73 breaths per minute and the average of all intervals was 21.89 breaths per minute. The average temperature for all individuals was 37.13 ^{0}C and for all intervals were 36.9^{0}C. The average oxygen saturation for individuals was 91.57% that for all intervals was 91.96%. The carbon dioxide for individuals was 32.52 mmHg and for all intervals was 31.4 mmHg. Anesthesia in dogs for suppression of the pain, good muscle relaxation and anesthetic depth that can ensure the well-being of animals and the surgical procedure.

KEYWORDS: Anesthesia, Ketamine, Xylazine, Diazepam, dog, Canis familiaris.

RESUME: 16 chiens (Canis familiaris) de race locale dont 12 mâles pour la castration, 4 femelles pour le diagnostic d'une pathologie inconnue ont reçu une combinaison d'agents anesthésiques qui incluait des drogues moyennes de Xylazine 1,49 mg/kg) pour la prémédication. Après 10 minutes l'animal recevait une dose moyenne de kétamine 14,72 (mg/kg). La prise de voie d'infusion et les paramètres étaient enregistrés chaque âpres 10 minutes intervalles de temps (fréquence cardiaque, fréquences respiratoire, saturation d'oxygène, température, la couleur de la muqueuse, des réflexes, de remplissage capillaire, de taux de glycémie et le dioxyde carbone). A 29,9 minutes l'injection du Diazépam intervenait par la veine pour la sédation de l'animal. La fréquence cardiaque moyenne des individus était de 86,89 battements par minutes, celle de tous les intervalles était de 88, 06 battements par minute. La fréquence respiratoire était 16,73 respirations par minutes et la moyenne de tous

Corresponding Author: A. M. Ntayeolushamungu

les intervalles était 21,89 respirations par minutes. La température moyenne pour tous les individus était de 37,13^{0}C et pour tous les intervalles étaient 36,9^{0}C. La moyenne de saturation d'oxygène pour les individus était 91,57% celle de tous les intervalles était 91,96%. Le dioxyde carbone pour les individus était 32,52 mm Hg et pour tous les intervalles étaient de 31,4 mm Hg.
Les résultats de nos recherches suggèrent que la combinaison de la kétamine avec Xylazine et diazépam est une bonne anesthésie chez les chiens pour la suppression de la douleur et, une bonne relaxation musculaire et une profondeur anesthésique pouvant assurer le bien-être animal et l'acte chirurgical.

MOTS-CLEFS: Anesthésie, Kétamine, Xylazine, Diazepam, chien, Canis familiaris.

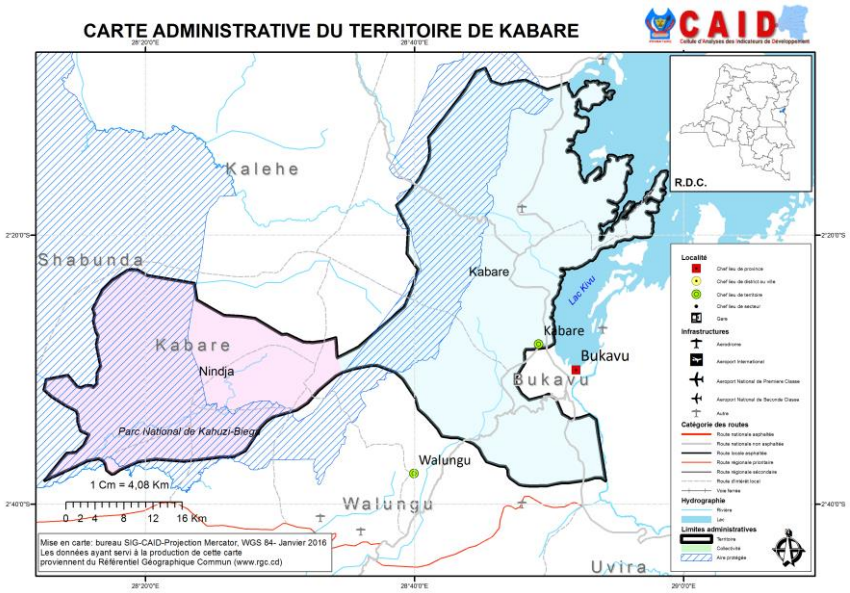
1 INTRODUCTION

A travers le monde, l´anesthésie du Chien est devenu une pratique usuelle dans la médecine vétérinaire [1]. Pour le cas de l'espèce canine, dans un but diagnostic on peut rechercher la myorésolution (myorelaxation) parmi les caractéristiques physiologiques et anatomiques relatives à l'anesthésie [2]. La manipulation sur la tête et les organes de l'arrière gorge devient dans la majorité de cas relativement aisée. Le chien présente une ouverture de la mâchoire importante, facilitant la visualisation du larynx, l'intubation endotrachéale ou la sonde gastrique [2] Par définition, l'anesthésie est un état d'inconscience réversible et pharmaco logiquement induit, dans lequel le patient ne mémorise pas, ne ressent pas la souffrance et est relaxé musculairement [2]. Elle se subdivise en plusieurs phases à savoir la prémédication, l'induction, l'entretien et le réveil. L'induction et le réveil étant des phases cruciales [4]. Cependant, les préparations dont dispose le praticien sont insuffisantes pour assurer seules la contention des animaux qu'ils soient domestiques de rente ou de compagnie, à fortiori sauvages [2]. Or une bonne immobilisation est indispensable à la sécurité du vétérinaire et de ses aides et pour le bien-être animal y compris l'aspect humanisant. Aussi les contraintes économiques de l'exercice vétérinaire limitent la réalisation d'analyse complémentaires systémiques, ceci est vrai dans notre pays la République Démocratique du Congo, il convient de garder la prudence dans un contexte où l'efficacité reste par ailleurs discutée. Les anesthésiques injectables sont utilisés de façon extensive en recherche [5]. Une simple dose administrée permet d'atteindre tous les objectifs requis pour une anesthésie générale réussie, c'est-à-dire une perte de conscience, l'analgésie, une dépression des réflexes et une relaxation des muscles [6]. Ces quatre effets recherchés ne sont pas toujours induits par une seule molécule d'anesthésique et en nécessite une association. Les effets sédatifs additifs et analgésiques conduisent à une profondeur d'anesthésie chirurgicale, alors que les effets hypotenseurs de la Xylazine sont en partie atténués par l'impact de la Kétamine. En revanche, les actions indésirables telles que la dépression respiratoire peuvent être additives [7]. Le diazépam est une benzodiazépine sédative anxiolytique qui est communément utilisé comme un agent conduisant l'anesthésie vétérinaire avec la kétamine. Il a des effets cardio-pulmonaires défavorables. Cependant il facilite la relaxation musculaire qui ne serait pas fournie par l'emploi de la Kétamine seule [7]. Il peut produire la relaxation musculaire avec effet minimal [8]. Pour considérer une anesthésie adéquate, la profondeur de celle-ci doit être synonyme de bien-être animal. Notre travail de recherche s'attache donc à montrer quels sont les effets de la combinaison anesthésique de la kétamine avec xylazine et diazépam en utilisant la voie intramusculaire et intraveineuse chez les chiens. Pour ce faire nous voulons savoir, quels sont les avantages de la combinaison anesthésique de la kétamine, xylazine et diazépam en faveur des patients pendant l'acte chirurgical; quels sont les paramètres pouvant déterminer la profondeur d'une combinaison anesthésique chez les chiens; quelles sont les différentes variations de la combinaison anesthésique quant aux paramètres dans chaque intervalle de temps. Ainsi nous pensons que comme L´accès aux médicaments anesthésiques d'usage vétérinaire est difficile dans le pays, et que localement il n´y ait pas de protocole qui prévoit la combinaison de différents agents anesthésiques qui assurent une bonne profondeur anesthésique ainsi que le bien-être animal avec le médicament disponible au marché en RDC. La combinaison de kétamine, Xylazine et diazépam donnerait une bonne profondeur anesthésique en assurant l´acte chirurgical et le bien-être animal pendant le déroulement de l'anesthésie. Toutes les voies utilisées de façon combinée, à savoir la voie intra musculaire et intra veineuse, permettraient de contrôler la profondeur de l'anesthésie et assurer une bonne induction et un bon réveil de l'animal. L'action de cette combinaison anesthésique de kétamine, Xylazine et diazépam pourrait dépendre de l'état physiologique et l´idiosyncrasie de chaque animal sur lequel on pourra intervenir dans notre étude. L'objectif global de notre travail est de déterminer les effets d'une combinaison anesthésique susceptibles de garantir l'acte chirurgical ainsi que le bien-être animal avec les agents anesthésiques disponibles. D'une manière spécifique, décrire une combinaison anesthésique appropriée avec l'utilisation de kétamine, Xylazine et diazépam en utilisant la voie intra musculaire et intra veineuse chez le chien; décrire un protocole de monitorage approprié à l´utilisation de cette combinaison et en donner les avantages; déterminer la variation des paramètres anesthésiques dans chaque intervalle de temps selon les normes standards.

2 MATERIELS ET METHODES

MILIEU D'ETUDE

Cette étude a été conduite dans le territoire de Kabare, province du Sud-Kivu, à l'Est de la République Démocratique du Congo. Le territoire de Kabare est situé à de latitude 2°20'0" Sud et longitude 28°40'0"Est. La superficie du Territoire de Kabare est de 1960km^2 repartie en deux chefferies dont la chefferie de Kabare avec (1265km^2) et Nindja avec (695km^2) comprenant au total 17 groupements. La localité visée par notre étude est celle de Chirhagabwa qui abrite le refuge Sauvons Nos Animaux, elle se trouve dans le groupement de Mudusa figurant parmi les 17 groupements qui composent le territoire de Kabare. Celle-ci est située dans la chefferie de Kabare.



Territoire de Kabare, province du Sud-Kivu, Est de la RD Congo

Source: Bureau SIG-CAID, 2016

MATÉRIELS

Les matériels utilisés dans notre étude sont les suivants:

MATÉRIELS BIOLOGIQUES

Notre étude se porte sur les chiens (*Canis familiaris*) élevés comme animaux de compagnie, comportant 12 chiens mâles et 4 femelles, tous de la race locale;

MATÉRIELS NON BIOLOGIQUES

Pour la préparation d'une anesthésie: Nous avons utilisé les gants et les masques. Pour la prise de voie: Nous avons utilisé le cathéter 24G et 22G, sparadrap, garrot, Ringer Lactate, sérum physiologique, sérum glucosé 5%, trousse de perfusion. Pour monitoring d'anesthésie: Nous avons utilisé les Fiches d'anesthésiques correspondant au nombre qui sera utilisé, eau physiologique pour différents reflexes, seringue de 10ml ou 20ml, pouls -oxymètre, pile pour laryngoscope. Pour produits anesthésiques: Nous avons utilisé Kétamine 50mg/ml et 100mg/ml, Xylazine 20mg/ml, Diazépam 10mg/2ml. Pour la glycémie: Nous avons utilisé glucomètre, bande à utiliser, aiguille 22G. Divers: Nous avons utilisé le drapeau sur la table opératoire, appareil de réanimation, bouillottes, compresses, Eau oxygénée, Bétadine, Furazine, stylo, muselière, ciseaux, champ opératoire, pince hémostatique, pince anatomique, pinces à champ, fils résorbables, aiguilles chirurgicales, bistouris, balance.

MÉTHODES

Seize chiens de race locale dont 12 mâles et 4 femelles pesant en moyenne 12kg±2,7kg de poids vifs et avec la condition corporelle en moyenne 2,5 de condition corporelle est appréciée de (1-5): 1= Très maigre; 2= Maigre; 3= Idéal; 4= Gros; 5= Obèse. 16 animaux ont constitué notre échantillon, dont 12 pour la castration, 3 pour l'ovario-hystérectomie et 1 pour le diagnostic de la maladie.

Protocole: Drogues anesthésiques: nous avons utilisé une combinaison anesthésique comprenant: Kétamine (Cyclohexane) ayant une propriété analgésique, mais n'a pas une relaxation, il peut provoquer une hyperthermie et une convulsion; Xylazine (alpha-2 agoniste) ayant une propriété sédative mais peut entrainer la dépression respiratoire, la relaxation musculaire et des effets sur le système cardiovasculaire, mais aussi peut causer l'hypertension centrale et l'hypotension périphérique; Diazépam (benzodiazépine) sédative avec effets de relaxation musculaire et cardiovasculaire.

Début du processus:

- Injection de Xylazine en moyenne 1,49±0,07mg/kg/IM ⟼T0 minutes;
- Kétamine en moyenne 14,72±0,59mg/kg/IM⟼ T10 minutes;
- Diazépam en moyenne 0,2mg/kg/IV⟼T 29,9±7,04minutes;

Dose supplémentaire:

- Kétamine2 (mg/kg) en moyenne 4,23±1,35mg/kg/IV (N=9) ⟼Temps moyen 56,31±10,95 minutes
- Diazépam2 (mg/kg) en moyenne 0,09±0,01mg/kg/IV (N=9) ⟼Temps moyen 56,31±10,95 minutes
- Ketamine3 (mg/kg) en moyenne 4,73±1,50mg/kg/IV (N=6) ⟼Temps moyen 65,38±8,92
- Diazépam3 (mg/kg) en moyenne 0,1±0,01mg/kg/IV (N=4) ⟼Temps moyen 65,38±8,92

A 0 minute l'animal est injecté: la xylazine⟼à2, 9±0,64minutes il y a ataxie⟼ à 10minutes l'animal tombe par terre, pas anesthésié mais tranquillisé et à cela intervient l'administration de la kétamine⟼ à 15minutes l'animal est mis sur table et à cela intervient la prise de la voie d'infusion, les paramètres sont aussi enregistrés, car l'animal est anesthésié et il y a déjà profondeur de l'anesthésie⟼ à 29,9±7,04 minutes l'injection du Diazépam intervient par la veine.

*Paramètres enregistrés:

- Réflexe palpébral (RP): l'effet de clignoter les paupières volontairement signifie que le réflexe palpébral est 1, s'il ne le clignote du tous volontairement le réflexe palpébral est de 0.
- Réflexe cornéen (RC): Quand on verse du sérum physiologique sur la cornée. 0= pas de réflexe; 1= l'animal a cliqué les yeux après stimulation par le sérum physiologique; 2= l'animal a cliqué les yeux plus d'une fois; 3= l'animal a cliqué les yeux plusieurs fois avec mouvement de la tête.
- Réflexe laryngien (RL): ceci se contrôle lors de l'intubation endotrachéale. Il faut tenir en compte qu'il est influencé pour l'addition de xylocaïne spray sur la trachée ainsi que sur le tube endotrachéale. 0= il n'existe pas de réflexe; 1= apnée; 2= toux; 3= toux et mouvement de l'animal par le thorax.
- Fréquence cardiaque (FC): elle est appréciée moyennant un pouls-oxymètre branché sur la langue de l'animal et par un stéthoscope sur la poitrine de l'animal, mais aussi elle s'apprécie manuellement sur la veine fémorale. Elle s'exprime en battement par minute (bpm). A chaque 10minutes on compte le nombre de battement cardiaque pendant 15 secondes puis on multiplie par 4.
- Fréquence respiratoire (FR): elle est aussi appréciée moyennant le pouls-oxymètre et la visualisation de nombre de respiration au niveau abdominale en comptant ces respirations pendant 15secondes puis on multiplie par 4.
- Saturation d'oxygène dans le sang (SPO2): elle est appréciée par le pouls-oxymètre avec un capteur spécifique placé sur la langue de l'animal.
- CO2 Ex/insp: mesuré par le pouls-oxymètre avec un capteur spécifique placé sur le tube endotrachéale.
- La température: moyennant un thermomètre rectal.
- Temps de remplissage capillaire (TRC): il est apprécié en appuyant le doigt sur la gencive.
- Couleur de la muqueuse: elle est appréciée en observant directement la muqueuse buccale.

Les animaux ont reçu une fluidothérapie (Ringer lactate à 5ml/kg/heure pendant toute la durée de l'anesthésie (du moment de l'intubation à l'extubation), et certains autres animaux ont reçu le sérum glucosé en IV vu leurs états de glycémie.

Pour l'intubation nous avons utilisé le tube numéro 7; 6,5; 6 et 5

Les animaux sont extubés dès la prise du réflexe de déglutition, ce moment étant identifié comme le début du réveil.

Une fois les animaux correctement réveillés et capables de marcher, leurs cathéters sont retirés. L'acte chirurgical réalisé pour cette étude était la castration et l'ovario-hystérectomie.

3 RESULTATS

PRESENTATION DES RESULTATS ET INTERPRETATION

DESCRIPTION DE LA COMBINAISON ANESTHÉSIQUE

Nous avons anesthésié 16 individus de chiens (*canis familiaris*) dont 12 mâles et 4 femelles dont le poids moyen est 12 Kg de poids vifs. Les anesthésiques administrés pour tous les individus et les périodes d'incoordination des mouvements volontaires (ataxie) jusqu'au moment où l'animal tombe par terre (lying-in down) sont représentés dans le tableau ci-après.

Tableau 1. Description de la combinaison anesthésique

Agents anesthésique	N	MOYENNE	SD	MAXIMUN	MINIMUN
DOSE DE KETAMINE	16	14, 79 mg/Kg	±0,59	16,6 mg/Kg	10 mg/Kg
DOSE DE XYLACINE	16	1,49 mg/Kg	±0,07	1,83 mg/Kg	1,2 mg/Kg
DOSE DE DIAZEPAM	16	0,20 mg/Kg	±0,01	0,3 mg/Kg	0,1 mg/Kg
Période d'induction					
ATAXIE	16	2, 91 min.	0,68 min	4,4 min.	1,6 min.
TOMBER PAR TERRE (LYING -IN DOWN)	16	10, 06 min.	2,70 min.	17,6 min.	2,9min.
SUR TABLE	16	5min	0	5min	5min

PARAMETRES	N	MOYENNE	SD	MAX	MIN
INJECTION-REVERSIÓN (temps d'anesthésie)	16	92,57min	±29,27	136min .	59,2min.
REVERSION- extubation	16	4,19min	±1,88	10min	2 min.
REVERSION-Head up	16	10,87min	±8,96	48min.	0,08 min.
REVERSION-SITTING UP	16	49,76min	±29,01	95min	9min.
REVERSION – ON FEET	16	69,49min	±31,09	185,00min.	10,8min.

Il ressort de ce tableau que la période d'induction de l'anesthésie est assurée par l'administration d'une dose moyenne de Xylazine de 1,49 mg/kg en IM. Cette dose joue le rôle de tranquillisant. A ce moment les animaux commencent à perdre la coordination des mouvements volontaires (ataxie) qui est apparue pour nos patients à une moyenne de 2,91 minutes. Ainsi il fallait attendre une moyenne de 10,06 minutes (moment où l'animal tombe sur terre) pour injecter une moyenne de 14,79 mg/Kg de Kétamine en IM afin de commencer la période d'induction proprement dite. Après une moyenne de 5 minutes l'animal est mis sur table pour la prise de voie d'infusion et commencer à enregistrer les paramètres surveillés. Après la prise de voie d'infusion une dose moyenne de 0.2 mg/Kg de diazépam en IV est injectée à l'animal par voie intra veineuse à la 29,9^{e}minutes dans le but d'en dormir profondément d'animal et la relaxation des muscles.

VARIATION DES PARAMÈTRES ANESTHÉSIQUES PAR INTERVALLES DE TEMPS

FRÉQUENCE CARDIAQUE

La fréquence cardiaque moyenne des individus était de 86,89 battements par minutes, celle de tous les intervalles était de 88, 06 battements par minute comme le montre la figure 1 ci- après

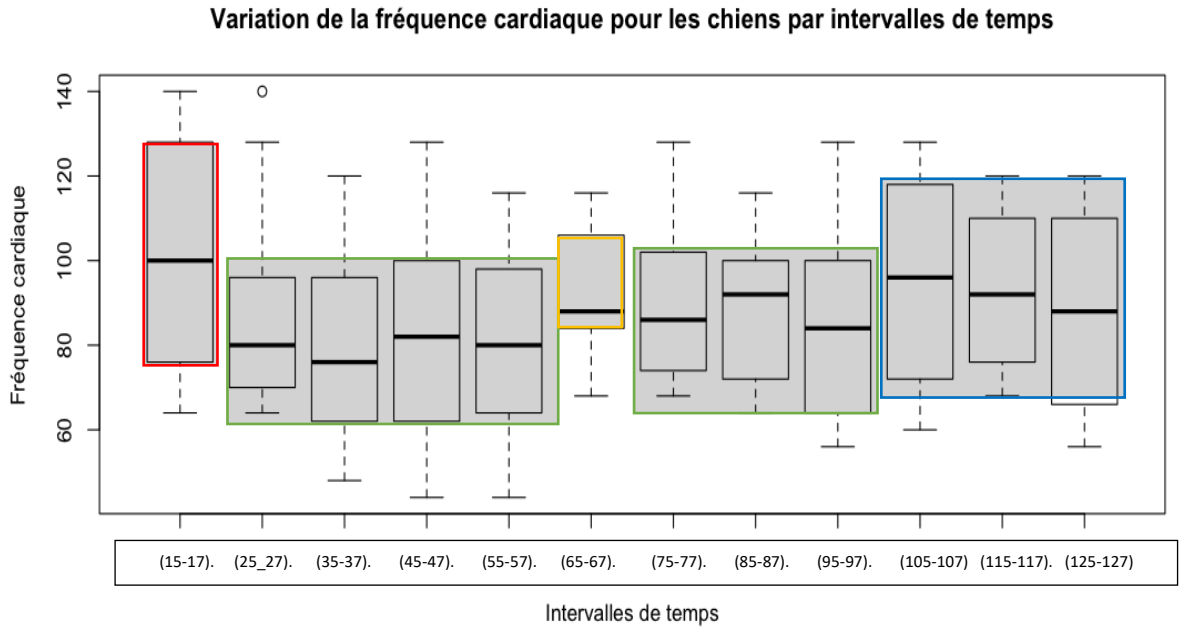


Fig. 1. Variation de la fréquence cardiaque par intervalles de temps

Cette figure montre que la fréquence cardiaque maximale était de 140 battements par minutes localisé dans le premier intervalle chez un animal due probablement au stress pendant sa capture pour l'injecter. Il faut tenir en compte que la grande partie des animaux étaient réticente à se faire injecter. La fréquence cardiaque minimale était 44 battements par minutes localisé dans le quatrième et cinquième intervalle d'un animal probablement et relié à l'utilisation d'alpha 2 agoniste (ils peuvent produire lui-même bradycardie). On peut considérer que les 140 battements par minutes étaient une manifestation de tachycardie et 44 battements par minutes était un signe bradycardie.

Cette figure montre clairement que la fréquence cardiaque pour nos patients se reparti sur 5 phases dont: La première phase correspond à la période d'induction dans laquelle beaucoup d'animaux sont stressés. Une situation se déroule dans le premier intervalle de temps (15-17) comprenant 13 individus. Une période s'est caractérisée par les effets de la kétamine et de la Xylazine seulement car nous n'avions pas encore ajouté le diazépam. La plus grande partie de nos données se distribue entre 128 et 72 battements par minutes. La deuxième phase était caractérisée par une période qui était par l'administration du diazépam et les effets de la kétamine et de la Xylazine pour la profondeur de l'anesthésie. A noter que la dose moyenne de diazépam était donnée dans cette deuxième phase à 20,9 minutes. La plus grande partie de nos données sont entre 60 et 100 battements par minute. Cette phase comporte les intervalles (25-27), (35-37), (45-47) et (55-57) comprenant respectivement 15, 15,16,16 individus. Dans la troisième phase nos valeurs sont entre 84 et 112 battements par minute. La fréquence cardiaque a monté car qu'il y a 3 animaux qui sont dans la dernière phase de métabolisation du diazépam et c'est ça qui fait que les fréquences augmentent en général. Cette phase comprend l'intervalle de temps de (65-67) ayant 11 individus ou 3 étaient dans la phase de réveil qui n'ont pas reçu la dose supplémentaire du diazépam. Dans la quatrième phase nos valeurs sont comprises entre 60 et 100 battements par minutes. Elle est influencée par l'addition de la dose supplémentaire du diazépam. Cette phase comprend les intervalles de (75-77), (85-87), (95-97) ayant respectivement 8, 8 et 5 individus. Dans la cinquième phase, la plus grande partie de nos données se situe entre 60 et 108 battements par minute. C'est la phase finale de l'anesthésie. Les animaux commencent à se réveiller et elle est également la phase de métabolisation du diazépam. Cette phase comprend les intervalles (105-107), (115-117) et (125-127) comprenant 4 individus respectivement.

Les résultats de notre recherche quant à la fréquence cardiaque montrent qu'elle était stable dans tous les intervalles sauf dans première phase où un cas de tachycardie était signalé et dans la deuxième phase où un cas de bradycardie était signalé. Du point de vue cardiovasculaire l'anesthésie était stable.

FRÉQUENCE RESPIRATOIRE

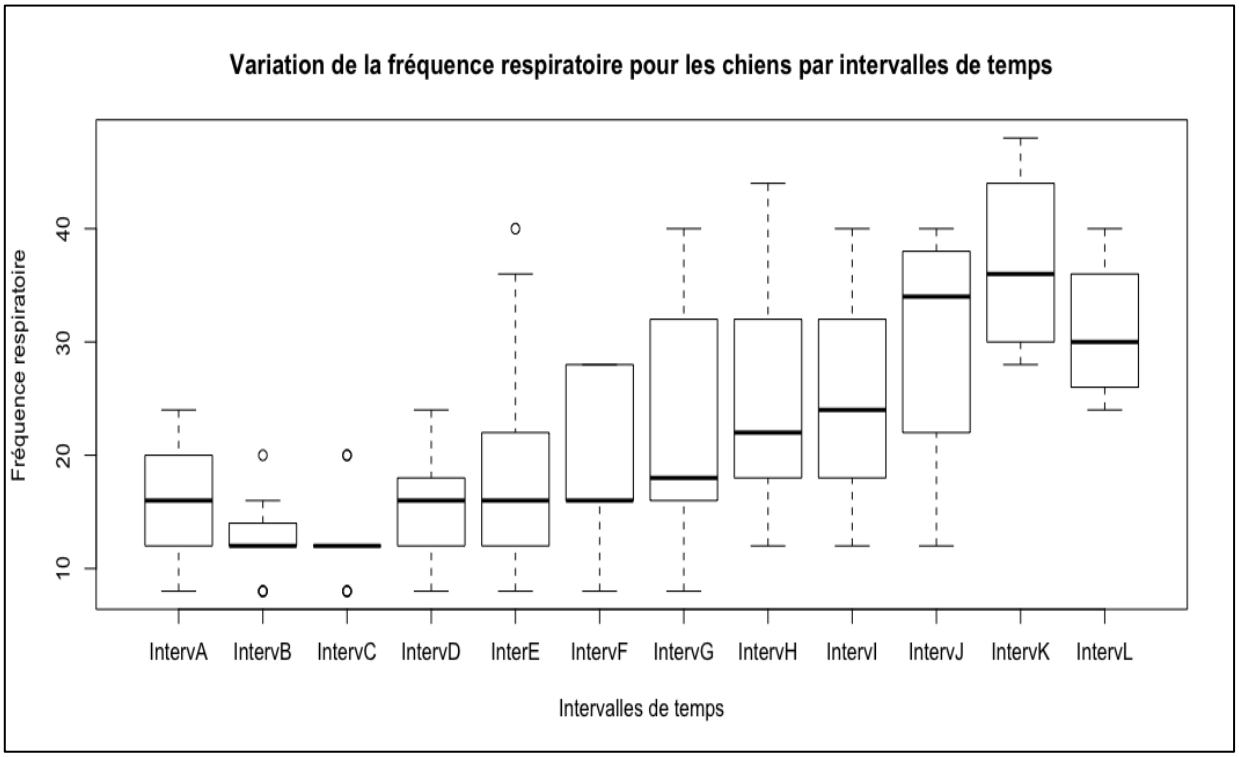


Fig. 2. Variation de la fréquence respiratoire par intervalle de temps.

Cette figure montre que la fréquence respiratoire maximale était de 48par minute localisé dans l'intervalle de 115-117. Ceci est due du fait que l'animal été dans la période de réveil. La fréquence minimale était de 8 respirations par minute. Du point de vue de l'anesthésie, le 8rpm n'est pose pas un problème parce que les valeurs de saturation obtenue sont bonnes. On peut considérer que les 48 respirations par minute étaient une manifestation de tachypnée et respiration par minute était un signe bradypnée.

Cette figure montre clairement que la fréquence respiratoire pour nos patients se reparti sur 5 phases dont: La première phase correspond à la période d'induction dans laquelle beaucoup d'animaux sont stressés. Une situation se déroule dans le premier intervalle de temps (15-17) comprenant 13 individus. Une période s'est caractérisée par les effets de la kétamine et de la Xylazine seulement car nous n'avions pas encore ajouté le diazépam. La plus grande partie de nos données se distribue entre 12 et 20 respirations par minute. On trouve que ces résultats de tranquillisant (Xylazine) et de la kétamine sont bénéfiques au niveau du système cardiorespiratoire. La deuxième phase correspond à la période où le diazépam est en train de se métaboliser. Une situation qui se déroule dans les quatre prochains intervalles de temps (25-27), (35-37), (45-47), (55-57) comprenant respectivement 15, 15,16,16 individus. Dans cette phase la fréquence respiratoire est passée de 12 à 24 rpm, ainsi l'anesthésie s'était déjà approfondie. Dans la troisième phase, nos valeurs sont entre 16 et 28 respiration par minute. La fréquence respiratoire a monté un peu car qu'il y a 3 animaux qui étaient en train de se réveiller étant donné qu'ils étaient dans la dernière phase de métabolisation du diazépam. Cette phase comprend l'intervalle de temps de (65-67) ayant 11 individus dont 3 étaient dans la phase de réveil qui n'ont pas reçu la dose supplémentaire de la kétamine et du diazépam. Dans la quatrième phase, nos valeurs sont comprises entre 16 et 32 respirations par minute. Elle est influencée par l'addition de la dose supplémentaire de la kétamine et du diazépam. Cette phase comprend les intervalles de (75-77), (85-87), (95-97) ayant respectivement 8, 8 et 5 individus. Ainsi dans les deux premiers intervalles de la phase quatre il y a 3 animaux qui étaient dans leur dernière période d'anesthésie et ça influencé la montée de la fréquence respiratoire. Dans le troisième intervalle de la quatrième phase, il y a des animaux qui continuaient à être anesthésié et ils avaient besoins de la dose supplémentaire. Dans la cinquième phase, la plus grande partie de nos données se situe entre 24 et 48respirations par minute. C'est la phase finale

de l'anesthésie. Les animaux commencent à se réveiller. Cette phase comprend les intervalles (105-107), (115-117) et (125-127) comprenant 4 individus respectivement. 48 respirations/min. C'est une valeur aberrante (qui diffère de la normale) que nous avons eu chez un chien mâle qui a été anesthésié pour le diagnostic d'une tumeur qui était localisée au niveau de l'organe génital, alors on a beaucoup manipulé l'animal ce qui l'a stimulé à avoir la fréquence respiratoire supérieure.

COMMENT POUVONS-NOUS APPRÉCIER NOTRE FRÉQUENCE RESPIRATOIRE ?

⟼ Par individu la fréquence respiratoire a été stable dans la grande partie des intervalles pour tous nos animaux dont la moyenne de fréquence respiratoire de tous les individus a été de 16,73rpm et la moyenne de tous les intervalles a été de 21,89 rpm. Le 16,73rpm est une valeur pouvant rassurer une bonne ventilation. Cependant il y a eu une phase finale où la fréquence respiratoire montait, ce qui a montré qu'il n'y a pas eu homogénéité dans tous les intervalles mais malgré tout, même le minimum ou le maximum ne représente pas les valeurs alarmantes de bradypnée ou de tachypnée.

TEMPÉRATURE CORPORELLE PAR INTERVALLES DE TEMPS

La figure 3 montre que la tendance générale de la température dans tous les Intervalles était en train de diminuer lors de l'anesthésie étant donné qu'il y a déjà relaxation musculaire (pas d'activité musculaire).

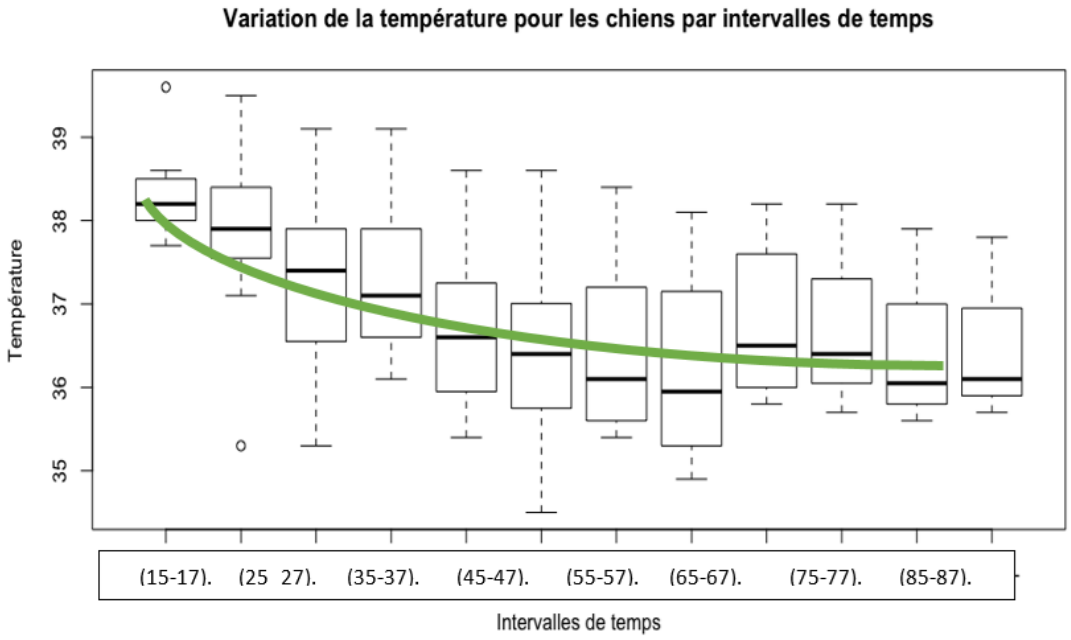


Fig. 3. Variation de la température corporelle par intervalles de temps.

La température maximale été de 39,5°C et la température minimale été de 34,5°C. Le maximum un signe d'hyperhémie due au stress de début de l'anesthésie et le minimum étant une hypothermie due à l'anesthésie et à la phase finale de l'anesthésie et qui correspond à la condition corporelle de l'animal qui était avec un score de 1-2 et l'animal était anémique. La température moyenne des individus est de 37,13°C et la moyenne de tous les intervalles était de 36,9°C. En comparant les deux moyennes on trouve qu'elles sont similaires. En général on n'a pas eu de problèmes avec la température des animaux, même si on a travaillé à l'intempérie et avec de pluie beaucoup de fois. Utiliser l'Atipemazol pour revêtir les effets de la Xylazine a permis aux animaux qu'avaient la température un peu basse de se réveiller avant et de rester avec des effets de kétamine que suppose la rigidité musculaire laquelle aide à faire monter facilement la température corporelle.

LA SATURATION PULSÉE D'OXYGÈNE

Cette figure 4 montre que notre valeur minimale était de 76%. Ceci étant dans le premier intervalle qui est de (15-17) où une chienne/ Jina appartenait, avec une condition corporelle d'un score de 2, c'est-à-dire maigre et un certain dégrée d'anémie. La saturation d'oxygène mesure dans une certaine manière le pourcentage d'oxygène fixé sur l'hémoglobine dans le sang.

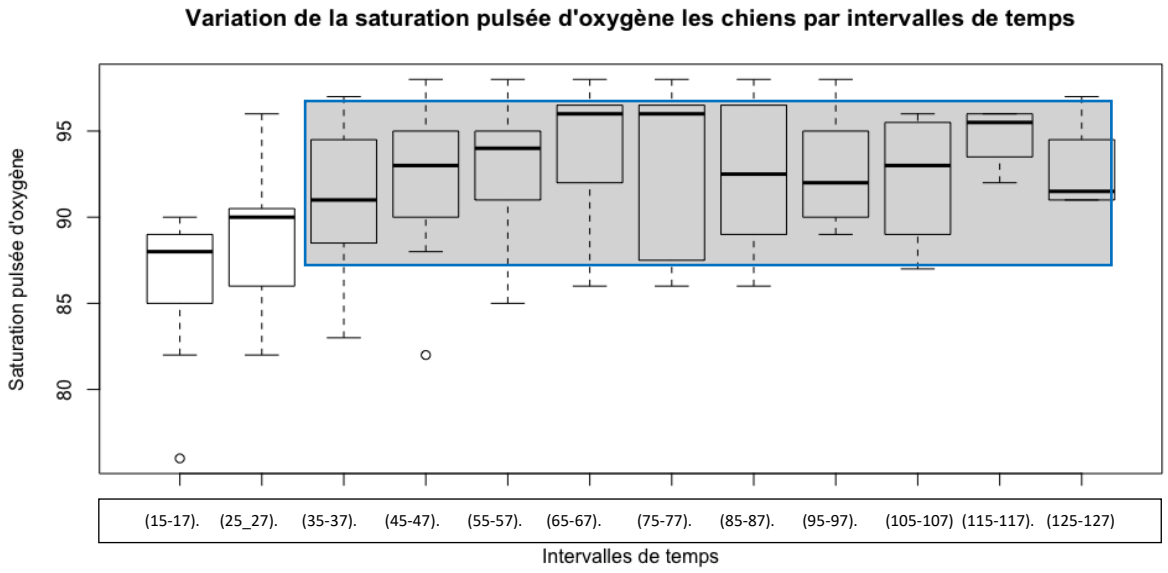


Fig. 4. Variation de la saturation pulsée d'oxygène par intervalle de temps

Il ressort de ce graphique que la valeur d'hypoxémie transitoire dans la période d'induction, heureusement qui s'est amélioré avec la profondeur de l'anesthésie et en ayant ajouté le diazépam. La valeur maximale était de 98% c'est qui est un indicateur d'une bonne saturation d'oxygène étant donné qu'une bonne anesthésié à laquelle, on n'a pas donné un supplément d'oxygène devrait toujours être à 90%. Dans notre cas dans la première phase qui est constituée de l'intervalle (15-17) et (25-27), pour la plus grande partie de nos patients la saturation d'oxygène est entre 85 et 90%. A cette phase les animaux n'ont encore reçu la dose du diazépam. Pour notre recherche la saturation moyenne des individus étaient de 91,57% et la saturation moyenne des intervalles était de 91,96% ce qui est un bon signe d'une anesthésie adéquate.

La concentration de co2 expiré (etco2). L'ETCO2 est une mesure de la manière dans laquelle l'échange des gaz (oxygène et CO2) se produit dans les alvéoles. Aussi c'est un indicateur du métabolisme cellulaire dans l'animal anesthésié. L'accumulation d'un excès de CO2 dans l'organisme peut amener à une intoxication irréversible sur l'animal anesthésié et portant à la mort. Normalement les valeurs de CO2 expiré doivent être entre 30 et 45 mm Hg.

Dans notre étude la valeur maximale a été de 55 mm Hg et le minimum de 18 mm Hg.

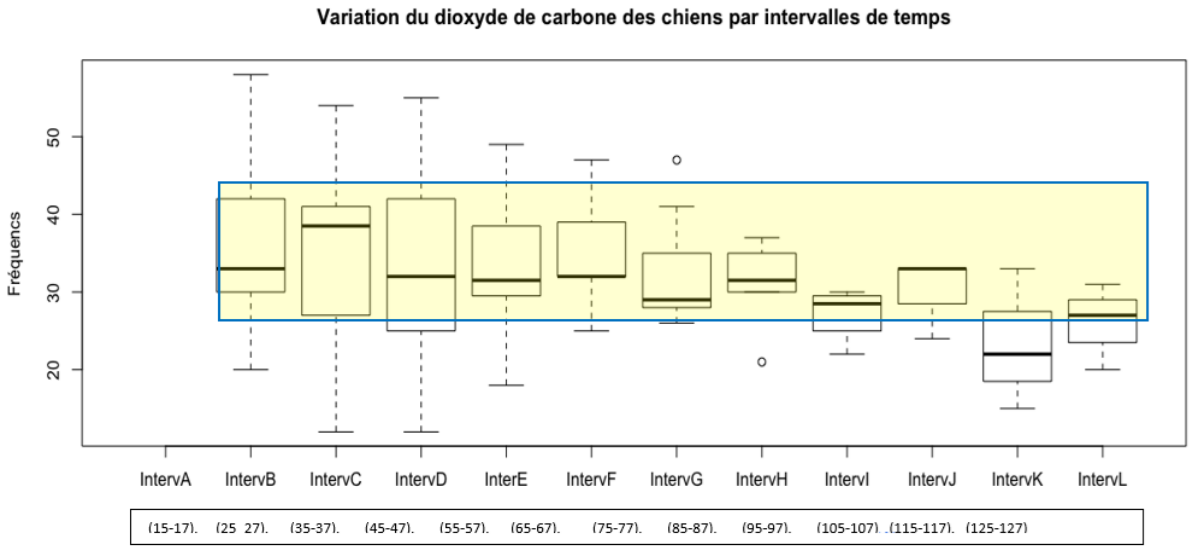


Fig. 5. Variation de dioxyde de carbone par intervalle de temps

Il ressort de graphique que toutes les deux valeurs étaient en dehors des valeurs normales. Le maximum de 55mm Hg était un animal (KAGAME) qui, après un intervalle a atteint une valeur de 35 mm Hg, en se normalisant après d'augmentation de la fréquence respiratoire lui-même (amélioration de la ventilation). L'animal était un peu hypo ventilé. Le minimum de 18 était un animal (MILU) qui avait une condition corporelle de 2 et avait de muqueuse pale probablement parce qu'il était anémique. La fréquence respiratoire était normale (8-16) ainsi que la fréquence cardiaque (64-92). La valeur basse de CO2 pourrait être reliée à une sous production de CO2 lié à une valeur basse de l'hémoglobine plutôt qu'à une hyperventilation qu'il n'avait pas. Une anémie pourrait rendre moins efficient la respiration cellulaire et pourtant plus bas les niveaux de CO2.

La plus grande partie de nos valeurs étaient entre 25 et 45 mm Hg. Même si entre 25 et 29 est une valeur basse pour le ETCO2 on doit dire que tous les animaux que présentaient dans quelque moments ces valeurs n'avaient pas des altérations des autres paramètres ou des problèmes dans l'anesthésie. Les valeurs de plus de 45 étaient aussi sporadiques et ne provoquaient pas des problèmes sur les animaux anesthésiés. Comme toujours l'évaluation de l'anesthésie doit se faire sur le conjoint des paramètres monitorés. Le dioxyde carbone pour les individus était 32,52 mm Hg et pour tous les intervalles étaient de 31,4mmHg.

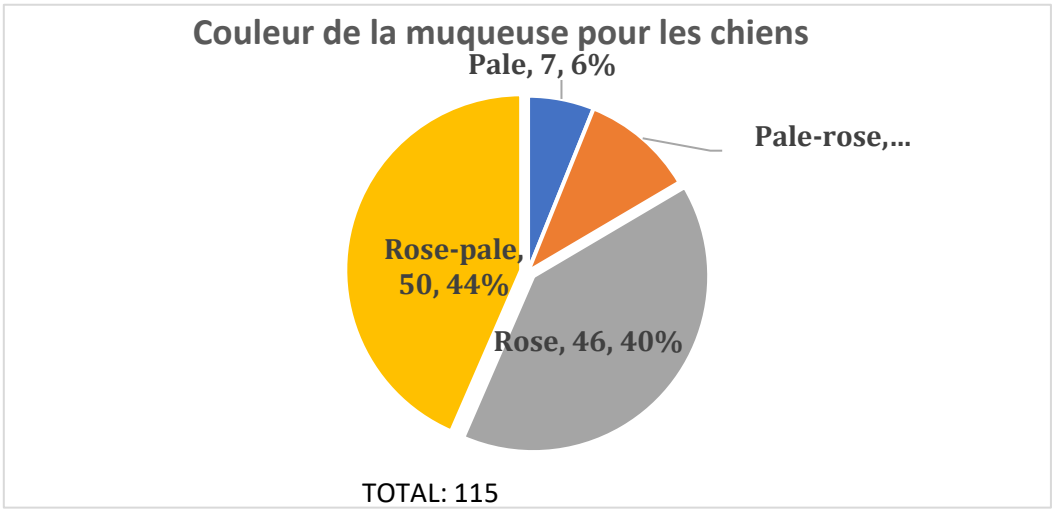
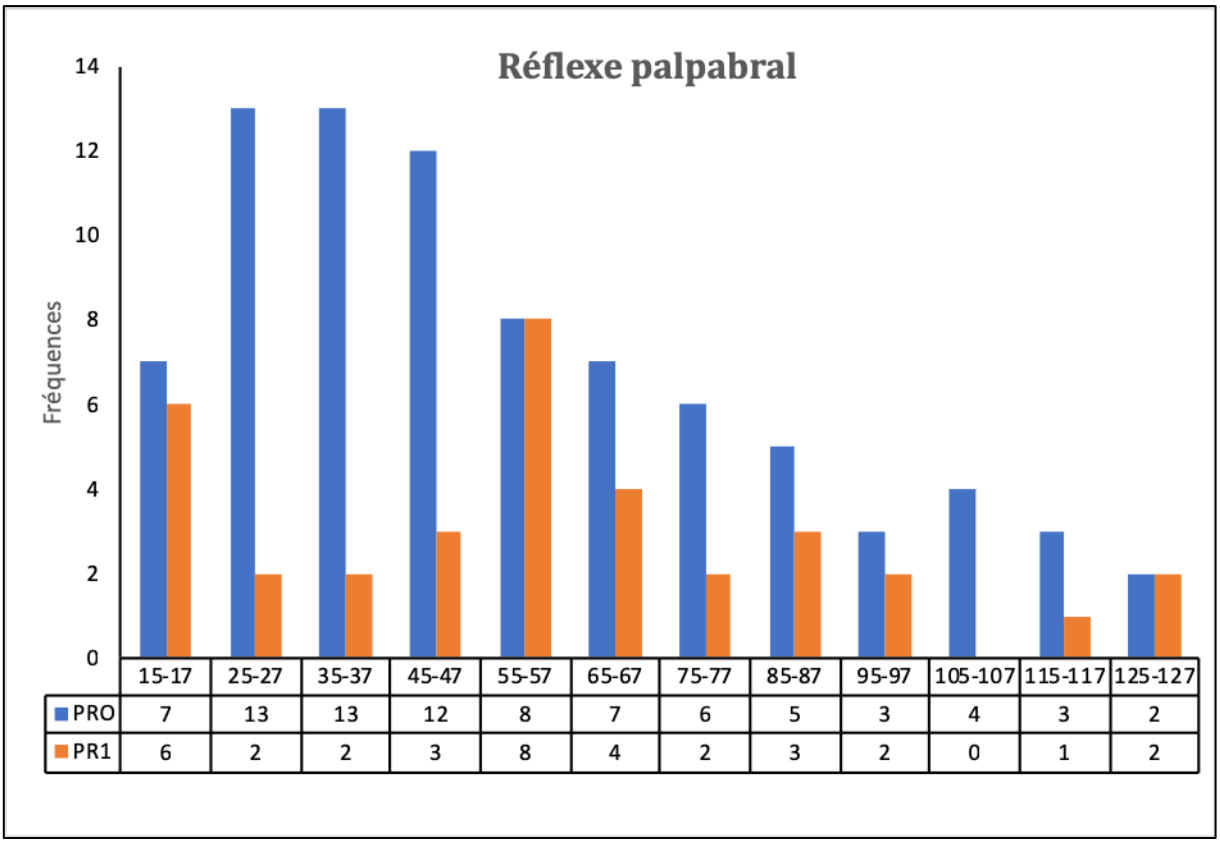


Fig. 6. Couleur de la muqueuse par intervalle de temps

Pendant l'anesthésie la couleur de la muqueuse a été dominée par la rose-pâle avec 44%, suivi de la rose avec 40%. La pâle-rose n'a été représenté qu'avec 12% tandis que la pâle a été représenté avec 7%. Cette variation de la couleur de la muqueuse

dépend des effets des drogues utilisées et de condition corporelle de chaque animal. Les animaux qui avaient même couleur dans tous les intervalles, ceci montre que leurs systèmes cardiovasculaires sont stables. Et pour ceux qui n'avaient pas conservés la même couleur dans tous les intervalles, ce qu'il n'y avait pas stabilité du système cardiovasculaire. Ce dernier cas serait dû au fait que notre anesthésie est dépendant de bolus de drogues après métabolisation des drogues données avec un étroit monitoring de différentes constances sur l'animal. La couleur rose et rose - pâle montrent que l'irrigation est bonne dans la périphérie du système cardiovasculaire et que les autres organes principaux sont bien irrigués. Ainsi sur 16 animaux sur lesquels nous avons menés notre étude, 9 individus ont conservés la même couleur dans tous les intervalles et 7 autres individus ne l'ont pas conservé.

Le réflexe palpébral par intervalles du temps. Le réflexe palpébral est une mesure de la profondeur de l'anesthésie. Dans une bonne anesthésie celui-ci doit être toujours négative, c'est à dire que l'animal ne clique pas volontairement les paupières. Le réflexe POSITIF est une indication dès que l'anesthésie devient moins profonde et que l'animal peut se réveiller prochainement. Ici en bas un graphique qui montre comment le réflexe a évolué tout au long des anesthésies.



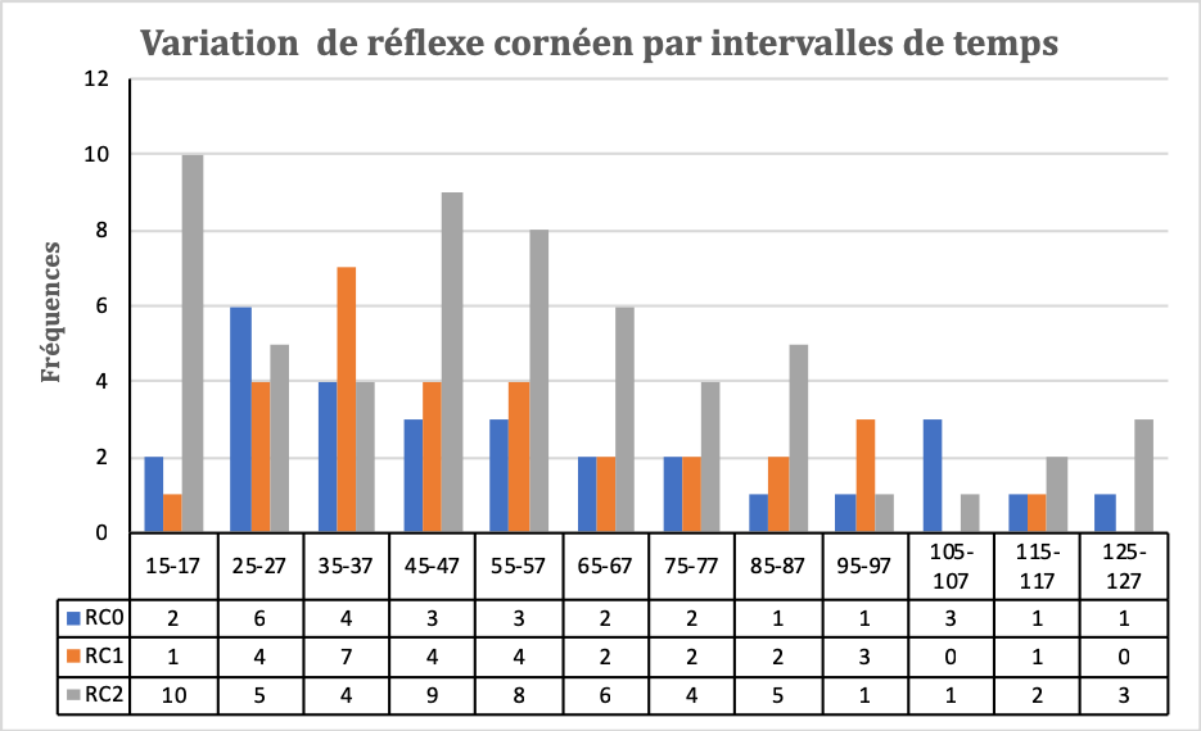
	15-17	25-27	35-37	45-47	55-57	65-67	75-77	85-87	95-97	105-107	115-117	125-127
PRO	7	13	13	12	8	7	6	5	3	4	3	2
PR1	6	2	2	3	8	4	2	3	2	0	1	2

Fig. 7. Réflexe palpébral par intervalles de temps

Les trois intervalles ou il y a plus des animaux avec reflexe palpébral POSITIF (1), sont le premier, ou chez tous les animaux le diazépam n'était pas encore administré, et l'intervalle cinquième et sixième où l'anesthésie de presque tous les mâles était au point de finir dans le 15 prochaine minutes, ou dans lequel de doses supplémentaires de diazépam et kétamine étaient nécessaire. Avoir le réflexe palpébral POSITIF n'était pas un problème mais il était indicatif d'un besoin de plus de dose supplémentaire de kétamine plus diazépam, étant un de notre grand outil pour contrôler nos anesthésies en combinaison avec les autres paramètres monitorisés.

LE REFLEXE CORNÉEN PAR INTERVALLES DE TEMPS

Le réflexe cornéen est une mesure de la profondeur de l'anesthésie. Dans une bonne anesthésie celui-ci doit être toujours moins de 3, et l'anesthésie sera plus profonde et meilleur si celui ici est de 0. Si le réflexe est POSITIF, c'est une indication de que l'anesthésie devient moins profonde et que l'animal peut se réveiller aussitôt. On la mesure en le stimulant versant du sérum physiologique sur la cornée chaque dix minutes ce qui aide aussi à éviter la déshydratation de la cornée pendant l'anesthésie. Ici en bas un graphique du reflexe qui a évolué tout au long des anesthésies.



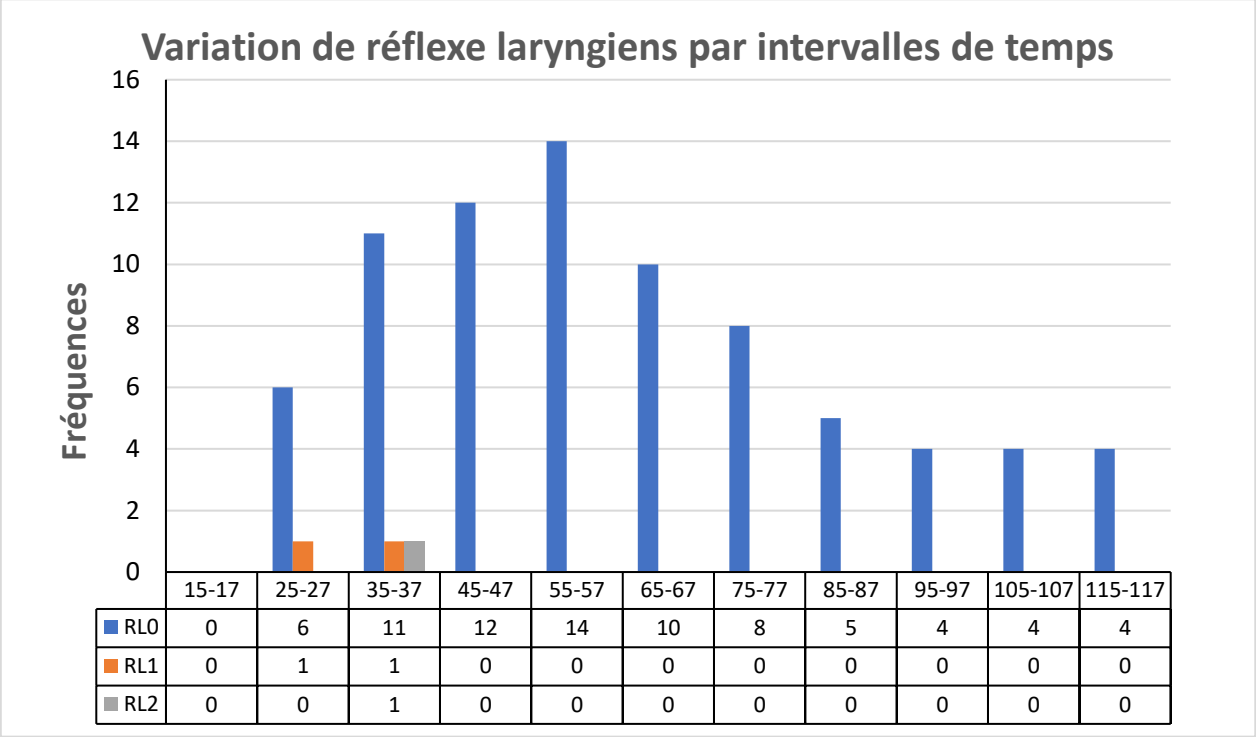
	15-17	25-27	35-37	45-47	55-57	65-67	75-77	85-87	95-97	105-107	115-117	125-127
RC0	2	6	4	3	3	2	2	1	1	3	1	1
RC1	1	4	7	4	4	2	2	2	3	0	1	0
RC2	10	5	4	9	8	6	4	5	1	1	2	3

Fig. 8. Réflexe cornéen par intervalles de temps

Comme on le voit, les reflexes de tous les animaux ont été moins de 3 sur tous les intervals. Dans la plupart des animaux, on a eu de variations du reflexe cornéen tout au long de l'anesthesie mais on a toujours contrôler pour qu' il n'arrive pas à 3 en ajoutant de doses supplémentaires de drogues. Le réflexe cornéen était un tres bon outil pour controler la profondeur de notre anesthesies en combinaison avec les autres parametres monitoriser.

VARIATIONS LARYNGIENS PAR INTERVALLES DE TEMPS

Le réflexe laryngien est une mesure de la profondeur de l'anesthésie et normalement il doit être 0 tout au long de l'anesthésie, c'est à dire, que l'animal soit intubé et qu'il ne réagit pas à l'intubation. L'intubation est faite après avoir versé de spray de xylocaïne sur la trachée et attendre au moins 3 minutes avant d'intuber. Aussi sur le tube endotrachéale on verse de spray de xylocaïne, ce qui peut aider à l'anesthésie local de la trachée et éviter de réaction en cas d'existence de peu de sensibilité. Normalement des animaux qui sont de reflexe niveau 1 ou 2 à l'intubation sont des animaux qui, après avoir fait l'apnée quelque seconds ou tousser peuvent rester intubé sans problème tout au long de l'anesthésie si on maintien un bon dégrée de profondeur contrôler par des autres paramètres. Des animaux avec un réflexe laryngien de 3 normalement doit être approfondi plus pour pouvoir être intubé.



	15-17	25-27	35-37	45-47	55-57	65-67	75-77	85-87	95-97	105-107	115-117
RL0	0	6	11	12	14	10	8	5	4	4	4
RL1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
RL2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 9. Variation de réflexe laryngien par intervalles de temps.

Dans notre graphique on peut voir comment la plus grande partie de reflexes étaient toujours 0, c'est à dire, qu'il n'y avait eu de reflexe au moment de l'intubation ou pendant le reste de l'anesthésie. Pour nous, intuber était vital car ça aide à améliorer la ventilation des animaux dans un milieu dans lequel on ne donne pas d'oxygène supplémentaire et ceci permet d'être prêt dans le cas d'une urgence.

4 DISCUSSION DE RESULTATS

L'objectif de cette partie est de mettre en perspective les résultats obtenus à la lumière des connaissances bibliographiques connues à ce jour. Les résultats seront discutés et comparés par rapport aux différents paramètres surveillés et à la dose administrée pour apprécier les effets de la kétamine en combinaison avec Xylazine et diazépam chez les chiens. La dose moyenne de Xylazine utilisée pour nos patients était de 1,49 mg/kg en IM. Cette dose joue le rôle de tranquillisant. A ce moment les animaux commencent à perdre la coordination du mouvement volontaire (ataxie) qui est apparue pour nos patients à une moyenne de 2,91 minutes. Ainsi il nous fallait attendre une moyenne de 10,06 minutes (moment où l'animal tombe sur terre) pour l'injecter une moyenne de 14,79 mg/Kg de Kétamine en IM afin de commencer la période d'induction proprement-dite. Après une moyenne de 5 minutes l'animal est mis sur table pour la prise de voie d'infusion et commencer à enregistrer les paramètres surveillés. Après la prise voies d'infusion une dose moyenne de 0.2 mg/Kg de diazépam en IV est injectée à l'animal par voie intra veineuse à la 29, 9 minutes dans le but d'en dormir profondément l'animal et la relaxation des muscles.

En comparant ces résultats à ceux obtenu par ces trois auteurs qui avaient utilisés la kétamine 5mg/kg en IV et diazépam 0,25mg/kg en IV la note était rapide, et moins dispendieux [9, 10, 3]. Cependant eux n'avaient utilisés que la voie intraveineuse la kétamine et le diazépam. Nous avons utilisé la Xylazine en IM, la kétamine IM et IV et diazépam en IV. Ainsi la profondeur de l'anesthésie a été bonne avec la combinaison de ces trois molécules. Ceci vient appuyer [11] qui montre qu'une combinaison anesthésique qui implique des drogues dissociatives (kétamine) administrées avec un alpha-2 agoniste (Xylazine) et un sédatif (diazépam) entraine une relaxation musculaire, un apaisement et une dépression du système nerveux central [5]. On peut utiliser la voie intra musculaire à la dose de kétamine de 5 à 15mg/kg en IM. On obtient 20 à 30 minutes d'anesthésie. On peut préférer la voie intraveineuse pour une action plus rapide et plus brève (3 à 10 minutes). On recommande alors 2 à 10mg/kg [12]. La fréquence maximale était de 140 battements par minutes localisé dans le premier intervalle suite au stress qu'avait le premier animal lors du début de l'anesthésie et la fréquence minimale était 44 battements par minute localisé dans le quatrième et cinquième intervalle car il y a quelques animaux qui ont réagi mal aux effets de la kétamine et de la Xylazine

pendant la période d'induction suite leur condition corporelle. On peut considérer que les 140 battements par minutes étaient une manifestation de tachycardie et 44 battements par minutes était un signe de bradycardie. La combinaison kétamine-Xylazine induit une bradycardie, une hypercapnie et une acidose pouvant être dues à une hyperventilation causée par cette combinaison anesthésique [13]. La deuxième phase était caractérisée par une période qui était de l'administration du diazépam et les effets de la kétamine et de la Xylazine pour la profondeur de l'anesthésie. A noter que la dose moyenne de diazépam était donnée dans cette deuxième phase à 29,9 minutes. La plus grande partie de nos données sont entre 60 et 100 battements par minute. Cette phase comporte les intervalles (25-27), (35-37), (45-47) et (55-57) comprenant respectivement 15, 15,16,16 individus. A noter que le Diazépam administré à cette période a joué le rôle de la relaxation musculaire et d'approfondir l'anesthésie ceci vient en appuis avec le résultat de [7] qui montre que le Diazépam facilite la relaxation musculaire qui ne serait pas fournie par l'emploie de la kétamine.

Dans la troisième phase nos valeurs sont entre 84 et 112 battements par minute. La fréquence cardiaque a monté car qu'il y a 3 animaux qui étaient dans la dernière phase de métabolisation du diazépam. Cette phase comprend l'intervalle de temps de (65-67) ayant 11 individus dont trois étaient dans la phase de réveille et qui étaient dans la phase finale de l'anesthésie. Ces valeurs sont similaires à ceux trouvés par [15, 9], qui montrent que les valeurs normales pour un animal réveillé la fréquence cardiaque est entre 80 et 120 battements par minute. Dans la cinquième phase, la plus grande partie de nos données se situe entre 24 et 48 respirations par minute. C'est la phase finale de l'anesthésie. Les animaux commencent à se réveiller. Cette phase comprend les intervalles (105-107), (115-117) et (125-127) comprenant 4 individus respectivement. Ces respirations par minutes sont un peu éloignés de résultats trouvés chez les chiens par [9, 2], qui montrent que les valeurs normales pour un animal réveillé la fréquence respiratoire est entre 24 et 48 respiration par minute.

La tendance générale de la température dans tous les intervalles été entrain de diminuer lors de l'anesthésie étant donné qu'il déjà relaxation musculaire car il n'y a pas d'activité musculaire. La température maximale été de 39,5°C et la température minimale été de 34,5°C. Le maximum un signe d'hyperthermie due au stress de début de l'anesthésie et le minimum étant une hypothermie due à l'anesthésie et à la phase finale de l'anesthésie et qui correspond à la condition corporelle de l'animal qui était avec un score de 1-2 et l'animal était anémique. La Xylazine est un médicament analgésique de supplément utilisé pour minimiser les effets secondaires de l'utilisation de la kétamine comme les tremblements, la rigidité musculaire et l'excitation lors de la récupération [12]. Ainsi pour surmonter certaines difficultés avec la récupération prolongé, il est avantageux d'utiliser des agents injectables dont leurs actions peuvent être inversées par l'administration d'antagonistes, tel que l'Atipemazol [8,13]. La température moyenne des individus est de 37,13°C et la moyenne de tous les intervalles était de 36,9°C. En comparant les deux moyennes on trouve qu'elles sont similaires.

5 CONCLUSION

La kétamine en combinaison avec Xylazine et diazépam sont considérés comme agents anesthésiques de choix pour le bien-être animal pendant l'acte chirurgical chez le chien. L'objectif de notre étude menée dans ce travail était de déterminer les effets d'une combinaison anesthésique susceptibles de garantir l'acte chirurgical ainsi que le bien-être animal avec les agents anesthésiques disponibles sur le marché.

A ce stade de l'étude, seize chiens dont douze mâles et quatre femelles ont été anesthésiés pour notre recherche. Aucun effet secondaire majeur n'a été rapporté par ailleurs avec cette combinaison anesthésique. Bien que cette étude clinique mérite d'être complétée sur échantillon plus grand de chiens, les premiers résultats rapportés sont intéressants pour la bonne combinaison anesthésique afin de supprimer la douleur en cherchant la relaxation musculaire, la dépression du système nerveux central pour le bien-être animal et l'acte chirurgical. La kétamine en combinaison avec Xylazine et diazépam sont donc appropriée pour des chirurgies entrainant des douleurs chez les animaux de compagnie.

REFERENCES

[1] Julien DONIOL-VALCROZE. Année 2001. Histoire de la contention et de l'anesthésie vétérinaire. Thèse pour Doctorat vétérinaire présentée et soutenue publiquement devant la Faculté Médecine de Créteil Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

[2] Charlotte (2012). Etude sur la pratique et les moyens Mise en œuvre pour l'anesthésie des chiens. Résultats d'une Enquête en Ligne au près des vétérinaires praticiens Français. Thèse présenté à l'université CLAUDE-BERNARD-LYON 1 (Médecine pharmacie: 205Page).

[3] Anne-MARIE Catudal, Geneviève Fortin Simard (2018). Analgésie et anesthésie des chiens. Procédure normalisée de fonctionnement. Vétérinaires, Direction des services vétérinaires.

[4] ZIBERSTEIN L. (2016). Abrégé d'anesthésie du chien et du chat MED. COM.
[5] Hajihahramini, S; Versal, N (2007). Evaluation of several drug combinations for intraperitoneal anesthesia in adult male rats. Iranian J. vetResUnivShiraz, 8 (2), 106-115.
[6] Karwacki. Z; Kowianski P ET Morys, J. (2001). General anesthesia in rats undergoing experiments of the central nervous system. FoliaMorphols 60 (4), 235-242.
[7] R.A.REED[1]; J.E QUANDT; B.M. BRAINARD; J.E COPELAN AND. E.H. HOFMEISTER. Année Avril 2019. The effect of induction with propofol or ketamine and Diazepam on quality of anesthesic recovery in dogs. Journal of small animal practice (2019) DOI: 10.1111/jsap. 13063. Accepted. 19 Avril 2019.
[8] Abdelnaser A.A. Abdel-Hady[1]; Khaled M.Abdelbasset[1]; Ahmed S.Soliman[2]. (2017). Comparative Experimental study on Two Designed intravenous Anesthetic combinations in Dogs.EXCLI Journal; 16.770-779.ISSN 1611-2156. Received, March 23.2017 Accepted. May 03.REED 2017. Published: May 22.2017.
[9] Stéphanie CARON. Analgésie et anesthésie des chiens. Procédure normalisée de fonctionnement. Technicienne en santé animale conformité, Direction des services vétérinaires 24 Juillet2012.
[10] Jessie TREMBLAY. Analgésie et anesthésie des chiens. Procédure normalisée de fonctionnement. Technicienne en santé animale conformité, Direction des services vétérinaire 28 Juin 2018.
[11] Flecknell. P.A. (1996) Laboratory animal anesthesia. London Academic press.
[12] COPPENS P. (1994). Eléments d'anesthésie des carnivores domestiques. La dépêche vétérinaire supplément technique n˚ 36, 34p.
[13] Rodrigues, S.F, de oliveina, M.A; Martins, J.O, Sannomiya, p, de cassia Tostes, R. Nigro, D, Carvalhe, M.H. et Fortes, Z B. (2006). Differential effects of chloral hydrate and ketamine/Xylazine-induced anesthesia by the S.C. route. Life sci, 79, 1630-1637.
[14] Lei, H; Nwaigwe, e; Williams, C. ET Dunn, J. F. (2001). Effects of ketamine and ketamine-xylazine Anesthesia on cerebral Blood Flow in Rat observed using Arterial spin Tagging perfusion imaging. Brain Res, 913, 174-179.
[15] HIROTA K.; LAMBERT DG... (1996). Ketamine: its mechanism (s) of action and unusual clinical uses. Br. J. Anaesth77, 441-444...
[16] Bureau SIG-CAID- Projection Mercator, WGS 84- Janvier 2016 et les données ayant servi à la production de cette carte proviennent du Référentiel Géographique commun (www.rgc.cd)

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 877-881
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Grossesse sur cicatrice de césarienne: A propos d'un cas

[Cesarean scar pregnancy: Case report]

Halim Hajare, Belhaouz Ismail, Khtira Ayoub, Baidada Abdelaziz, Lakhdar Amina, and Etber Amina

Service de gynécologie obstétrique, Hôpital maternité Souissi, Rabat, Morocco

Copyright © 2023 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: Scar pregnancy is an ectopic, life-threatening pregnancy (hemorrhage or uterine rupture) that can also involve functional prognosis (hysterectomy). Its incidence is rare, but is likely to increase due to the rise in Caesarean section rates, these past few years. The clinical signs include metrorrhagia in variable abundance and/or pelvic pain in patients with uterine scarring. Diagnosis is made by endovaginal ultrasound, using the Vial criteria. The case we report in this article will enable us to discuss the pathophysiological, diagnostic and therapeutic criteria of this pathology, with the help of a literature review.

KEYWORDS: Cesarean scar pregnancy, ectopic pregnancy, history of cesarean section.

RESUME: La grossesse sur cicatrice est une grossesse de localisation ectopique engageant le pronostic vital (par hémorragie ou rupture utérine) et fonctionnel (hystérectomie). Son incidence est rare mais risque de croitre du fait de l'augmentation du taux de césariennes, durant ces dernières années. Cette forme de grossesse se manifeste par des métrorragies d'abondance variable et/ou des douleurs pelviennes chez des patientes porteuses d'une cicatrice utérine. Le diagnostic est porté par l'échographie endovaginale, grâce aux critères de Vial. Le cas que nous rapportons dans cet article, nous permettra, à l'aide d'une revue de la littérature, de discuter des critères physiopathologiques, diagnostiques et thérapeutiques de cette pathologie.

MOTS-CLEFS: Grossesse sur cicatrice de césarienne, grossesse ectopique, antécédant de césarienne.

1 INTRODUCTION

La grossesse sur cicatrice de césarienne est une forme rare de grossesse ectopique établie sur une ancienne cicatrice utérine. L'incidence est estimée entre 1/1800, et 1/2216 grossesses. Seules des rapports de cas et des séries limitées ont été retrouvés dans la littérature.

Elle présente un risque d'hémorragie massive et de rupture utérine d'autant plus quand le diagnostic est retardé.

Nous rapportons le cas d'une patiente de 37 ans ayant une grossesse ectopique sur son ancienne cicatrice de césarienne, diagnostiquée à 10 semaines d'aménorrhées.

A travers cette observation et grâce à une revue de la littérature, nous discuterons les critères diagnostiques et thérapeutiques de cette rare entité, dont la connaissance et le diagnostic précoce permettront une meilleure prise en charge par les praticiens.

2 OBSERVATION

Patiente de 37 ans, 2ème geste primipare ayant accouché une première fois par césarienne en 2021, pour présentation de siège et refus de voie basse, avec des suites opératoires simples.

Corresponding Author: Halim Hajare

Elle se présente aux urgences le 16/12/22 pour des douleurs pelviennes et des métrorragies avec caillots de sang, sur une aménorrhée de 10 semaines. Découverte à l'échographie endovaginale d'une masse au niveau de la cicatrice de césarienne faisant 68*45*43 mm percreta, vascularisée en couronne avec un vaisseau courant le long et en arrière de la séreuse vésicale. Il y avait également un doute sur une zone d'interruption de la séreuse vésicale avec un vaisseau en regard.

Elle a bénéficié d'une première injection de Méthotrexate, le 17/12/2022.

Elle a également bénéficié d'une première séance d'embolisation des artères utérines, le 20/12/2022.

Devant l'aspect percreta de la masse utérine, une IRM pelvienne a été réalisée qui confirme la présence de la masse au niveau de la cicatrice de césarienne, avec un contact étroit avec la paroi vésicale postérieure qui reste régulière sans argument pour un envahissement pariétal.

Le taux de BHCG est passé de 94 220 le 21/12/2022 à 105 700 le 24/12/2022.

Elle a donc reçue une 2ème injection de Méthotrexate le 24/12/2022.

Le taux de BHCG a ensuite baissé de manière progressive jusqu'à arriver à 424 le 23/01/2023. Plusieurs épisodes de métrorragie avec caillots et douleurs pelviennes ont motivé des passages répétés aux urgences. La patiente a donc bénéficié d'une 2ème séance d 'embolisation le 25/01/2023.

Une échographie de contrôle faite le 27/03/23 a objectivé une forte régression de la taille de la masse mesurant, cette fois ci, 35*23*16 mm non vascularisée et sans infiltration de la séreuse vésicale.

Négativation des Bhcg le 30/03/2023.

La patiente a été opérée par laparotomie, le 04/04/2023, avec curetage de la grossesse et reprise de la cicatrice de césarienne. Il n'y avait pas d'envahissement vésical. Il n'y a pas eu d'incidents per ni post opératoires.



Fig. 1. Image échographique de la grossesse sur cicatrice de césarienne



Fig. 2. Suspicion d'invasion vésicale de la masse

3 DISCUSSION

La grossesse sur cicatrice est une complication rare pouvant mettre en jeu le pronostic vital de la patiente par hémorragie massive.

Son incidence est en augmentation du fait de l'augmentation du taux de césariennes dans les pays industrialisés, mais également depuis l'avènement de l'échographie endovaginale permettant le diagnostic précoce de la localisation ectopique (4).

Les facteurs de risque incriminés sont ceux du placenta accreta: le nombre de césariennes antérieures, et des gestes endo utérins mais aussi les techniques de Fécondation in vitro avec transfert d'embryon (1,2). Dans le cas de notre patiente, elle avait seulement un antécédent de césarienne.

D'un point de vue physiopathologique, il existerait un micro défet de la cicatrice d'hystérotomie qui permettrait l'invasion du myomètre par le blastocyste, dans une zone mal cicatrisée, faiblement vascularisée et riche en fibrose (1). Ce risque étant majoré par l'antécédent de césarienne programmée, comme était le cas de notre patiente, où le segment inférieur moins sollicité et moins mature ne permettrait pas une qualité optimale de cicatrisation et favoriserait l'implantation ectopique de l'œuf (1).

Le défect peut résulter de manœuvres endo utérines comme un curetage, une myomectomie, une hystéroscopie et une révision utérine.

Dans la grossesse sur cicatrice de césarienne, contrairement au placenta accreta, le sac gestationnel est entièrement contenu dans le myomètre et entouré de tissu cicatriciel, complétement séparé de la cavité utérine.

Les manifestations cliniques englobent les douleurs abdominales et les saignements, qui peuvent aller de simples spottings à des saignements massifs potentiellement mortels (2). Cependant dans environ 40% des cas, cette situation peut demeurer asymptomatique, diagnostiquée seulement par l'échographie précoce.

Le retard de diagnostic pourrait entraîner une rupture utérine, de même qu'un diagnostic à tort de grossesse arrêtée traitée par aspiration à l'aveugle pourrait se solder par une hémorragie massive (5,6). D'où l'intérêt d'un diagnostic rapide et précis, dans l'amélioration du pronostic vital et fonctionnel des patientes.

L'échographie bidimentionnelle par voie endo vaginale est l'examen de choix pour le diagnostic de grossesse ectopique sur cicatrice. Il repose sur les critères de Vial établis en 2000 (7), qui sont: Un utérus vide, un canal cervical vide, un aspect de disruption du sac gestationnel sur le mur utérin antérieur, en coupe sagittale de l'utérus. Il existe également des signes échographiques indirects tels que: l'hypervascularisation péri trophoblastique mise en évidence par les flux doppler couleur et la diminution de l´épaisseur du myomètre entre le sac gestationnel et la vessie, qui reflète la profondeur de l´implantation (3).

Vial et al. (2000) ont suggéré qu'il existait deux types différents de ces grossesses extra-utérines. La première est due à l'implantation du sac gestationnel sur la cicatrice avec progression soit vers l'espace cervico-isthmique, soit vers la cavité utérine. La situation peut évoluer vers une naissance viable, mais avec un risque accru d'hémorragie massive potentiellement mortelle à partir du site d'implantation (8). La seconde est une implantation profonde dans un défect post-césarienne avec progression vers la rupture et le saignement au cours du premier trimestre de la grossesse. Notre patiente appartenait au deuxième groupe puisque le sac gestationnel était profondément implanté dans la cicatrice, avec une diminution de l'épaisseur du myomètre entre le sac gestationnel et la vessie.

La distinction entre ces deux types de grossesse est primordiale.

L´échographie tridimensionnelle ou l´IRM pelvienne peuvent permettre de préciser la profondeur de l´invasion trophoblastique dans le myomètre et l´atteinte potentielle de la séreuse ou de la vessie, ainsi que la position exacte du sac gestationnel (9).

L'IRM ne semble apporter un réel bénéfice qu'au delà de 10 semaines d'aménorrhée, orientant soit vers un traitement conservateur par résection de la cicatrice, soit un traitement radical en cas de placenta accreta (4).

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de consensus concernant la prise en charge thérapeutique de cette entité rare.

Le traitement doit prendre en considération l'âge gestationnel, les moyens thérapeutiques disponibles, le désir de fertilité ultérieure de la patiente, l'expérience de l'équipe thérapeutique, et les complications d'une thérapeutique de première ligne (2).

Qu'il soit médical ou chirurgical, le traitement doit être conservateur, sauf en cas d'échappement thérapeutique.

Le traitement médical repose sur le méthotrexate in situ (sous écho ou coelioguidage) ou par voie systémique ou l'association des deux, à la dose de 1 mg/kg. Une injection intra- ovulaire de chlorure de potassium peut également être réalisée (10).

Néanmoins, en de rares occasions, une rupture de la cicatrice et des saignements abondants peut survenir suite à un traitement médical. Par conséquent, l'approche médicale peut être associée à une embolisation bilatérale de l'artère utérine, minimisant ainsi ces complications. Une prise en charge par traitement combiné associant le MTX à l'embolisation des artères utérines puis à l'aspiration curetage au bloc opératoire a donné un taux de succès de 98% vs 9% de complications, selon une analyse de la littérature regroupant 486 cas (4).

Dans une série de 128 patientes traitées par EAU, les auteurs retrouvaient deux facteurs de risque hémorragique associés à des pertes sanguines supérieurs à 500 ml: un âge gestationnel supérieur à 8 SA et une taille de sac gestationnel supérieure à 6 cm (13).

La laparoscopie et la laparotomie peuvent permettre une résection complète de la cicatrice et du tissu trophoblastique (3 et 12). L'hystéroscopie opératoire sous contrôle coelioscopique, permettrait une régression rapide des ß-hcg en moyenne sur un mois.

Un certain nombre de rapports appuient l'alternative chirurgicale, même en présence d'un patient qui ne saigne pas. Cela comprend la laparotomie élective avec excision de la masse. Ces auteurs pensent que même si la récidive est peu probable, la résection de l'ancienne cicatrice et la réalisation d'une nouvelle fermeture utérine peuvent réduire le risque de récidive. De plus, si aucune complication ne survient, la période de suivi semble être plus courte par rapport aux options de traitement médical (11).

Chez notre patiente nous avons opté pour un premier traitement, médical, associant du méthotrexate en intra musculaire avec embolisation des artères utérines suivi d'un traitement chirurgical avec excision de la masse, par laparotomie. Cette décision a été motivée par la persistance des saignements malgré l'embolisation, l'âge gestationnel et la taille de la masse supérieure à 6 cm. Les suites opératoires étaient simples. A un mois de la chirurgie, la patiente a eu à nouveau ses règles, avec, au contrôle échographique, une cicatrice de bonne qualité.

4 CONCLUSION

La grossesse sur cicatrice de césarienne est une complication rare, mais dont l'incidence a augmentée ces dix dernières années. Le diagnostic est porté par l'échographie pelvienne qui doit être faite tôt dans la grossesse. L'intérêt d'un diagnostic précoce réside dans la possibilité de choisir une thérapeutique adaptée en fonction du contexte clinique, des données radiologiques, du plateau technique et du désir de la patiente. La prise en charge de ces patientes nécessite un plateau technique équipé d'un service de radiologie interventionnelle. Néanmoins, cette technique conservatrice n'est pas sans risque d'échec et reste plus indiquée dans les cas de saignements massifs.

REFERENCES

[1] Maymon, R., Halperin, R., Mendlovic, S., Schneider, D., Herman, A. (2004). Ectopic pregnancies in Caesarean section scars: the 8 year experience of one medical centre. Human Reproduction, 19 (2): 278–284.

[2] Belinga Etienne, Mbo Amvene Jérémie, Hanen Chatour, Ali El Housseini, Voulgaroupoulos Michel, Dauptain Gilles, Cordesse Alain, Nko'o Amvene Samuel. Grossesse sur Cicatrice de Césarienne: Apport de L'échographie dans le Diagnostic et la Prise en Charge. 2014.

[3] K.-M. SEOW, L.-W. HUANG, Y.-H. LIN, M. YAN-SHENG LIN, Y.-L. TSAI and J.-L. HWANG. Cesarean scar pregnancy: issues in management, 23: 247 – 253.

[4] J. Le Gall, A. Fichez, G. Lamblin, C.A. Philip, C. Huissoud. Grossesse sur cicatrice de césarienne: traitement combiné avec embolisation des artères utérines avant procédure chirurgicale.

[5] Damarey I, Durant-Reville M, Robert Y et Leroy JL. Fait clinique diagnostic d'une grossesse ectopique sur cicatrice de césarienne. J Radiol. 1999; 80: 44.

[6] Moschos E, Twickler DM. First trimester diagnosis of cesarean scar ectopic pregnancy. J clin ultrasound. 2008; 36: 504-11.

[7] Vial Y, Petignat P, Hohlfeld P. Pregnancy in a cesarean scar. Ultrasound Obstet Gynecol. 2000; 16: 592-3.

[8] Herman A, Weinraub Z, Avrech O, Maymon R, Ron-El R and Bukovsky Y (1995) Follow up and outcome of isthmic pregnancy located in a previouscaesarean section scar. Br J Obstet Gynecol 102,839±841.

[9] Nawroth F, Foth D, Wilhelm L, Schmidt T, Warm M, Römer T. Conservative treatment of ectopic pregnancy in a cesarean section scar with methotrexate: a case report. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2001 Nov; 99 (1): 135-7.

[10] Salomon LJ., Fernandez H, Chauveaud A, Doumerc S, Frydman R. Successful management of a heterotopic Caesarean scar pregnancy: potassium chloride injection with preservation of the intrauterine gestation: Case report.Hum Reprod.2003; 18: 189-91.

[11] Rampen, 1997; Vialet al., 2000; Seowet al., 2001; Fylstra, 2002; Fylstraet al., 2002.

[12] Chetty M, Elson J. Treating non-tubal ectopic pregnancy. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol. 2009; 23: 529-38.

[13] Wang J-H, Qian Z-D, Zhuang Y-L, Du Y-J, Zhu L-H, Huang L-L. Risk factors for intraoperative hemorrhage at evacuation of a cesarean scar pregnancy fol- lowing uterine artery embolization. Int J Gynaecol Obstet 2013; 123 (3): 240–3.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 882-905
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les déterminants de l'accès à l'eau potable en milieu rural au Burkina Faso: Cas de la commune rurale de SAABA

[The determinants of access to drinking water in rural areas in Burkina Faso: Case of the rural commune of SAABA]

Samuel YONKEU[1] and Finlé BITIE[2]

[1]Professeur titulaire en environnement, enseignant à l'Université Aube Nouvelle, Burkina Faso

[2]Doctorant en environnement à l'Université Aube Nouvelle, Burkina Faso

Copyright © 2023 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: Water, a natural resource whose usefulness no longer needs to be demonstrated, is currently at the center of debate. Drinking water is a key determinant of household well-being. This is the reason why the value of water and its contribution to human well-being enjoy particular recognition. The objective of this article is to analyze the determinants of access to drinking water in rural areas in Burkina Faso. The research methodology used is quantitative. Data was collected through a questionnaire sent to 284 households in the rural commune of Saaba. From the analysis of this data, it appears that most households store their drinking water for a long period, the distances traveled to have access to a source of drinking water is long, the bad habits which consist of obtaining water in non-potable sources remain relevant. The estimation of the Heckman selection model yielded the following results. Indeed, the sex and age of the head of household, the income of the household, its size, the level of education of the head of household, the taste of the water, the location of the water source, the reliability of the source, the number of children in the household, are the main determinants of adequate access to drinking water in rural areas in Burkina Faso.

KEYWORDS: Water, drinking, environment, rural, Burkina Faso, municipality, SAABA.

RESUME: L'eau est une ressource naturelle dont l'utilité n'est plus à démontrer, est présentement au centre des débats. L'eau potable est un déterminant clé du bien-être des ménages. C'est la raison pour laquelle la valeur de l'eau et son concours au bien-être des hommes jouissent d'une reconnaissance particulière. L'objectif de cet article est d'analyser les déterminant de l'accès à l'eau potable en milieu rural au Burkina Faso. La méthodologie de recherche utilisée est quantitative. Les données ont été collectées grâce un questionnaire adressé à 284 ménages dans la commune rurale de Saaba. De l'analyse de ces données, il ressort que la plupart des ménages stockent leur eau de boisson pendant une longue période, les distances parcourues pour avoir accès à une source d'eau potable est longue, les mauvaises habitudes qui consistant à s'approvisionner dans les sources non potables demeurent d'actualité. L'estimation du modèle de sélection de Heckman a permis d'avoir des résultats suivants. En effet, le sexe et l'âge du chef de ménage, le revenu du ménage, sa taille, le niveau d'instruction du chef de ménage, le goût de l'eau, l'emplacement de la source d'eau, la fiabilité de la source, le nombre d'enfant dans le ménage, sont les principaux déterminants d'un accès adéquat en eau potable en milieu rural au Burkina Faso.

MOTS-CLEFS: Eau, potable, milieu, rural, Burkina Faso, commune, SAABA.

1 INTRODUCTION GENERALE

L'eau est un bien indispensable à l'existence de l'homme. C'est pourquoi il a été assimilé par la communauté internationale à un droit de l'homme (UNESCO, 2003). Malgré ce rôle fondamental de l'eau pour l'homme, il y a encore dans le monde 1,1 milliard de personnes, soit 17 % de la population mondiale, qui n'ont pas encore accès à l'eau potable (OMS, 2006). Ce qui n'est pas sens conséquence sur leur santé. Au regard de l'importance qu'a l'accès adéquat à l'eau potable sur le bien-être des ménages, L'on peut comprendre pourquoi l'OMS l'a considéré comme

Corresponding Author: Samuel YONKEU

le septième des huit Objectifs du millénaire pour le développement (OMD) (Lewis et al., 2005). Le manque d'accès adéquat en eau potable représente un défi majeur pour des centaines de milliers de personnes qui vivent principalement en milieu rural dans les pays en développement, où la majorité réside dans des zones dépourvus de systèmes d'approvisionnement adéquats en eau potable, ils s'approvisionnent principalement auprès des sources traditionnelles (Herischen et al. 2002; Chapitaux et al. 2002; UNWater WWAP, 2006). Cette question d'accès inadéquat en eau potable affecte principalement les femmes et les enfants qui sont soumis à la corvée eau et donc affecte négativement les rendements des enfants à l'école, pour ceux qui ont la chance d'y aller. Pour les autres, ils sont gardés à la maison pour cette corvée. Quant aux femmes, cette corvée les empêche de développer des activités génératrices de revenu en raison du long temps de la collecte. Cette difficulté liée à l'accès à l'eau potable affecte négativement la quantité d'eau consommée. Ainsi, une consommation accrue d'eau potable par les ménages pauvres diminuerait, de façon significative, la prévalence des maladies hydriques telles que les diarrhées. Elle contribuerait, de ce fait, à la réalisation du quatrième OMD visant la baisse, de deux tiers, de la mortalité des enfants de moins de cinq ans. Il se dégage alors une relation positive entre l'accès à l'eau potable et réduction de la pauvreté. En effet, les ménages pauvres qui ont accès à un branchement domicilié, consomment plus d'eau potable par rapport à leur situation antérieure et dépensent moins dans les dépenses de santé ainsi que dans l'achat d'eau. Compte tenu des liens de cause à effet entre le bien être et l'accès à l'eau potable; l'accès aux infrastructures d'AEP se présente comme un important facteur d'amélioration du bien-être des ménages et de lutte contre la pauvreté. Le présent article s'inscrit dans la ligne des recherches sur la compréhension des principaux déterminants de la demande en eau potable des ménages en milieu rural. Il s'appuie sur des données relatives l'accès à l'eau potable et la consommation d'eau des ménages dans la commune rurale de Saaba. Le Burkina Faso, pays sahélien d'Afrique subsaharienne couvrant une superficie de 274 200 km2, l'eau potable est produite et distribuée par l'ONEA. Le pays est marqué par une forte inégalité en termes de desserte en eau. En effet, les branchements privés représentent le principal mode d'approvisionnement en eau des ménages en zone urbaine. Les zones rurales en sont majoritairement dépourvues à l'exception de quelques zones, ces zones disposent de bornes fontaines et des forages et de quelques rares puits encore fonctionnels. De par sa proximité géographique, du fait de la saturation et de la pression démographique que connaît la ville de Ouagadougou, la commune de Saaba subit des pressions de populations qui viennent s'installer pour y exploiter les ressources naturelles ou pour trouver des parcelles d'habitation à moindre coûts par rapport à la capitale. Ce phénomène n'est pas prêt de s'arrêter avec la population de la capitale qui ne cesse de s'accroître de façon galopante. Il faut noter que cet état de fait entraine une migration de la population autochtone vers une « nouvelle périphérie » où elle s'installe dans des habitats spontanés en attendant éventuellement un autre lotissement. Il reste également à souligner que ces sites précaires génèrent leurs propres risques sanitaires. Cette augmentation de la population entraine une forte pression sur les services sociaux de base et particulièrement sur les ressources en eau (PCD de Saaba, 2008). En effet En effet, dans les villages de la commune rurale de Saaba, l'on dénombre 191 personnes pour un AEP et environ 91,73% de la population mettent plus de 30 minutes pour se rendre à une source d'eau potable. (Plan de développement communal de Saaba, 2008). Cette situation va conduire plusieurs ménages à se rabattre sur les eaux des puits traditionnels ce qui n'est pas sans conséquence sur leur santé. Face à une telle situation, rendre l'eau potable accessible à tous les ménages ruraux devient une priorité. Le choix de la commune de Saaba se justifie d'une part par sa proximité de Ouagadougou et d'autre part, par le fait que le transport de l'eau du barrage de Ziga passe par dans certains villages de la commune. De ce fait les ménages de cette localité ne devraient pas souffrir de problème de manque d'eau potable. Mais la réalité en est pourtant tout autre dans la zone. La présente étude à pour objectif d'analyser les déterminants de l'accès à l'eau potable dans la commune rurale de saaba.

2 METHODE ET MATERIELS

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE

La zone d'étude couvre neuf (09) villages situés dans la commune rurale de Saaba, qui compte vingt-trois (23) villages administratifs, notre zone d'étude représente donc 39%. Ces villages sont composés d'une zone aménagée (lotie) et un non aménagé (non lotie). Aussi une frange des ménages est constituée de travailleurs exerçant dans la capitale.

2.1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

D'une superficie de 446 $km^{2,}$ la commune de Saaba est l'une des six (06) communes rurales de la région du centre. La commune qui compte vingt-trois (23) villages administratifs est limitée à l'Ouest par la commune d'Ouagadougou, au Sud et au sud-est par la commune de Koubri, à l'Est par la commune de Nagréongo et au Nord par les communes de Loumbila et Ziniaré. Sa population serait estimée à 81819 habitants en 2013 soit 4,26% de la population de la région du centre (PCD Saaba, 2008). Située à l'est de la commune urbaine de Ouagadougou, Saaba est une commune rurale dont la population a connu une évolution importante ces dernières années. De 66591 habitants en 2008 sa population est estimée avec un taux d'accroissement de 3,99 % à 81819 habitants en 2013 avec une forte communauté provenant de quartiers limitrophes de Ouagadougou ou de travailleurs ayant acquis des parcelles et bâti des maisons d'habitation. (PCD Saaba, 2008). De par sa proximité géographique, du fait de la saturation et de la pression démographique que connaît la ville de Ouagadougou, la commune de Saaba subit des pressions de populations qui viennent s'installer pour y exploiter les ressources naturelles ou pour trouver des parcelles d'habitation à moindre coûts par rapport à la capitale. Ce phénomène n'est pas prêt de s'arrêter avec la population de la capitale qui ne cesse de s'accroître de façon galopante. Il faut noter que cet état de fait entraine une migration de la population autochtone vers une «nouvelle périphérie» où elle s'installe

dans des habitats spontanés en attendant éventuellement un autre lotissement. Il reste également à souligner que ces sites urbains précaires génèrent leurs propres risques sanitaires. Cette augmentation de la population entraine une forte pression sur les services sociaux de base et particulièrement sur les ressources en eau (PCD Saaba, 2008).

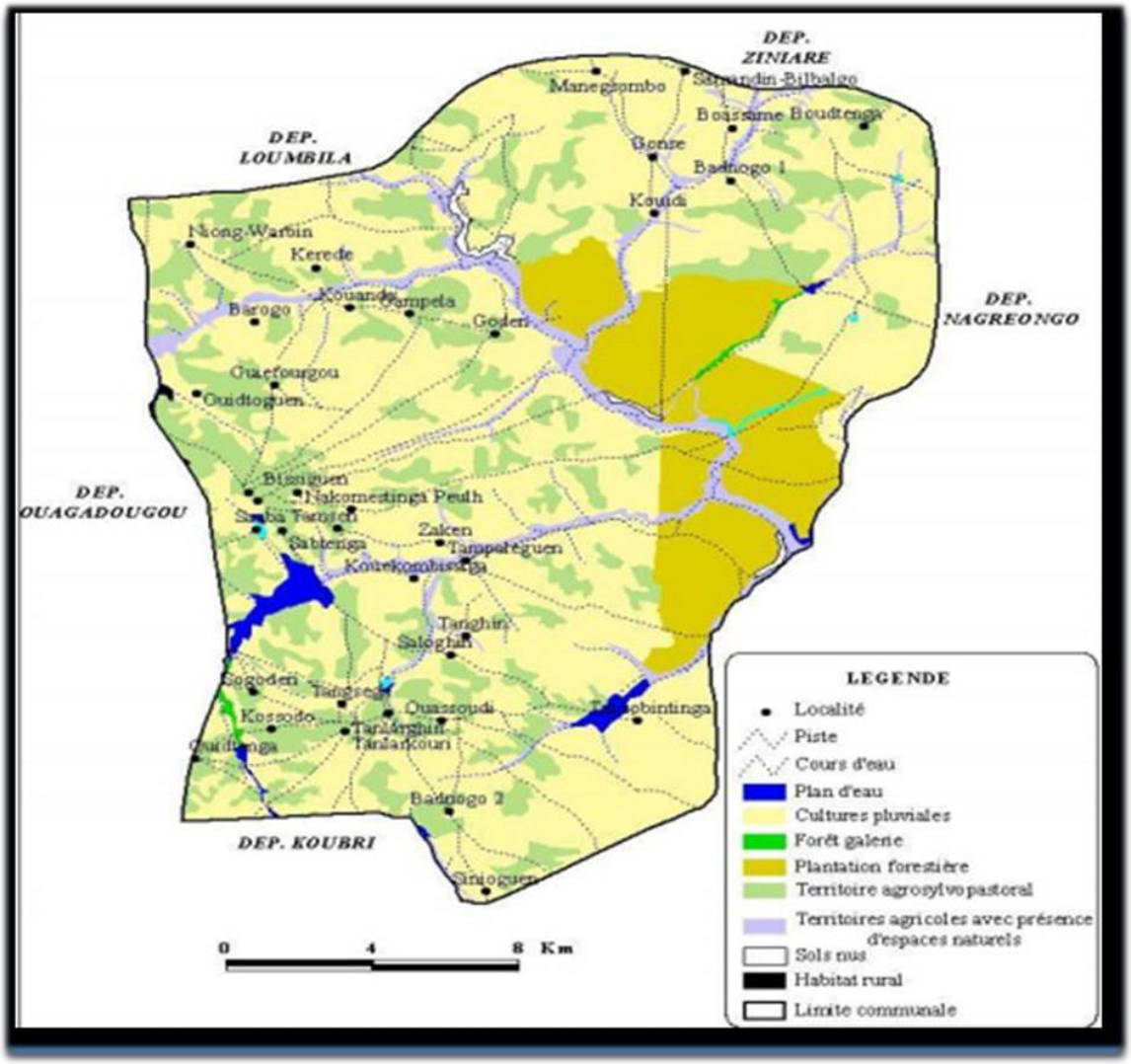


Fig. 1. Localisation géographique de la commune rurale de Saaba

Source: PCD de Saaba, 2008.

2.1.2 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique de la Commune fait partie du bassin versant du Nakambé et se caractérise par des cours d'eau temporaires au régime lié à celui de la pluviométrie. Le cours d'eau le plus important est le Massili. Il est aujourd'hui en proie à un ensablement continue et à une pollution due aux déchets toxiques de l'industrie manufacturière localisé dans la zone industrielle de Ouagadougou. Des aménagements ont été faits sur certains affluents en vue d'améliorer la disponibilité de l'eau notamment pour les activités de production. Il s'agit des barrages et retenues d'eau de Tensobintenga, Tanghin (digue actuellement endommagée), de Kaongo (à cheval entre Saaba et Tanghin), Koala, Komkaga et Gonsé (PCD de Saaba, 2008).

2.1.3 L'ACCÈS À L'EAU POTABLE

L'approvisionnement en eau potable des populations de la Commune est assuré à la fois par un ensemble de points d'eau modernes (forages et puits modernes) et par un système d'approvisionnement en eau potable (AEP) classique fourni par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA). Toutefois, l'accès aux équipements d'approvisionnement reste relativement difficile. Cela est lié à une mauvaise

répartition et aux pannes récurrentes. Cette situation expose certaines populations à des risques de maladies à travers la consommation d'eau de puits traditionnels qui présentent des conditions d'hygiène et de sécurité précaires (PCD de Saaba, 2008). Du point de vu assainissement, il est important de souligner qu'à Saaba, le système d'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées n'a pas suivi le pas des lotissements. Quant à la gestion des eaux usées et des déchets solides, la situation est préoccupante. Les résultats de l'étude PCD-AEPA de la commune indiquent qu'environ 32% seulement des ménages ont accès aux latrines. Cette situation prévaut aussi bien dans les zones loties de la commune que dans les zones non loties et villages, où les personnes qui n'ont pas de latrines ont recourt à la nature. En milieu loti où les espaces vides sont en réduction, il se pose un véritable problème d'hygiène. (PCD de Saaba, 2008). Dans la commune rurale de Saaba 70,2% des ménages s'approvisionnement à l'eau de forage, 23,8% s'approvisionnent aux bornes fontaines et 6% à l'eau de puits. Les populations s'approvisionnant à l'eau de puits sont situées dans la zone lotie mais le font en cas de pénurie d'eau. Certaines populations situées dans la zone non lotie vont à la zone lotie pour s'approvisionner en eau à la borne fontaine la plus proche. Cela est dû au fait que les débits au niveau du forage sont souvent faibles et le pompage très pénible ou que l'eau du forage présente un dépôt rougeâtre après prélèvement pour transporter l'eau. La majorité des ménages (87.5%) utilise des bidons de 20 litres pour le transport de l'eau contre 14.3% qui utilise de barriques de 200 litres.

2.1.4 LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU BOISSON

Les sources d'approvisionnement en eau de boisson disponibles dans la zone d'étude sont: les puits (puits à grand diamètre et les puits traditionnels), les infrastructures d'adduction en eau potable (AEP) (forages hydrauliques pompe à motricité humaine) et les marigots.

2.2 MÉTHODE ET OUTILS

2.2.1 COLLECTE DE DONNÉES

Les problèmes d'eau potable se posent à presque tous les habitants des villages de la commune rurale de Saaba qui utilise comme eau de consommation l'eau venant des sources d'eau traditionnelle (puits mare, rivière, cours d'eau, eau de pluie, etc.). Les données utilisées dans cette étude sont essentiellement des données primaires. Notre objectif principal étant d'analyser les déterminants liés à un accès à l'eau, nous avons eu recours à la MEC.

2.2.1.1 DONNÉES PRIMAIRES

Les données primaires sont obtenues à partir de deux sources. Il s'agit des enquêtes individuelles auprès des ménages et les entretiens réalisés auprès des personnes ressources. L'outil utilisé pour la collecte de ces données est essentiellement le questionnaire.

2.2.1.1.1 LE QUESTIONNAIRE

Notre questionnaire est composé à la fois des questions fermées et des questions ouvertes. Il sera adressé à la population résidante en particulier les chefs de ménage. Il nous permettra de déceler les déterminants d'un accès adéquat à l'eau potable dans la commune rurale de Saaba. Ainsi, il pourra pallier les insuffisances de l'entretien. Celui-ci est organisé en quatre grandes parties. La première consiste en l'analyse des caractéristiques générales de la population interrogée, telles que la composition du ménage, l'ethnie, la scolarité des membres du ménage, etc. La deuxième partie concerne les caractéristiques économiques du ménage (sources de revenu, les dépenses). Enfin, la dernière partie du questionnaire cherche à nous fournir toutes les informations nécessaires liées au point d'eau en lui-même (temps de collecte de l'eau, type de point d'eau, impact du point d'eau).

Enfin la quatrième et dernière partie est destinée à recueillir les données pour la mise en œuvre de la MEC. A cet effet, la question fondamentale a été libellée comme suit: « *Supposons qu'il est envisagé la construction dans votre village une infrastructure d'AEP qui permettra à chaque ménage de disposer d'eau potable à proximité. Seriez-vous prêts à payer pour participer à ce programme ».*

La personne qui répond « OUI » se voit proposer différents montants au choix.

Pour analyser les données, nous allons utiliser une analyse descriptive, complétée par une analyse économétrique.

2.2.2 OUTILS DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour la réalisation de notre étude, un questionnaire a été élaboré et administré à 284 ménages choisis de façon aléatoire et dont les caractéristiques socio-économiques ainsi que les modalités d'accès à l'eau ont été notées. Les données recueillies ont été traitées au niveau statistique avec le logiciel Microsoft Excel 2013 et le logiciel SPSS stats 20; les données collectées ont été saisies dans le logiciel SPSS stats 20 puis transférées dans le logiciel STATA12 à l'aide du logiciel STAT transfert. Pour le traitement économétrique nous avons utilisé le logiciel STATA 12. Pour la réalisation de cette étude une fiche d'enquête a servi à la collecte des données dans les ménages.

2.2.3 ECHANTILLONNAGE ET ORGANISATION DE L'ENQUÊTE

Il faut également ajouter que l'administration de notre questionnaire C'est fait selon un tirage aléatoire et sans remise.

2.2.3.1 ORGANISATION DE L'ENQUÊTE

L'enquête s'est déroulée sur deux jours, plus précisément les 02 et 03 septembre 2020. Avant la phase de l'enquête, nous avons organisé une pré-enquête. Cette phase nous a permis d'identifier les insuffisances de notre questionnaire. Ainsi certaines questions ont été reformulées, d'autres supprimées. Il faut aussi noter l'ajout de nouvelles questions. Tout ce travail a été fait pour prendre en compte les réalités de ces villages sur la question de l'accès à l'eau potable. De même, la phase de pré-entretien nous a permis de revoir à la baisse le nombre de question, car certaines questions se répétaient. Pour permettre l'adhésion des villageois à notre projet et éviter d'être vu comme des intrus dans les villages, nous avons organisé une rencontre avec les chefs des différents villages en vue d'expliquer le travail que nous aurons à faire dans leur village afin de permettre la collaboration et la coopération des villageois. Le questionnaire a été administré par des enquêteurs recrutés à cet effet. Quant à l'entretien, nous l'avons fait nous même avec l'aide d'interprète. Il faut noter que dans le souci d'avoir des données fiables, nous avons organisé une séance de formation des agents enquêteurs. L'objectif que nous avons recherché à travers cette formation était de permettre aux enquêteurs de s'approprier le questionnaire afin de pouvoir mieux l'administrer. Il faut également préciser que les enquêteurs retenus avaient la licence au moins. Nous avons fait ce choix dans l'objectif d'avoir un travail bien fait.

2.2.3.2 ÉCHANTILLONNAGE

Concernant l'échantillonnage, ne pouvant réaliser une enquête exhaustive, faute de moyens financiers, nous avons défini un échantillon de personnes à interroger. Trois facteurs déterminent la taille de l'échantillon pour une enquête faite dans la population: la prévalence estimative de la variable étudiée (l'accès à l'eau du réseau dans notre cas), le niveau de confiance et la marge d'erreur acceptable. La taille de l'échantillon est définie suivant l'équation statistique suivante (Dagnelie, 1998):

Avec: **N**= taille d'échantillon requise; **T**= niveau de confiance à 95 % (valeur type de 1,96); **P**= proportion des ménages de la commune rurale de Saaba ayant accès à l'eau potable (70,2% selon l'EMC 2014) et M= marge d'erreur à 3,85 % (valeur type de 0,0385).

Ainsi, la taille de notre échantillon est de 284 ménages. Le total des ménages à enquêter dans chacun des neufs villages s'est fait proportionnellement (poids) à l'effectif des ménages et se présente comme suit dans le tableau 2 ci-dessous:

N = taille d'échantillon requis
Nv = nombre de ménages à enquêter par village
Pi = poids du village i dans la zone d'étude
Ni = Nombre de ménages dans le village i

Tableau 1. Répartition des ménages à enquêter par village

N°	Village	Ni	(Pi)	Nv
1	Gonsé	602	12%	*34*
2	Tansobentinga	921	18%	*52*
3	Koala n°1	425	8%	*24*
4	Tanlarghin	602	12%	*34*
5	Koala n°2	354	7%	*20*
6	Komkaga	443	9%	*25*
7	Koala n°3	496	10%	*28*
8	Tanghin	567	11%	*32*
9	Badnogo 2	602	12%	*34*
	Effectif total	**5011**	**100%**	**284**

Source: par l'auteur, Mai 2020

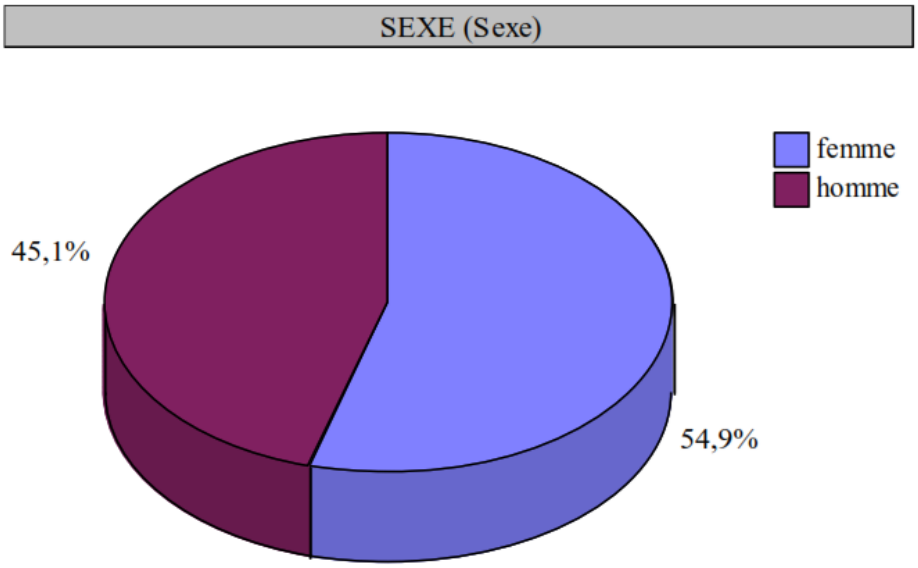
3 RESULTATS DE L'ETUDE

Les résultats de cette étude sont scindés en deux grandes parties. D'une part les résultats statistiques et d'autres par les résultats économétriques

3.1 RÉSULTATS STATISTIQUES

3.1.1 LE SEXE DU CHEF DE MÉNAGE

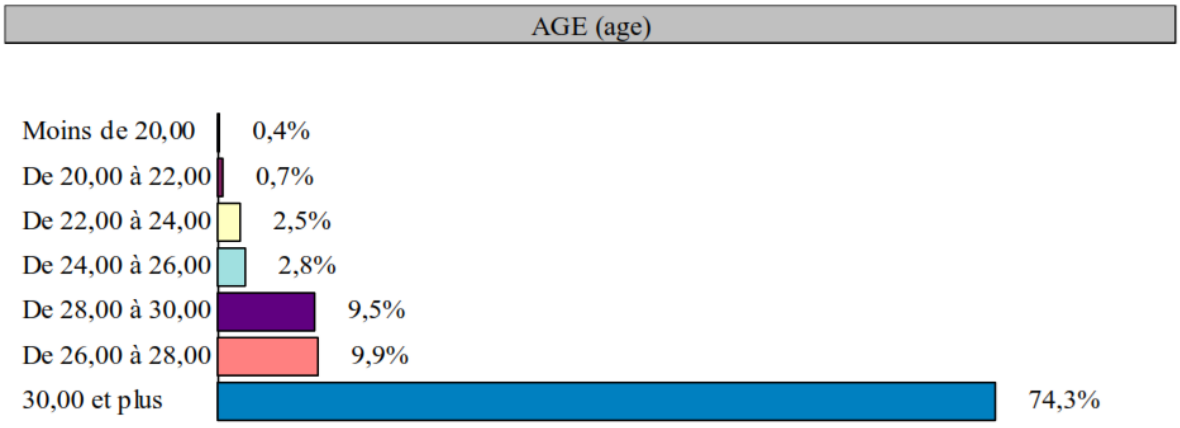
Le graphique 1 ci-après montre une représentativité presque identique dans les deux sexes, avec une légère dominance du sexe féminin, 54,9% de cas contre 45,1% de sexe masculin. Cette prédominance des femmes est conforme à celle observée au niveau national. En effet, au Burkina-Faso, le RGPH a révélé un rapport de masculinité de 100 hommes pour 56 femmes pour la population rurale (INSD, 2003), ce qui est assez similaire à nos données. Nos résultats convergent vers celui de Nassartebaye (2011), selon lequel la représentativité est approximativement proportionnelle dans les deux sexes en zone périurbaine de Niger. Elle est respectivement de 50,8% et 49,2% chez les sujets de sexes féminin et masculin.



Graphique 1: Répartition des enquêtés selon le sexe

3.1.2 L'AGE DU CHEF DE MÉNAGE

La répartition de l'échantillon selon l'âge des enquêtés (graphique 2) révèle que l'âge le plus représenté est celui des plus de 30 ans, avec 74,3%. La moins représentée est celle des moins de 20 ans (0,4%). La tranche de 20 à 22 ans est également sous-représentée. De façon générale, on observe des proportions croissantes avec l'avancement en âge. Ces résultats ne sont pas en adéquations avec ceux observés au niveau national. En effet, la pyramide des âges du pays, est marquée par une forte croissance démographique, et donc par une population importante de jeunes et des proportions décroissantes avec l'avancement en âge (OECD, 2009). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que notre enquête a été orientée vers les chefs de ménage.



Graphique 2: Répartition de l'échantillon selon l'âge

En moyenne les enquêtés sont âgés de 35,53 ans. L'âge médian est de 34 ans. C'est-à-dire que plus de la moitié des ménages interviewés ont 34 ans ou moins. L'enquêté le moins âgé a 19 ans, et 59 ans pour le plus âgé (tableau 2). Ces résultats se rapprochent de ceux de Kazadi (2012).

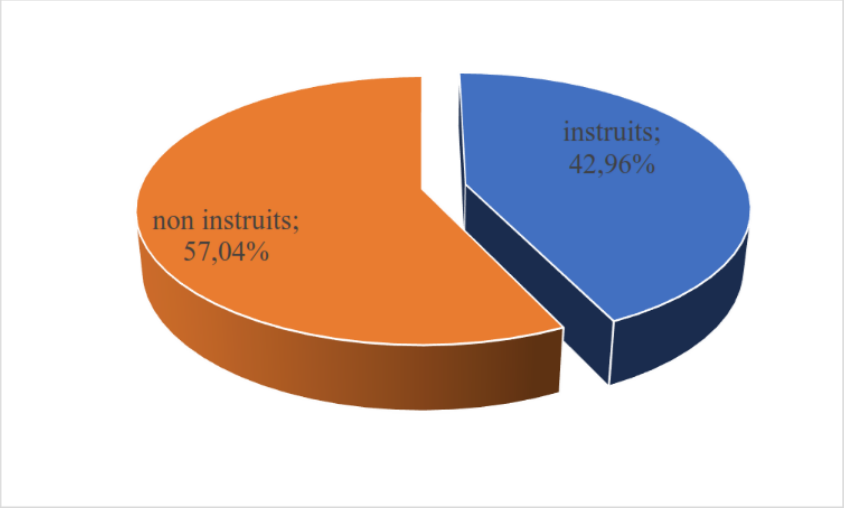
Tableau 2. Tendance des âges de l'échantillon

Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
35,532	34,000	19,000	59,000
Écart type	C.V.	Asymétrie	Ex. aplatissement
8,0006	0,22517	0,57620	-0,13349
Pourc. 5%	Pourc. 95%	Intervalle IQ	Obs. manquantes
25,000	51,000	11,000	0

Source: Données de l'enquête, mai 2020

3.1.3 NIVEAU D'ÉDUCATION DU CHEF DE MÉNAGE

Deux niveaux de scolarité ont été définis à savoir: instruits (=1), et non instruits (=0). La majorité des ménages interviewés, soit 57,04% se retrouvent au niveau 0, c'est-à-dire non instruits. Seuls 42,96 % des personnes enquêtées ont été scolarisé (graphique 7). Ce taux est légèrement supérieur à la moyenne nationale qui est de 31,9% (RGPH, 2019). Cet état de fait peut se justifier par le fait que notre zone d'étude est proche de la ville de Ouagadougou.



Graphique 3: Distribution de l'échantillon selon niveau d'éducation

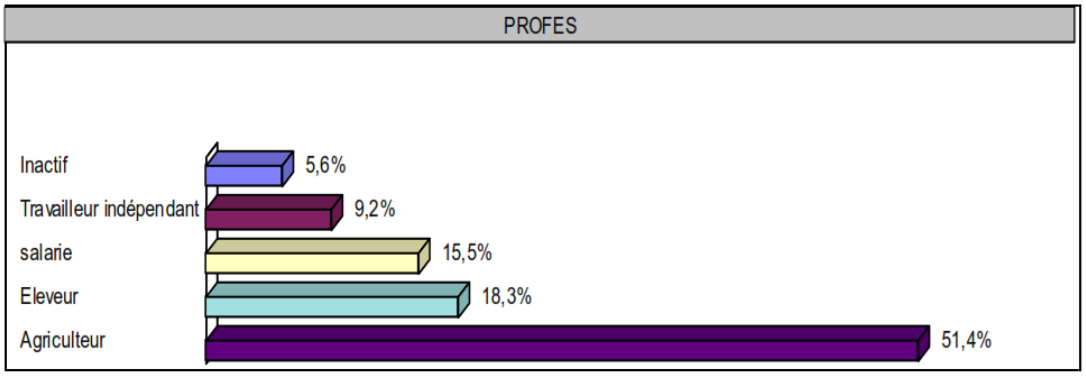
Source: Bitié F., mai 2020

La principale différence à cet égard est la disparité observe intra village. Certains villages connaissaient de bon taux d'éducation élevé tandis que d'autres sont caractérisés par leur faible niveau d'éducation. Par exemple dans le village de Tanlarghin la moitié des sondés est instruit, tandis que dans les villages de Koala 3 et Komkaga seulement un ménage sur trois sondé est instruit. Gonsé se présente comme le village qui connait le plus faible taux d'instruction, avec seulement trois ménages sur huit instruits (32,8%) (Graphique 8). Ces taux observés dans la commune rurale de Saaba sont nettement inférieurs aux estimations au niveau national. En effet, le Burkina Faso présentait en 2010 un taux de scolarisation net en primaire de 60 % (United Nations data, 2016). Les raisons peuvent être multiples: le besoin en main-d'œuvre pour les travaux agricoles et la corvée eau, l'éloignement des écoles, couplé au nombre de places disponibles dans les écoles les plus proches, et le manque de ressources financières du ménage.

3.1.4 NIVEAU D'ÉDUCATION DU CHEF DE MÉNAGE

PROFESSION

A Saaba rural, la majorité des ménages sont actifs, En effet, plus de la moitié des ménages interviewés, exerçait une activité agricole (graphique 9). Seul 5,6% des sondés sont inactifs. L'économie de la commune de Saaba est dominée par les activités agricoles et pastorales qui constituent les principales activités. L'élevage avec 18,3%) est la deuxième activité pratiquée dans la commune loin derrière l'agriculture (51,4%). On enregistre également certains ménages qui exercent en tant que travailleurs indépendants (9,2%), salariés (15,5%) constitué pour la plus part d'instituteurs et d'infirmiers. Ces résultats sont adéquations avec ceux observés au niveau national. En effet, au Burkina Faso plus de 80% de la population a pour activité principale l'agriculture (INSD, 2019)

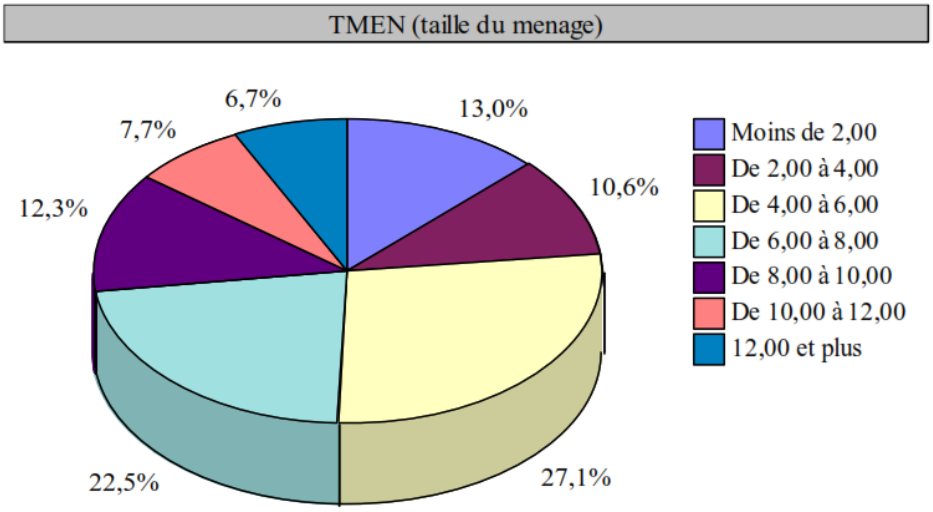


Graphique 4: Pourcentage des ménages selon l'activité principale

Source: Bitié F., mai 2020

3.1.5 TAILLE DU MÉNAGE ET NOMBRE D'ENFANTS

Il ressort du graphique 10 que les tailles de ménages compris entre 4 et 6; 6 et 8; dominent avec respectivement des taux de 27,1%, et 22,5% suivi des ménages de moins de 2 membres et de ceux dont la taille est comprise entre 8 et 10 avec respectivement des taux de 13%, 12,3%. Les ménages de plus de 12 membres sont faiblement représentés avec une proportion de 6,7%.

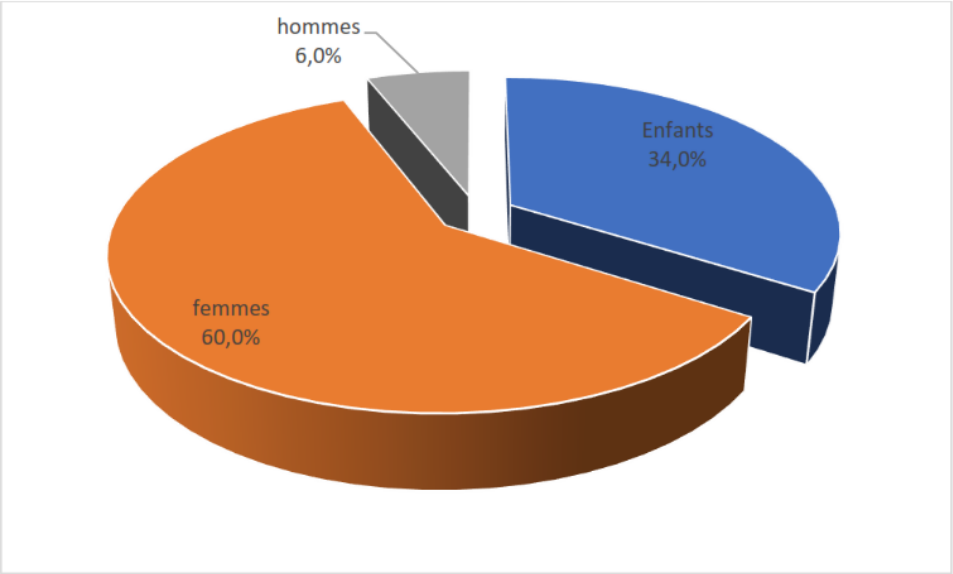


Graphique 5: Nombre de membres du ménage

Source: Bitié F., mai 2020

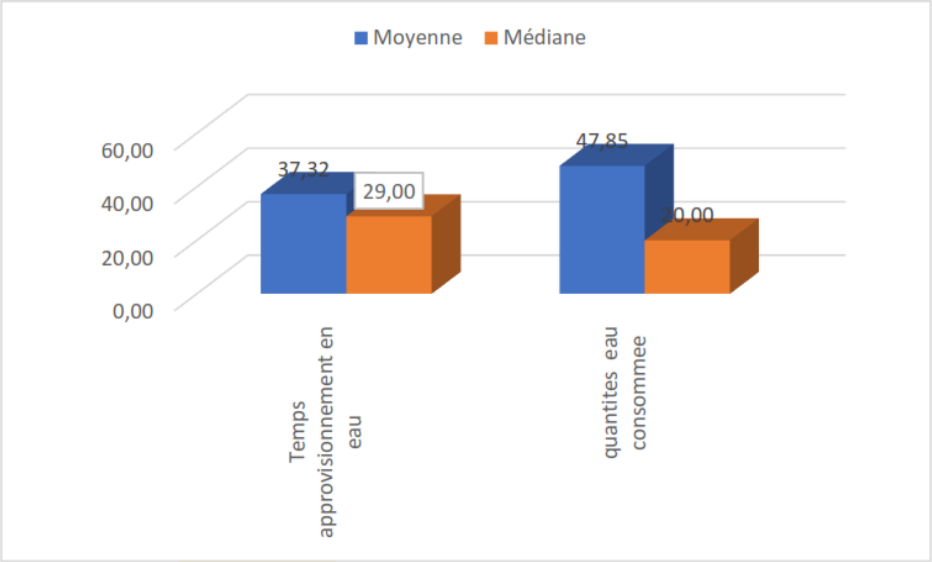
3.1.6 MODES D'APPROVISIONNEMENT D'EAU

Les résultats de l'enquête (Graphique 19) montrent que seulement un ménage sur quatre (23,9%) s'approvisionne à l'eau de forage contre 14,4% s'approvisionnant aux bornes fontaines. Le reste (33,5%) a recourt eux aux sources traditionnelles, eau utilisée principalement pour la cuisine, la boisson, la douche, la vaisselle et la lessive. Nos résultats convergent vers ceux obtenus par la Banque Mondiale (Water Research Team, 1995). Il ressort également que certains ménages face au déficit en eau potable (éloignement, insuffisance des Sources d'AEP, etc.) se rendent dans les zones dotées pour s'approvisionner en eau potable. Nous pensons comme Vézina (1992) qui dans son étude réalisée dans le Cercle de Douentza au Mali à montrer qu'en deçà de 250 mètres, certains ménages se rabattent sur les sources d'approvisionnement modernes; situées dans d'autres cercles. Selon lui, une des raisons est le faible débit des forages et du pompage très pénible ou la qualité de l'eau (goût, couleur) et de l'éloignement des sources d'AEP présentes dans leur environnement ou sources. Nos résultats ont révélé également que les récipients utilisés pour transporter l'eau domestique sont des bidons de 20 litres. Les femmes utilisent également des bassines de 35 litres soit près de 30 kg qu'elles portent sur leur tête sur plus d'un kilomètre (km) pendant au moins 3,73mn. Il ressort qu'environ 50,9% des sources d'eau potables se situent entre 500 et 1000m des ménages; contre de 7,4% des sources d'eau situées à moins de 5m (c'est-à-dire les plus proches) avec un taux de 7,4%. En outre on note que seulement 28,2% des points d'eau sont situés plus 500m, distance supérieure aux normes minimales de 500m prescrites par l'OMS. L'éloignement des sources impacte la consommation des ménages, en effet, en moyenne, les ménages interviews consomment 47,85 litres par jour, pour une consommation médiane journalière de 20 litres, c'est-à-dire que près de la moitié des ménages enquêtés consomment environ 20 litres d'eau par jour. La collecte et le transport de l'eau est généralement du ressort des femmes (60%), avec l'aide de leurs enfants (34%) et exceptionnellement des hommes (6%) en général des célibataires ou veufs (graphique 17). Par ailleurs l'eau transportée à la maison s'utilise uniquement pour la cuisine et la boisson; et le reste des usages s'effectue directement à la source; ce qui représente une source de contamination directe pour l'eau et confirmant ainsi la position des 94% des ménages enquêtés qui affirme que l'eau est de mauvaise qualité.



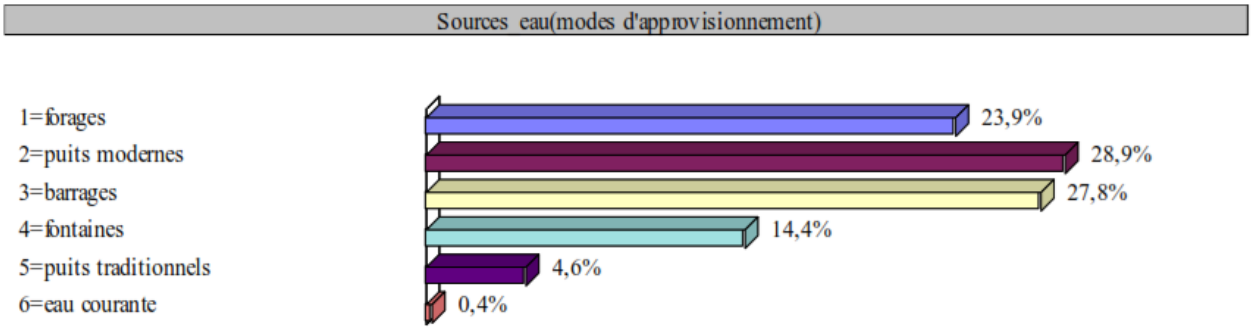
Graphique 6: Responsables corvée eau dans la zone

Source: Bitié F., mai 2020



Graphique 7: Présentation du temps d'approvisionnement et de la quantité d'eau consommé

Source: Bitié F., mai 2020



Graphique 8: Sources d'approvisionnement d'eau

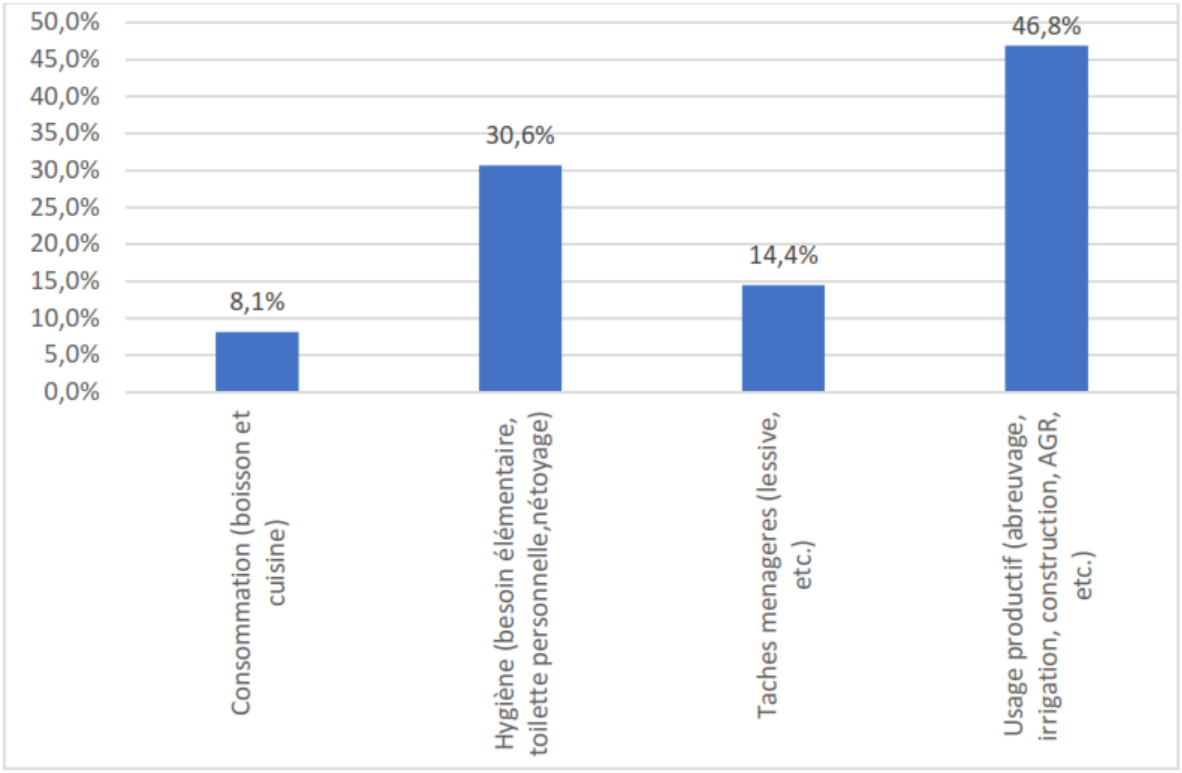
Source: Bitié F., mai 2020

3.1.7 LES USAGES DE L'EAU DANS LA ZONE

Selon l'OMS (2003), il faut environ 20 litres d'eau par personne et par jour pour les besoins d'un ménage rural (hygiène, consommation toilette, cuisine etc.). Les études empiriques (Whit, Bradley, 1972) montres que qu'il possible de subdiviser ses usages en quatre catégories:

- Consommation (boisson, cuisine)
- Hygiène (besoins élémentaires, nettoyage domestique)
- Tâche ménagère (lessive, vaisselle)
- Usage productif (abreuvage, maraîchage, préparation de dolo, beignet, fabrique de beurre de karité etc.)

Selon Thompson et Wood (2001), les deux premiers usages impactent directement la santé alors que le troisième n'a pas d'impact direct sur la santé. Par contre le quatrième influence indirectement la santé à travers son effet sur le revenu. Howard et Bartram, (2003), soulignent qu'une partie de l'eau (2,6 litres) est perdue sous l'effet de la transpiration, l'urine, la défécation. Toujours selon ces mêmes auteurs, dans les pays tropicaux (Afrique subsaharienne), cette perte peut atteindre 5 litres. Nos investigations de terrain quand aux usages de l''eau rejoignent ceux de Bradley et Whit, (1972). En effet, les ménages enquêtés affirment que l'eau prélevée était destinée à quatre types d'usage (Graphique 20). Ainsi il ressort que dans 8,1% des cas, l'eau est destinée à la consommation; 36,6% à l'hygiène; 14,4% aux tâches ménagères enfin dans 46,8% l'eau est utilisée à des fins productives.

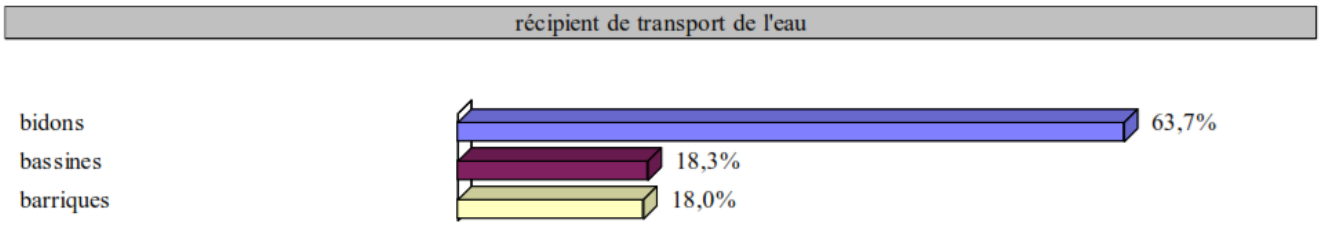


Graphique 9: Usages de l'eau

Source: enquête de terrain, mai 2020

3.1.8 RÉCIPIENT DE TRANSPORT

Selon le Graphique ci-dessous, la majorité des récipients de transport utilisée par les ménages pour transporter l'eau prélevée de la source d'eau jusqu'à leur domicile sont des bidons de 20 litres 63,7% contre 18,0% de barriques de 200l et 18,3% de bassines. Cela peut s'expliquer par le fait que la majorité des ménages enquêtés s'approvisionnent aux forages et qu'il est plus facile de remplir un bidon de 20 l qu'une barrique de 200 l. la photo ci-dessous est un aperçu de quelques récipients de transport. Les sceaux et les bassines ne sont l'apanage que de quelques ménages. Car en générale les seaux et les bassines ne disposent pas de couvercle approprié, de ce fait leur usage comme récipient de transport de l'eau peut conduire à la contamination de l'eau par la poussière, les insectes volants, souvent vecteurs des microorganismes.

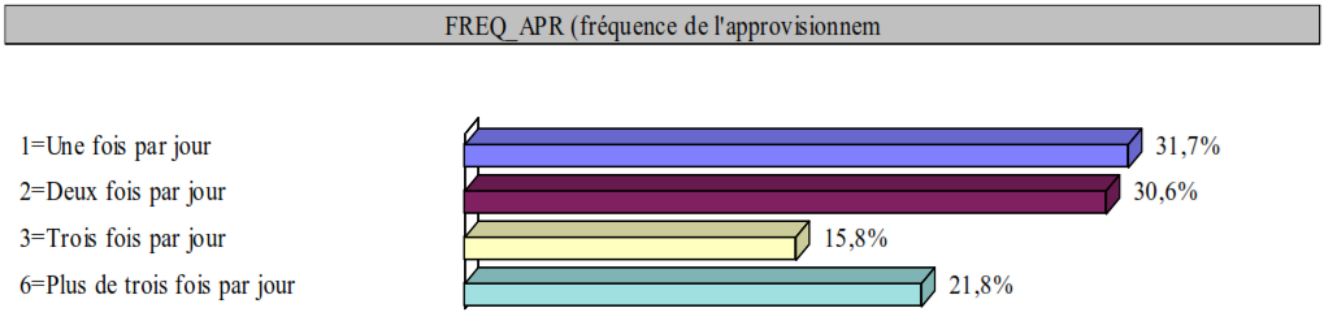


Graphique 10: Récipients de transport de l'eau

3.1.9 FRÉQUENCE D'APPROVISIONNEMENT

Le Graphique 22 ci-après illustre la fréquence d'approvisionnement en eau des dans la commune rurale de Saaba, elle révèle qu'un ménage sur trois (30,6%) s'approvisionnent en eau deux fois par jour, 31,7% de ménages puisent une fois par jour, 15,8% puisent trois fois et 21,8 % puisent plus de trois fois par jour. Nos résultats sont comparables à ceux de Kusi (2013) qui révèlent que 79,9% de la population de la région de Kisangani en R.D.C, puisent leur eau de boisson une fois par jour. La fréquence journalière de puisage d'eau de boisson peut être influence par plusieurs facteurs. Il semble que les ménages qui sont éloignés de point d'eau s'approvisionnent moins en eau de boisson par rapport à ceux,

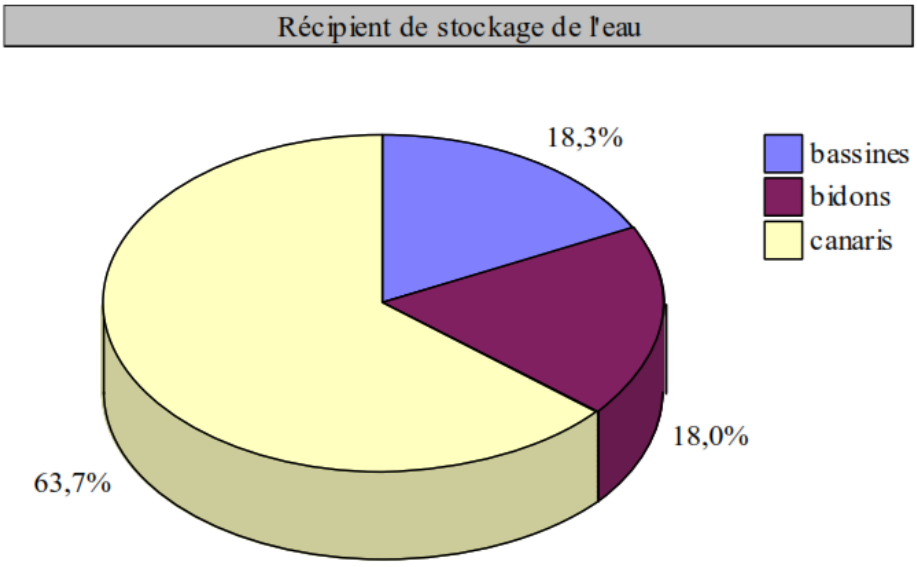
situés non loin du point d'eau. Le nombre de personnes dans le ménage peut avoir aussi un impact direct sur la fréquence de puisage d'eau. Plus il y a de personnes dans le ménage, plus la demande en eau augmente (Feachem, 1984; Lalanne, 2012). Selon les directives de l'OMS (2004), il faut 20 l d'eau par jour et par personne.



Graphique 11: Fréquence d'approvisionnement en eau

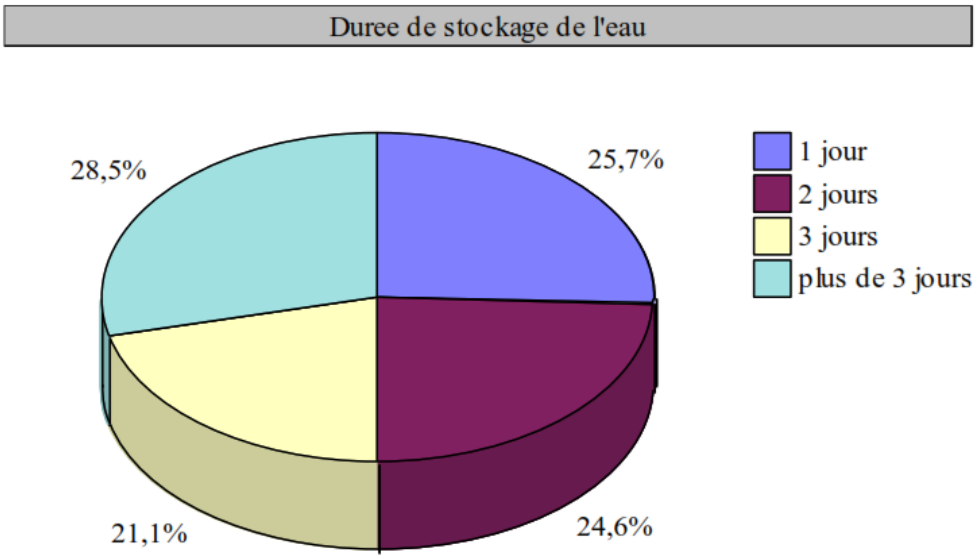
3.1.10 STOCKAGE ET CONDITION DE STOCKAGE

Compte tenu, de la pénibilité de la corvée eau, l'eau une fois puisée est stockée dans divers récipients pour les usages futurs. En effet, tous les ménages enquêtés ont affirmé stocker leur eau. Les récipients utilisés varient peu pour la plupart. En effet 63,7% disent stocker leur eau dans les canaris, contre 18,3% dans des barriques et les reste 18% dans les bassines (Graphique 23).



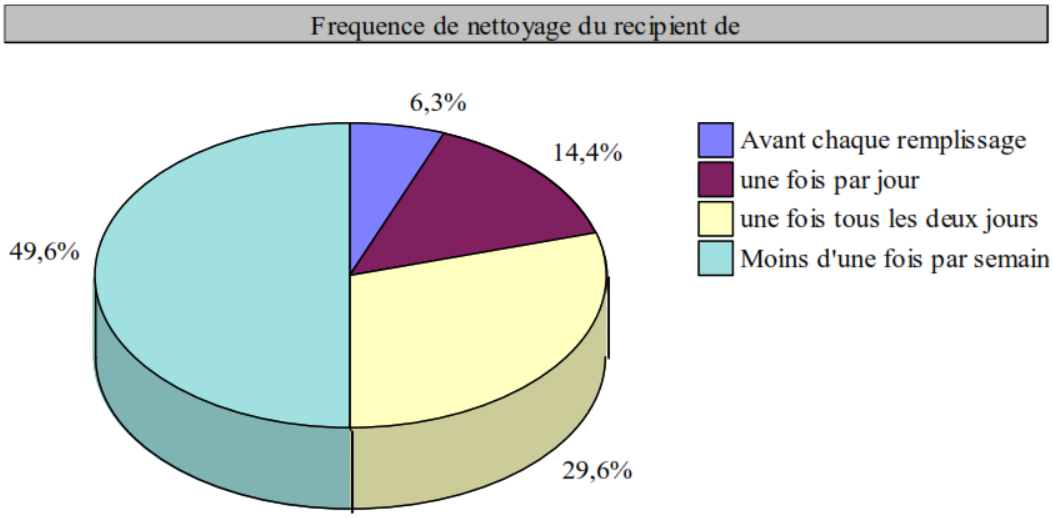
Graphique 12: Récipients de stockage

Selon les ménages les récipients utilisés dépendent selon le cas de l'utilité spécifique de l'eau puisée aux sources d'approvisionnement. La durée de stockage varie d'un ménage à l'eau (Graphique 24).



Graphique 13: Durée de stockage de l'eau

Près de la moitié des ménages (49,6%) stocke l'eau pendant trois jours et plus, contre deux ménages sur sept (24,6%) qui la stockent pendant deux jours, seul un ménage sur quatre stocke l'eau pendant un jour. Au cours de nos enquêtes, il est ressorti que de nombreux ménages ne couvrent pas leur récipient de stockage et certains ne les lavent pas tous les jours. Ils ne les lavent que quand la moisissure apparait au fond du récipient Or, de nombreuses études ont montré qu'il y a lien entre la durée de stockage et la pollution de l'eau. Par exemple en 1988 au Burkina-Faso, une étude commanditée par le Ministère de la Santé a révélé qu'au bout de 18 heures de stockage, tout le récipient de stockage présente un taux moyen des coliformes fécaux supérieur à 22 Unités /100 millilitres. Parallèlement à cette pratique à risques; il ressort en outre que 14,4% des ménages ne lavent les récipients de stockages qu'une fois tous les trois jours (Diop, 1995). En plus, les résultats de nos enquêtes ont révélé que 100% de la population qui s'approvisionne en eau aux sources non aménagées ne traitent pas de l'eau avant de la consommer et de ce fait consomment de l'eau impropre sans traitements préalables tels que l'ébullition. Ceci s'expliquerait par l'ignorance des conséquences qui peuvent en découler telles que les maladies (choléra, typhoïde, dysenterie amibienne, etc.). Les résultats montrent que cette eau (eau des sources non aménagées) devient impropre à la consommation. En effet, la durée de stockage associé au mauvais entretient des récipients de stockage fait que l'eau puisée au niveau d'un point d'eau potable devient une eau contaminée au niveau des ménages. En effet, pour ce qui est de l'entretient des récipients de stockage, il ressort qu'un ménage sur deux ne lave leur récipient de stockage qu'une fois par semaine et seulement 6,3% les lavent avant chaque remplissage contre 29,6% qui les lave une fois tous les deux jours et 14,4%, une fois par jour (graphique 23).



Graphique 14: Fréquence de lavage des récipients de stockage de l'eau

Certains ménages ont affirmé qu'ils ne lavent leur canari que quand la moisissure apparait au fond. Une autre frange des ménages ne couvre quant à elle pas ses récipients de stockage (photo 3).



Photo 1: Vue d'un récipient de stockage non couvert à Saaba

Source: Prise de vue, Bitié F. mai 2020

Ces mauvaises pratiques de gestion de l'eau peuvent expliquer la présence de certaines maladies rencontrées dans la zone telles que la typhoïde, dysenterie amibienne, etc. Une étude mené au Malawi portant sur 400 ménages dans un camp de réfugiés, à l'issu du quel il a été démontré que le seul fait d'utiliser un récipient couvert muni d'un bec diminue considérablement la contamination de l'eau et réduit de 31% le cas de maladies hydriques chez les enfants de moins de 5 ans (OMS, 2007). Comme le montre les différentes photos nous voyons certains ménages couvre le récipient de stockage (photo 6) alors que d'autres ne font pas (photo 5). Dans les deux cas de figure les récipients sont déposés en plein air ce qui augmente le risque de contamination surtout pour les périodes où souffle beaucoup de vent.

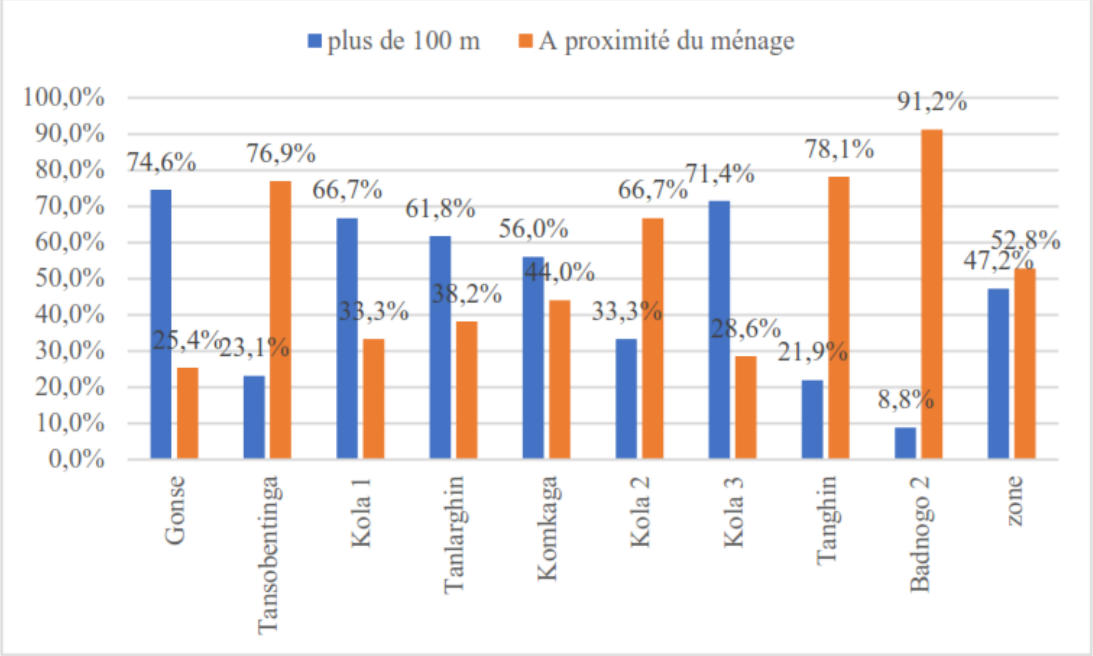


Photo 2: vue d'un récipient de stockage couvert à Saaba

Source: Prise de vue, Bitié F. mai 2020

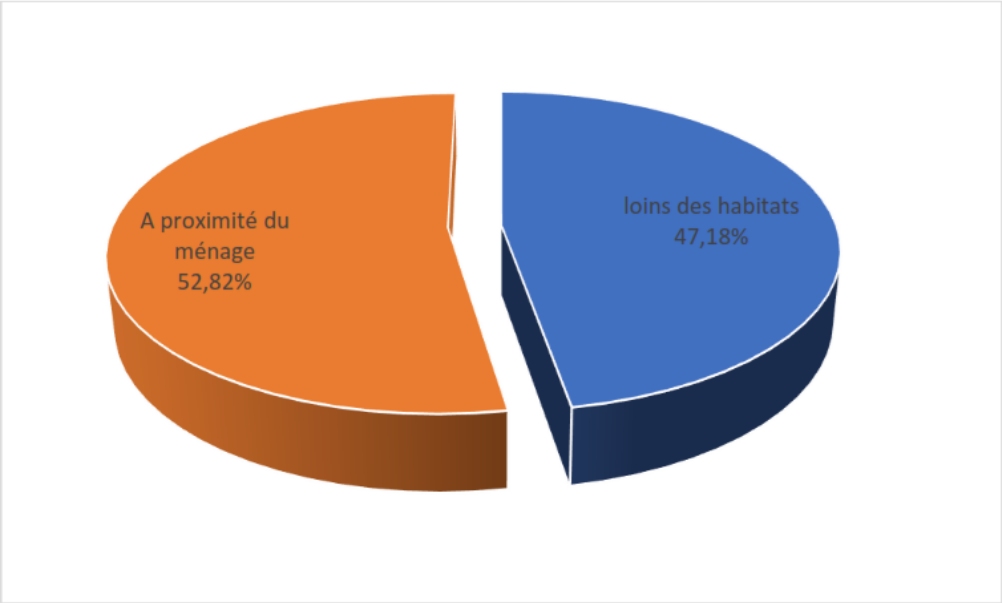
3.1.11 LES POINTS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Dans les villages de la commune, les points d'approvisionnement en eau se répartissent selon la Graphique 26 ci-après. Il ressort que plus de la moitié des ménages (52,8%) sont situées à plus de 100m des sources d'eau. Cette distance paraît conforme aux normes de l'OMS (150 à 200m). Ce même graphique montre elle que 47,8% des ménages sont situés à une distance de plus de 200m par rapport à la source d'approvisionnement d'eau, 52,82% de ménages ont quant à eux leurs sources situent à proximité de leur habitation. Selon UNHCR (2008) à travers ses normes relatives à l'approvisionnement en eau, la distance entre l'habitation la plus éloignée et le point d'eau doit être inférieur à 200 m. Une étude mené par Kazadi en 2012 en milieu rural au Congo kinshassa, a montré que 72% de ménages sont obligés de parcourir plus de 500 m pour atteindre le point d'eau. De même une étude réalisée par Prost en 1996, au Bengladesh, a montré que le risque de pollution de l'eau augmente simultanément avec l'éloignement du point d'eau. Nos résultats rejoignent ceux déjà mis en évidence dans les études empiriques antérieures (Kazadi, 2012; Prost, 1996) et convergent également avec la norme d'accessibilité en eau de l'OMS selon laquelle la distance entre les maisons et les points d'eau doit être de moins de 200 m (OMS, 2004).



Graphique 15: Emplacement des sources d'eau selon le lieu de residence

Le graphique ci-dessus montre qu'à Gonsé, Koala 1, Tanlarghin, Komkaga et Koala3, les populations situées à plus de 100 mètres des points potables sont plus nombreuses que celles située à proximité des dites sources. Les ménages situés à plus de 100 mètres des points d'eau sont respectivement de 74,6%, 66,7%, 61,8%, 56%, 71,4% pour Gonsé, Koala 1, Tanlarghin, Komkaga et Koala3. Pour les quatre autres villages, ménages situés à proximité des points d'eau sont les plus nombreux. Badnogo2, 91,2% de la population enquêtée se trouve à moins de 100 mètres des sources d'eau potable contre seulement 8,8% qui se trouve à plus de 100 mètres.

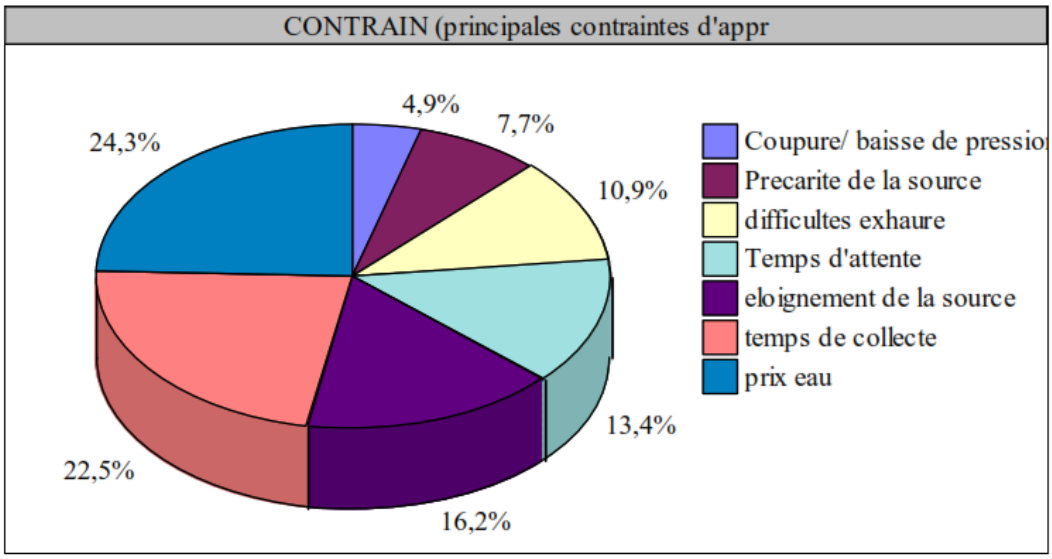


Graphique 16: Emplacement des sources d'approvisionnement en eau

Source: Enquêtes de terrain, Bitié Finlé, mai 2020

3.1.12 LES CONTRAINTES DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Dans la commune rurale de Saaba, Les ménages sont confrontés à plusieurs contraintes relatives à l'approvisionnement en eau potable. En effet, de nos investigations de terrain environ 95% des ménages enquêtés ont affirmé rencontrer des difficultés dans leur approvisionnement en eau. Le graphique ci-dessous résume ces différentes difficultés évoquées par les ménages.



Graphique 17: Difficultés d'approvisionnement évoquées par les ménages

Source: Enquêtes de terrain, Bitié Finlé, mai 2020

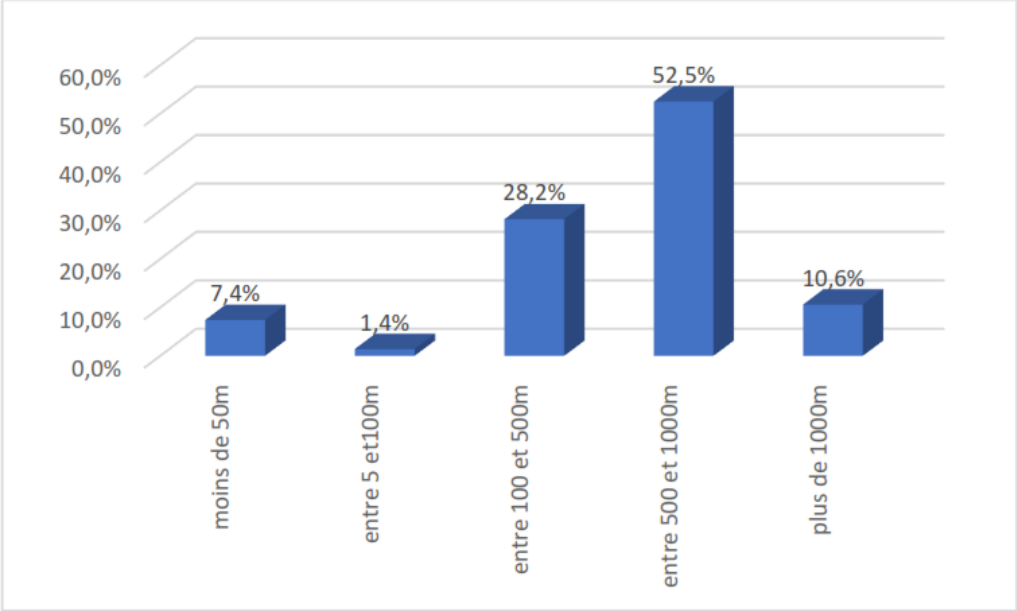
Le graphique 28 nous montre que le temps mis pour la collecte de l'eau d'attente et le prix de l'eau sont les principales contraintes évoquées par les ménages. Le temps mis pour la collecte de l'eau est évoqué par environ deux ménage sur neuf (22,5%), confirmant ainsi l'insuffisance du nombre de points d'eau dans la zone. Les difficultés d'exhaure de l'eau sont citées au forage peuvent être considérées comme un facteur

aggravant cette insuffisance. A titre d'exemple, le temps moyen de remplissage d'un bidon de 20 litres au forage est estimé à deux minutes contre 20 secondes à la borne fontaine. Les longues files d'attente que l'on observe au niveau des bornes fontaines ou des forages équipés d'une pompe à motricité humaine sont synonymes de perte de temps et de fatigue, particulièrement pour les femmes qui sont le plus souvent chargées de la corvée de l'eau. Outre son corollaire de sous consommation, cette perte de temps empêche les femmes de vaquer à d'autres occupations susceptibles d'améliorer leurs conditions de vie. Les longs temps d'attente et la volonté de s'approvisionner rapidement sont à l'origine des multiples querelles que l'on observe fréquemment au niveau des points d'eau.

A ces contraintes s'ajoutent celles liées au prix de l'eau. Elles représentent un facteur important dans l'approvisionnement en eau dans la zone. L'accessibilité économique à l'eau potable dépend des capacités économiques des ménages. Dans les villages généralement la majorité des chefs de ménage mène des activités précaires, on imagine à quel point la cherté de l'eau évoquée par un ménage sur quatre (27.2%) représente une forte contrainte.

3.1.13 DISTANCE DE LA SOURCE D'EAU

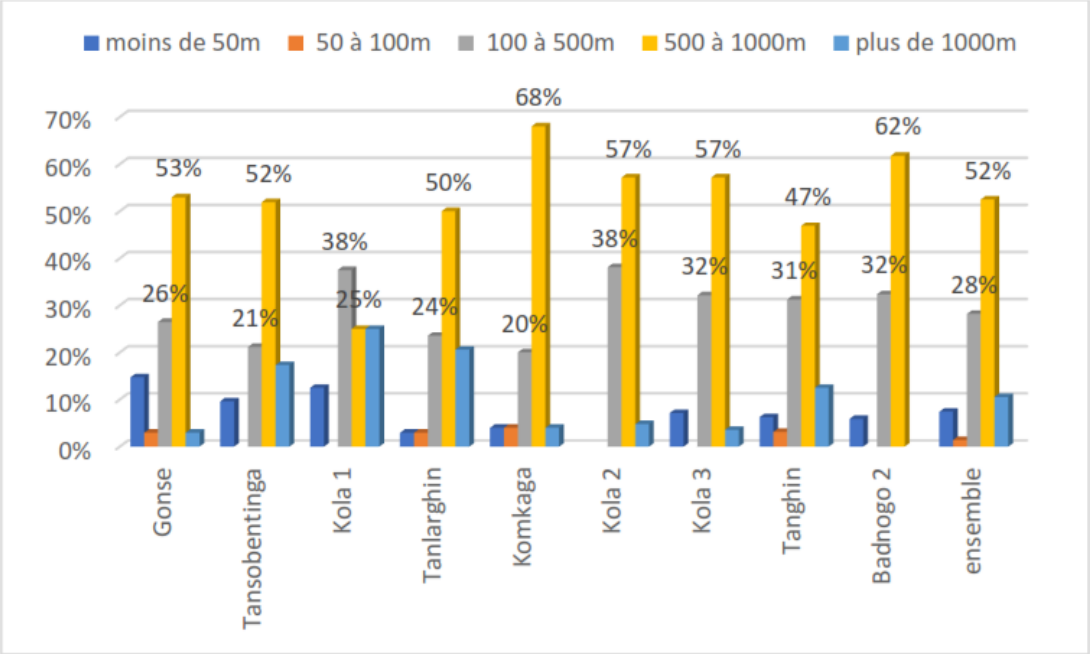
Selon les normes de l'OMS (2004), une personne dispose d'un accès à l'eau potable si la distance qu'elle doit parcourir pour atteindre cette source depuis son domicile est inférieure à 300 mètres. Le graphique 29 ci-dessous montre que 52,5% des ménages est situé à une distance allant de 101 à 500 m par rapport à la source d'approvisionnement d'eau, contre 28,2% qui sont situés entre 500 à 1000 m de la source. Une autre frange (10,6%) se trouve quant à elle à plus de1000 m. On enregistre également quelques ménages (1,4% et 7,4) situés respectivement à moins de 50m et entre 51et 100 m de la source d'approvisionnement d'eau. Ces résultats divergent de ceux obtenus par Kombassere, qui trouvé qu'à Yamtenga, environ un ménage sur deux (51,5%) parcourt une distance supérieure ou égale à un kilomètre par jour. Mais ils rejoignent ceux de Sanou K., 2017, dans la région centre sud du Burkina-Faso où moins d'un tiers des personnes interrogées (32,4 %) ont indiqué utiliser une source se situant à moins de 300 mètres de leur domicile et de Kazadi, 2012 dans le secteur Lubuya-Bera dans la ville de Kisangani au Congo kinshassa, qui trouvé que 72% de ménages sont obligés de parcourir plus de 500 m pour atteindre le point d'eau le plus proche.



Graphique 18: Distance (m) entre les points d'eau et les ménages

Source: Enquêtes de terrain, Bitié Finlé, mai 2020.

Dans la zone on note de légères différences en ce qui concerne l'éloignement des sources d'eau (Graphique 30). Par exemple, à Komkaga, 68% des ménages sondés sont situés entre 500 à 1000 m de la source d'approvisionnement, à Gonsé ce taux est 53%, à Tansobentinga, il est de 52%, pour Kola 1, il vaut 26% qui est le taux le plus faible de zone en ce qui concerne cette tranche, quant à Kola 2 et 3 il est identique et égale à 57%, à Tanlarghin, Tanghin et Badnogo, il est respectivement de 50%, 47%, et 62%. Contre 52% en moyenne pour l'ensemble de la zone. À l'inverse, le village de Gonsé enregistre le plus fort taux de ménages situés à moins de 50m de la source d'approvisionnement (15%); par contre les villages de Koala n°1enregistre la proportion la plus élevée (26%) de ménages situés à plus d'un km la source d'eau. La proportion de ménage située entre 50 m et 100 m de la source d'eau est relativement identique dans la zone d'étude.



Graphique 19: distance séparant les ménages du point d'eau selon le lieu de résidence

Source: Enquêtes de terrain, Bitié Finlé, mai 2020.

Le tableau 18 montre qu'en moyenne les ménages sont situés à environ 352 m de la source d'approvisionnement d'eau, contre 300 m au niveau national (DGRE, 2001); la distance médiane est de 275 c'est-à-dire que plus de la moitié des ménages interviewés sont à 275 m au moins de la source d'approvisionnement d'eau. Le ménage le plus proche de la source d'approvisionnement d'eau se trouve à 45 m, tandis que le plus éloigné se trouve à 1550 m.

Tableau 3. Distance de la source d'eau potable

Moyenne	352,68
Erreur type	11,266
Médiane	275,00
Ecart type	189,857
Minimum	45
Maximum	1550
Somme	100160
N	284

Source: Enquêtes de terrain, Bitié Finlé, mai 2020.

Ces résultats laissent apparaître que les normes OMS en termes d'accessibilité ne sont pas atteintes sur l'ensemble de la commune rurale de Saaba.

3.1.14 TEMPS DE TRAJET ALLER-RETOUR À LA SOURCE D'EAU

Le tableau 19 ci-dessous présente le temps moyen mis pour aller à la source d'eau et revenir. Ce tableau 18, nous montre que le temps moyen mis par les ménages de la commune rurale de Saaba pour chercher l'eau est d'environ 90,01 minutes aux sources d'eau potable. Cette durée varie selon l'emplacement de la source et selon la nature (tableau 20), par exemple, ils passent 76,01 d'attente aux sources modernes contre seulement 1,99 min aux sources traditionnelles et respectivement 84,77 et 0,68 min pour le remplissage de leur récipient de transport. Il ressort de nos résultats descriptifs que les sources d'approvisionnement sont majoritairement situées hors des habitations et les puits à pompe ou forage sont plus éloignés des habitations que les eaux de surface ainsi que ceux de sources non protégées. Les ménages mettent en moyenne

88,39 minutes pour aller chercher l'eau et revenir aux sources modernes, et environ 79,47 minutes pour aller et venir chercher l'eau aux sources traditionnelles (rivières, les mares, marigots).

Tableau 4. Temps mis pour s'approvisionner à la source d'eau en minute

	Temps attente	Temps collecte	Temps total approvisionnement en eau
N	284,00	284,00	284,00
Moyenne	71,61	82,57	90,01
Erreur type	1,78	1,84	2,16
Médiane	70,00	76,30	81,35
Ecart type	30,03	31,01	36,42
Minimum	23,33	25,50	37,50
Maximum	210,15	219,91	265,90

3.2 RÉSULTATS ÉCONOMÉTRIQUES

Le consentement à payer des ménages pour un service d'approvisionnement en eau amélioré dépend autant des caractéristiques des sources alternatives existantes que des caractéristiques des systèmes améliorés. Des études récentes ont évalué les effets des coûts, de la qualité, de la fiabilité de l'approvisionnement actuel sur le consentement à payer des ménages. Altaf et al (1993 pour le Pakistan), Whittington et al (1990 pour Haïti et pour le Kenya) montrent que le ménage est prêt à payer davantage pour un approvisionnement amélioré si les coûts, en temps et en argent, nécessaires à l'approvisionnement aux sources existantes sont élevés. Par ailleurs, un des principaux bénéfices des robinets domiciliaires et des bornes fontaines réside dans la réduction du temps parfois considérable que passent les femmes à recueillir et surtout transporter l'eau (Churchill et al, 1987). Le temps ainsi économisé peut être consacré à d'autres usages productifs tels que les tâches agricoles, un emploi salarié, l'éducation des enfants ou la préparation des repas (Curtis, 1986; Cairncross et Cliff, 1987; Calkins et al, 2002 pour le Mali). Les résultats empiriques confirment l'hypothèse selon laquelle les ménages devraient être d'autant plus enclins à payer pour une source améliorée lorsque la qualité perçue de la source existante est médiocre (Singh et al, 1993 en Inde, Altaf et al, 1993 pour le Pakistan, Whittington et al, 1990 en Haïti, Whittington et al, 2002 pour le Népal, Ahmad et al, 2005 pour le Bangladesh et Pattanayak et al, 2006 au Sri Lanka). Enfin, les ménages sont disposés à payer davantage si l'eau d'une source améliorée est disponible de façon permanente (Singh et al, 1993 en Inde, Altaf et al, 1993 au Pakistan et Calkins et al, 2002 au Mali).

La revue de la littérature économique sur la fonction de demande des ménages en eau potable est intéressante du fait du nombre important d'estimations économétriques qui s'y trouve. Les premiers travaux sur la demande domestique en eau potable remontent à la fin des années soixante. Ils sont le fait pour la plupart d'économistes anglo-saxons (Howe et Linaweaver, 1967; Gibbs, 1978; Danielson, 1979), Foster, Beattie, 1979). L'écrasante majorité de ces travaux concerne les Etats-Unis où les estimations économétriques de demande domestique en eau potable étaient dérivées à partir d'un méthodologique calé sur la méthode d'évaluation contingente. Cette approche s'est peu à peu avérée non concluante avec de nombreux biais et non transposable (Water Research Team, 1995). C'est ainsi que sous l'impulsion de la Banque Mondiale, La méthodologie a ensuite été modifiée dans quelques pays pour prendre en compte les spécificités des pays, cette méthodologie a fourni un cadre conceptuel qui rendaient les différentes études cohérentes et comparables entre dies. L'hypothèse commune était identique à celle des précédents travaux. Les chercheurs ont utilisé à la fois des méthodes indirectes (préférences révélées) et directes (évaluation contingente) pour étudier comment les ménages effectuent leur choix parmi les sources d'approvisionnement. L'approche indirecte a fait appel aux techniques économiques du choix discret pour modéliser les décisions des ménages et pour en déduire une estimation de la fonction de demande domestique en eau potable. Le développement des approches indirectes à partir des recherches menées par le Centre d'Enseignement et de Recherche pour la Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement (CERGRENE) et le Programme Solidarité Eau (PSE) a permis l'émergence d'une nouvelle approche: *l'approche holistique* (Meroz, 1968). Cette approche par du principe que la consommation d'eau dérive d'un processus de décision des ménages dans lequel le choix de la source d'approvisionnement est supposé déterminant. Traditionnellement, la théorie économique, retient comme modèle, la fonction de demande d'eau d'un ménage conditionnée à une source d'approvisionnement donnée (Acharya, Barbier, 2002). Sa forme simplifiée s'écrit:; avec le volume d'eau consommée par le ménage i, représente le vecteur des prix des biens et services sur le marché, variable binaire indiquant la source d'approvisionnement en eau du ménage i (sources d'AEP ou sources traditionnelles), et représente le vecteur des variables relatives aux caractéristiques socio-économiques et démographique des ménages (le niveau d'éducation du chef de ménage, son sexe, son âge, sa profession, la taille du ménage et la composition du ménage (nombre d'enfants et de femmes), le revenu, les dépenses, etc., les caractéristiques des sources d'approvisionnement (Distance du domicile à la source d'approvisionnement en eau, Temps d'attente, Temps de collecte (remplissage) et la dotation en ressources hydriques; la perception des ménages des sources d'eau (qualité, la fiabilité, goût, etc.) et le prix de l'eau (Cambon-Grau, 1996; Maugendre, 1997). Étant donné qu'il s'agit de ménages résident dans une même commune (Saaba), le vecteur des prix est le même pour tous les ménages (Acharya, G., Barbier, E., 2002). Les arguments de la fonction de demande d'eau se réduisent ainsi aux deux composantes. Le modèle de sélection d'Heckman (1976) est plus

approprié pour estimer cette fonction, et pour tenir compte du choix de la source d'approvisionnement en eau (Larson, Minten, Razafindralambo, 2005). L'hypothèse sous- jacente est que les ménages choisissent leur source d'approvisionnement en eau potable et seulement après, ils décident de consommer une quantité donnée d'eau. Pour le cas des ménages ayant accès à une source d'AEP, le modèle de sélection d'Heckman peut être formulé comme suit:

Soit di la valeur dichotomique la variable de decision

$$\mathrm{d_i} = \begin{cases} 1 \text{ si le ménage s'approvisionne aux sources d'AEP} \\ 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

On suppose que la variable latente mesurant la vraie quantité d'eau consommée par le ménage i est déterminé par un ensemble Xi de variables explicatives:

$$Q_i^* = x_{i\beta} + \sigma u_i$$

On suppose que la décision du ménage de s'approvisionner ou non dans une source d'eau potable est définie par:

$$d_i^* = z_i\gamma + \varepsilon_i$$

Zi un ensemble de variable expliquant le choix du ménage:

$$\mathrm{d_i} = \begin{cases} 1 \text{ si } d_i^* \geq 0 \\ 0 \text{ sinon} \end{cases}$$

En combinant ces décisions le modèle s'écrit:

$$\mathrm{Q_i} = \begin{cases} Q_i^* \text{ si } d_i^* \geq 0 \\ 0 \text{ si } d_i = 0 \end{cases}$$

$$\mathrm{Q_i} = \begin{cases} x_{i\beta} + \sigma u_i \text{ si } z_i\gamma + \varepsilon_i \geq 0 \\ 0 \text{ si } z_i\gamma + \varepsilon_i > 0 \end{cases}$$

On suppose que la distribution conjointe de (u_i, ε_i) est une loi normale bivariée de moyenne nulle, de variance unitaire et de corrélation ρ. Si $\rho = 0$, les deux décisions sont indépendantes et les deux équations peuvent être estimée séparément par contre si est significatif et différent de zéro le modèle de sélection est plus approprié c'est-à-dire que les deux décisions sont indépendantes. A noter que

$$\mathrm{E}\,(Q_i^*/\mathrm{d_i} = 1) = x_{i\beta} + \rho\sigma\lambda(z_i\gamma)$$

Avec λ l'inverse du ratio de Mills. Le modèle empirique s'écrit:

$$\begin{aligned} Q_i^* = \beta_0 &+ \beta_1 AGE_i + \beta_2 SEXE_i + \beta_3 TMEN_i + \beta_4 REV_i + \beta_5 EDUC_i + \beta_6 PROF1_i \\ &+ \beta_7 EMPL\ SEAUPOT_i + \beta_8 TEMPS\ COLLECTE_i + \beta_9 GOUT_i \\ &+ \beta_{10} FIABILITE_i + \beta_{11} RESSOURCES\ EAUX_i + \varepsilon_i \end{aligned}$$

3.2.1 MÉTHODE D'ESTIMATION

En retenant une fonction de densité jointe des résidus de type Probit, on estime un coefficient de corrélation (rho) entre les résidus. Cela permet de lier l'estimation des deux équations et de mettre en évidence le caractère simultané ou non des deux décisions. L'analyse consiste dans un premier temps (modèle 1) à examiner les déterminants de la probabilité d'être s'approvisionner dans au moins une source d'AEP. La variable à expliquer est supposée être déterminée par une série de variables relatives aux caractéristiques du ménage (sexe, âge, âge au carré, éducation, profession, taille du ménage, le revenu, etc.). Dans un second temps (modèle 2), on examine les déterminants de la demande. Cette variable, dichotomisée est supposée être expliquée par les mêmes variables que le modèle précédent, avec en plus les variables de perception.

L'estimation se fait uniquement avec les ménages qui utilisent les sources d'eau traditionnelles (Zi = 0). Une fois l'équation estimée, on procède au test de significacité sur le coefficient de corrélation, entre les résidus des modèles (sélection et demande). Ce test permet de confirmer ou non l'hypothèse de sélection. Il s'agit du test de Wald sur l'indépendance des deux équations. La statistique calculée est un Chi-2 à un degré de liberté. Les hypothèses à tester sont H0: RHO = 0 et H1: RHO ≠ 0.

3.2.1.1 RÉSULTATS DES TESTS

3.2.1.1.1 TEST D'ADÉQUATION

Le modèle retenu est un modèle qui s'estime en deux étapes. Nous allons tout d'abord estimer le modèle de choix dont la variable dépendante est la variable binaire de s'approvisionner ou non à une source d'eau potable. Le modèle probit a été utilisé. Par la suite, l'intensité de consommation par type de source est estimée pour déterminer les facteurs influençant la demande des ménages. Avant de passer à la régression du modèle de participation, il importe tout d'abord d'effectuer quelques tests économétriques. Le test de prédictions du modèle, de même que celui de l'ajustement du modèle ont été effectués.

3.2.1.1.2 TEST DE PRÉDICTION DU MODÈLE

Tableau 5. Test de prédiction

	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
% Correct	91.79	77.19	**85.19**	100.00	0.00	54.76

Source: L'auteur à partir des données de l'enquête

Le taux de bonne prédiction est de **85,19%,** par conséquent la prédiction est bonne**.**

3.2.1.1.3 TEST DE SPÉCIFICATION DU MODÈLE

Tableau 6. Test de spécification

McFadden R-squared			**0,6077**		
Prob (LR statistic)			**0,0000**		
Rho	0.829	0.110	7.520	0	0.613
Wald chi2 (10)		118.1	350.1	76.65	982.8
Prob (chi2)		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Source: L'auteur à partir des données de l'enquête

Le modèle est globalement significatif et signifie qu'au moins la régression économétrique est expliquée par au moins une variable explicative du modèle. En effet, la probabilité associée au Khi*deux est de 0.000 pour toutes nos estimations. Autrement, les variables explicatives que nous avons retenues contribuent ensemble à expliquer plus de 99% la demande des ménages. Par conséquent, le modèle spécifié peut être jugé correct pour la demande en eau des ménages. De plus, Le pouvoir explicatif du modèle relativement élevé (60,77%) sur les déterminants de la demandé des ménages ainsi que la valeur assez forte de rho démontrent la pertinence du modèle de sélection de Heckman. Toutes choses étant égales par ailleurs, les résultats obtenus (avec un seuil de signification de 5%) viennent confirmer certaines conclusions d'étude antérieures.

3.2.1.2 RÉSULTAT D'ESTIMATION

Les résultats d'estimation de la méthode d'Heckman révèlent la présence de biais de sélection, l'inverse du ratio de Mills (lambda) étant significatif, au seuil de 5 %. Ce résultat, confirme bien qu'il est pertinent de s'intéresser aux spécificités relatives aux deux groupes de ménages retenus. Autrement dit, la procédure en deux étapes d'Heckman est donc plus pertinente qu'un Tobit. On peut dire que le Heckman à deux étapes traduit mieux les comportements des répondants. En d'autres termes, il est plus pertinent de soutenir que, notre modèle est approprié. Les résultats de l'estimation du modèle (tableau) confirment ceux connus de la littérature. En effet, nos résultats mettent en évidence l'influence significative des caractéristiques des ménages. Tout d'abord, le fait que le chef de ménage soit une femme augmente la probabilité que celui-ci choisisse les infrastructures d'AEP comme système d'approvisionnement en eau. Le fait que le chef de ménage soit instruit augmente la probabilité pour qu'il choisisse de s'approvisionnaient en eau dans les infrastructures d'AEP. On peut penser que les chefs de ménage polygames les plus nantis vont privilégier les sources d'eau potable tandis que les plus pauvres vont privilégier les sources traditionnelles. On note aussi que

lorsque la taille du ménage augmente, la probabilité que le chef de ménage opte pour les infrastructures d'AEP comme sources d'eau augmente. Ce résultat mis en avant dans la littérature démontre que la pénibilité de la collecte de l'eau à la borne fontaine s'accroît avec les quantités nécessaires à la satisfaction d'une famille nombreuse (Briand A., Nauges C. et Travers M., 2009). Le modèle montre également que plus la distance à la source d'eau est élevée moins le chef de ménage est enclin à choisir les sources d'AEP. Par ailleurs, un gout de l'eau des sources traditionnelles jugé acceptable fait diminuer significativement la probabilité de s'approvisionnaient aux infrastructures d'AEP; lorsque le chef de ménage juge la source d'eau non fiable il est moins enclin à la choisir. Plus le temps de collecte (de parcours) est important pour une source d'approvisionnement, moins il est probable qu'un ménage l'utilise. Ce résultat confirmé dans la littérature (Curtis et al, 1986) se justifie par le fait que le temps consacré à la collecte d'eau réduit les opportunités d'activités et de revenus des adultes, d'apprentissage scolaire et de formations des enfants. Le choix des sources traditionnelles plus proches et gratuites, serait donc une source d'amélioration du bien-être en dégageant, ne serait-ce qu'en termes de temps, de nouvelles capacités d'agir au sein des ménages.et d'économie du fait de la gratuité des sources traditionnelles. Le temps d'attente et de remplissage ne diffèrent presque pas d'un ménage à l'autre. Il ressort également que; plus le nombre d'enfants dans le ménage est élevé, la plus la probabilité que le ménage choisisse les infrastructures d'AEP augmente. En zone rurales, les ménages privilégient la collecte de l'eau par leurs enfants, main d'œuvre « gratuite » bien que cela se fasse au détriment du temps alloué à des activités éducatives. Les ménages résidents dans des zones où les sources d'eau sont rares ont une probabilité bien plus importante de s'approvisionner en eau dans les infrastructures d'AEP, toutes choses égales par ailleurs, que ceux des zones où les sources d'eau abondent. L'emplacement de la source d'eau s ' est révélé importante. Ceci indique que l'existence d'une infrastructure d'AEP à proximité du ménage augmente la probabilité que ce ménage choisisse la source d'AEP. Enfin, Le revenu du ménage apparaît comme un déterminant important des choix des ménages. Pour une augmentation de 1 FCFA du revenu, la probabilité de choisir une source traditionnelle décroît de presque 0,03 point.

Tableau 7. Estimation des résultats

	Coefficient	**Erreur Std**	**z**	**p. critique**	
SEXE	0,353	0,173	2,045	0,041	**
EDUC	0,083	0,038	2,200	0,028	**
AGE	0,017	0,008	2,041	0,041	**
Nbr_enfant	0,153	0,046	3,322	0,001	***
TMEN	0,229	0,034	6,708	0,000	***
Revenu	0,029	0,014	2,129	0,033	**
PROF1	0,186	0,122	1,528	0,127	
Empl_seaupot	-0,470	0,163	-2,885	0,004	***
temp_attente	0,000	0,002	0,043	0,966	
Temp_colecte	0,001	0,002	0,564	0,573	
Gout	0,031	0,011	2,707	0,007	***
Fiabilite	0,244	0,118	2,066	0,039	**
Ressource_eaux	0,490	0,192	2,552	0,011	**
Lambda	593,470	319,347	1,858	0,063	**
Équation de sélection					
SEXE	-0,673	0,188	-3,579	0,000	***
EDUC	0,064	0,180	0,355	0,723	
AGE	-0,009	0,015	-0,596	0,551	
Nbr_enfant	0,120	0,045	2,683	0,007	***
TMEN	0,168	0,045	3,706	0,000	***
Victime	0,163	0,202	0,809	0,419	
Revenu	1,05E-01	4,01E-03	26,3	0,0001	***
PROF1	-0,218	0,219	-0,993	0,321	
Empl_seaupot	15,341	4,618	3,322	0,001	***
Temp_colecte	-0,003	0,003	-1,118	0,264	
Gout	0,244	0,118	2,066	0,039	**
Fiabilite	-0,050	0,093	-0,538	0,590	
Ressource_eaux	0,384	0,252	1,525	0,127	

**** significatif au seuil de 1%; ** significatif au seuil de 5%; * significatif au seuil de 10%.*

Source: L'auteur à partir des données de l'enquête, mai 2020

Les estimations économétriques de la fonction de demande en eau potable réalisées ont permis de révéler les déterminants des préférences en matière des services en eau. Nous retrouvons des facteurs explicatifs déjà connus de la littérature. Par exemple, Il ressort que le niveau d'instruction du chef de ménage, influence fortement la quantité d'eau consommée. Le fait que le chef de ménage soit instruit entraîne une hausse de la consommation d'eau de 0,064 litre. En effet, un niveau d'instruction élevé est associé à une forte valorisation des nombreux avantages tirés de la disponibilité, à domicile, d'une eau potable de qualité (bonne hygiène, maladies transmissibles par l'eau évitées, gain de temps, etc.) et, donc, en favorise la consommation. On constate également que la quantité d'eau consommée augmente avec la taille du ménage. Un membre supplémentaire du ménage moyen entraîne une augmentation de 0,168 litre d'eau consommée au quotidien. La variable nombre d'enfants porte un signe positif et significatif. Ce résultat peut avoir pour explication les besoins grandissants des enfants avec l'âge. On constate qu'un enfant supplémentaire dans le ménage augmente la demande de 0,120 point. Également, le revenu se présente comme un facteur exerçant une très forte influence sur la consommation d'eau. Le coefficient associé donne une valeur de 0,11. Autrement dit une augmentation du revenu de 1FCFA engendre une demande supplémentaire de 0,11 litre en moyenne. Ce résultat est en adéquation avec la majorité des travaux empiriques (Gaudin, 2001; Nauges, 2007; Taylor, 2004). En effet, la consommation de l'eau va souvent de pair avec le niveau du revenu. Il n'est pas surprenant que la variable indicatrice profession présente un coefficient significativement différent de zéro, ce qui voudrait dire que les ménages dont le chef est agriculteur présentent un comportement de consommation différent des autres ménages dont les chefs exercent d'autres activités. Par ailleurs, on constate que lorsqu'un ménage est dirigé par une femme, il consomme plus d'eau. À propos de la variable emplacement de la source d'eau, cette dernière est positivement liée à la consommation, et elle est significative conformément à nos attentes. Ce résultat indique que les ménages ayant accès à une infrastructure améliorée en eau potable de proximité consomment en moyenne 15,34 litres d'eau potable de plus par personne.

4 CONCLUSION GENERALE

L'objectif de cet article était Analyser les déterminants de l'accès à l'eau potable en milieu rural au Burkina Faso. À partir des données collectées grâce au questionnaire qui a été élaboré et adressé à 284 ménages de la zone d'étude, l'estimation du modèle de sélection de Heckman a permis d'avoir des résultats suivants. En effet, le sexe et l'âge du chef de ménage, le revenu du ménage, sa taille, le niveau d'instruction du chef de ménage, le goût de l'eau, l'emplacement de la source d'eau, la fiabilité de la source, le nombre d'enfant dans le ménage, sont les principaux déterminants d'un accès adéquat en eau potable en milieu rural au Burkina Faso. Les coefficients associés à ses variables sont tous de signe positif en dehors de la variable emplacement de la source dont le coefficient porte un signe négatif.

Des résultats statistiques, il ressort que plus de la plupart des ménages met en moyenne 90,01 minutes pour s'approvisionner en en eau potable, avec un minimum de 37,5 minutes et un maximum de 265,9 minutes. De même la durée de stockage est très élevée chez la plupart des ménages. Les conditions de stockage sont également très mauvaises. En effet, les ménages conservent les eaux dans des canaris en plein air et qui souvent ne sont pas couverts. De ces résultats statistiques, nous suggérons l'organisation de campagne de sensibilisation des ménages sur les conséquences de leurs actions sur leur santé car plus le temps de stockage est long, plus les risques de pollution sont élevés. Il faut également augmenter les sources d'approvisionnement afin de réduire le temps mis pour s'approvisionner dans la mesure où le long temps d'attente et de collecte décourage certains ménages et les amène à se rabattre sur les sources traditionnelles ce qui n'est pas sans conséquence sur le bien être des ces derniers.

Les résultats économetriques suggèrent que des actions publiques soient mises en œuvre, en vue de promouvoir l'accès à une source d'eau potable améliorée en milieu rural, en fonction des déterminants identifiés. En d'autre terme, afin de fournir des bornes fontaines publiques, des forages et permettre un branchement au réseau public à un plus grand nombre de ménages, les autorités étatique et ses partenaires au développement devraient d'une part, orienter leurs actions vers une meilleure scolarisation des enfants dans le pays dans la mesure ou l'éducation permet de mieux connaitre les conséquence liées à la consommation de l'eau non potable, une réduction de la pauvreté au sein des groupes de ménages et, d'autre part, organiser des campagnes de sensibilisation sur les risques sanitaires des maladies hydriques du fait de la consommation d'une eau non potable.

REFERENCES

[1] Abubakar, I. R. (2019). Factors influencing household access to drinking water in Nigeria. Utilities Policy, 58, 40–51. https://doi.org/10.1016/ j.jup.2019.03.005

[2] Aitcheou M., (2016), gestion des ouvrages d'alimentation en eau potable en milieu rural: cas des AEV dans les arrondissements de Kotopounga, perma et Tchoumi-Tchoumi (commune de Natitingou) http://biblionumeric.epac-uac.org: 8080/jspui/handle/123456789/568.

[3] Anikpo N'Tame (1995), L'Afrique face au futur: l'Afrique va-t-elle vers une catastrophe écologique à l'horizon 2025 ? Quelles options stratégiques prendre ? 36 pages. https://www.africabib.org/rec.php?RID=157089614.

[4] Briand, (2013), La demande de raccordement des ménages auprès des petits opérateurs privés d'eau potable: Le cas des quartiers périphériques de Maputo. *Revue économique,* vol. 64, no 4.

[5] Chapitaux et al, (2002), « Etude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger» Bulletin de la société de pathologie exotique (Bull. Soc. Pathol. Exot.) 95 (2): Pages 119-123.
[6] Curtis, (1986), Ménage et famille en théorie sur l'inégalité. *American sociological review,* p.168-183. https://doi.org/10.2307/2095514.
[7] Heckmann, (1979), Analyse des aliments pour l'iode: étude interlaboratoire. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists,* vol *62,* pages 1045-1049.
[8] Gaudin, (2001), Rendre les paysans arriérés: les coopératives agricoles et la question agraire en Russie, 1861-1914, par Yanni Kotsonis. *Revue canadienne d'histoire,* vol. 36, no 2, p. 358-360. https://doi.org/10.3138/cjh.36.2.358
[9] Gosling et Arnell, (2016), Une évaluation mondiale de l'impact du changement climatique sur la rareté de l'eau, 15 pages. https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0853-x.
[10] Kazadi en, (2012), Contribution à l'étude de la qualité et de la gestion de l'eau de boisson dans la région de Kisangani, thèse inédite Faculté de Sciences/UNIKIS, 145p.
[11] Kertous, (2012), Analyse du consentement à payer des abonnes algériens pour améliorer la qualité du service en eau potable. 22 pages. https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/22/27/98/2058.
[12] Lalanne F. (2012), Étude de la qualité de l'eau le long de la chaîne approvisionnement au niveau des consommateurs dans 10 villages de la Province du Ganzourgou. *Région du Plateau Central, Burkina Faso,* 71 pages.
[13] Meroz, (1968), Analyse quantitative de la demande en eau urbaine dans les pays en développement. n° SWP17. p. 1.
[14] Nauges et Strand, (2007), Estimation de la demande en eau non courante dans les villes d'Amérique centrale. *Resource and Energy Economics,* vol. 29, no 3, p. 165-182. https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2006.05.002
[15] OMS, Hutton, Haller et Bartram, (2007), Estimation des coûts et des avantages pour la santé des améliorations de l'eau et de l'assainissement au niveau mondial. Pages 14. doi: 10.2166/wh.2007.008 (silverchair.com).
[16] Taylor et Aidan, (2004), The implications of groundwater velocity variations on microbial transport and wellhead protection–review of field evidence. *FEMS Microbiology Ecology,* vol. 49, no 1, p. 17-26. https://doi.org/10.1016/j.femsec.2004.02.018
[17] Vasquez et al, (2009), Volonté de payer pour de l'eau potable: données probantes de Parral, Mexique. *Journal of environmental management,* vol. 90, no 11, p. 3391-3400. https://www.academia.edu/download/87875199/j.jenvman.2009.05.00920220622-1-j6efju.pdf
[18] YONI Roseline Marie Delphine, (2014), Evaluation de la qualité de l'eau dans les communes de la périphérie de Ouagadougou: cas de Saaba. 61 pages.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 906-913
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Impact of waste treatment methods used in urban agriculture on environmental pollution risks and producer health

Issaka Senou[1-2], Hamza Ouedraogo[1], Boukaré Nacanabo[1], and Hassan Bismarck Nacro[3]

[1]Laboratoire des Systèmes Naturels, des Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (Sy.N.A.I.E), Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. BP 1091 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

[2]Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, Université de Dédougou (UDDG), BP: 176, Dédougou, Burkina Faso

[3]Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol (LERF), Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. BP 1091 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Copyright © 2023 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 waste is used to fertilise fields. Their pre-treatment can impact on human health and the environment. A study was carried in Bobo-Dioulasso, precisely in Kuinima and Dogona, with the main objective of assessing the impact of waste treatment methods on the environment and health. The data was obtained from individual interviews with farm managers. The results show that 56.67% of the producers practise sorting followed by incineration and 20% practised sorting only, 23.33% of the producers did not perform any treatment. Sorting caused injuries to 33.33% of the producers, 10% were harassed by insects. As for the impact of the treatment methods on the environment, 83.33% of the producers who sorted their waste had their fields invaded by new weed species, compared to 76.47% of those who sorted and incinerated. For 88.23% and 66.67% of the producers who were sorting followed by incineration and sorting only respectively, the crop yield was good. From these results, we can conclude that the waste treatment methods used by producers have negative effects on the environment and human health.

KEYWORDS: Urban waste, human health, environment, Bobo-Dioulasso.

1 INTRODUCTION

The demographic explosion of the last few decades, combined with the increase in the production of waste, force urban populations to live daily with rubbish. Thus, in order to reduce the pollution of cities by waste, the Burkinabe authorities have encouraged the valorisation of waste. Among these management strategies is the use of waste in agriculture as organic fertiliser. In the context of an environmental and health crisis, the need to assess the impact of waste use on the environment and on people's health is essential. The analysis of waste by [1] shows that it contained high levels of toxic heavy metals. These heavy metals can pass from the soil to plants and contaminate the entire food chain [2]. However, heavy metals are not the only hazards from waste. In western Burkina Faso, little research has been done on the environmental and health risks associated with waste treatment methods.

Hence the interest of this work on the theme: «Impact of waste treatment methods used in urban agriculture on environmental pollution risks and producer health ».

This study aims to assess the disadvantages of the different modes of urban waste treatment on the environment and the health of the producers. To do this, we first identified the different types of urban waste used at the Kuinima and Dogona sites, then we studied the different modes of solid urban waste treatment at these sites, and finally we assessed the environmental and health risks involved according to the mode of treatment.

Corresponding Author: Issaka Senou

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 STUDY SITE

The study was conducted in the city of Bobo-Dioulasso with the following geographical coordinates: Longitude: 04°20' west; Latitude: 11°06' north; Altitude: 405 metres [3]. The climate is of the South Sudanese type characterised by a wooded savannah [4]. The study was conducted at two sites: the Kuinima site and the Dogona site. The selection of sites was based on the size of the site (at least a quarter of a hectare), the amount of waste used and the number of producers.

2.2 DEVICE FOR IDENTIFYING WASTE

For the identification of the different types of waste, the system used is that of [5]. The design of the system consisted realization of square plots of 2500 m2 (50 m by 50 m). In each plot, five observation (identification) zones of 100 m2 (10 m by 10 m) were delimited on the four sides and the centre of the plot. Depending on the configuration of the sites, each site visited will be subdivided into three zones (I, II, III), each of which receives a plot.

2.3 DATA COLLECT COLLECTE DES DONNÉES

2.3.1 SURVEY

The surveys are conducted using the individual questionnaire guide. When the interview, the producer expresses himself freely and the answers that are the subject of the study are noted. The producers surveyed were all heads of farm units who were available during the survey period.

2.3.2 IDENTIFYING THE DIFFERENT TYPES OF WASTE

After setting up the device, visual observations are made in the 100 m2 plots to identify the different types of waste in each area and the type of waste treatment.

2.4 STATISTICAL ANALYSIS OF DATA

For data processing and analysis, the applications used are Excel spreadsheet and R software.

3 RESULTS

3.1 SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF SURVEYS

Table I shows the socio-economic situation of the producers surveyed. It reveals that the majority of producers were constituted by men (83.33%). All of them were mainly adults and oldie with an enrolment rate of 43.33%. Only 2 of the 30 producers were unmarried. The total number of children all the producers was 108, with only 24 helping them with their farming activities. For 63.33% of the surveyed, farming was their main activity, but only one surveyed claimed to have received support and advice from agricultural technicians.

Table 1. Socio-economic situation of producers surveyed

Sexe (%)		Level of education (%)					
Man	Woman	Uneducated	Primary	Secondary	University	Médersa	
83.33	16.37	56.67	26.67	10	0	3.33	
Number of children	Number of children active	Agriculture (%)		Technician support (%)		Pratical advice	
		Main activity	Secondary activity	Yes	Non	Yes	Non
108	24	63.33	36.67	3.33	96.67	3.33	96.67

3.2 PERIOD FOR DEPOSITING WASTE ON THE PARCELS

The periods of waste disposal in the plots are shown in Figure 1. The majority of producers, 93.33%, were asserted that waste is deposited in their plots during the dry season. Only 3.33% said the opposite and as many said that deposits were made throughout the year.

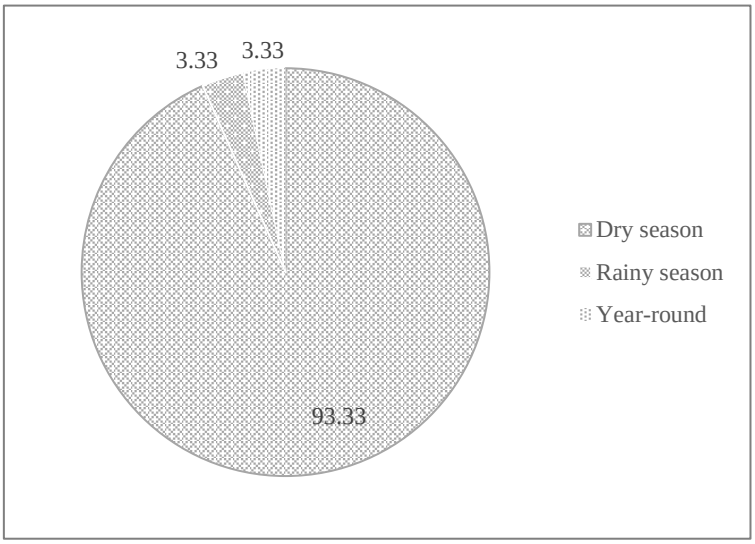


Fig. 1. Timing of waste disposal in the fields

3.3 WASTE COMPOSITION

The results of the waste composition surveys are presented in Figure 2. He spring that the waste deposited in the fields comes from concessions, industries, the city, hospitals, animal farms and agricultural residues. Thus, all the surveyed assert to receive household waste (HW) in their fields, respectively 80% and 70% of the producers accepted livestock waste and agricultural waste and 43.33% also received solid urban waste. As for industrial waste, excreta and biomedical waste, very few producers were accepted them in their fields.

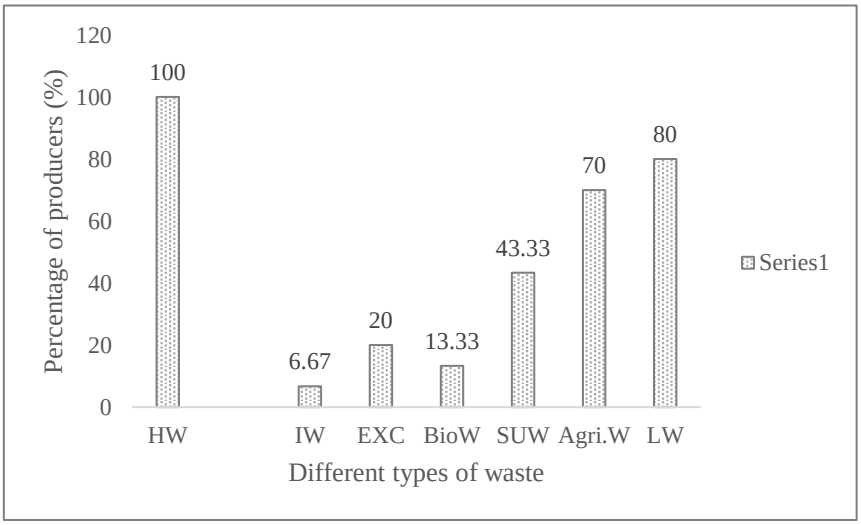


Fig. 2. Proportion of producers by waste type used

HW: *Household waste****; IW:*** *Industrial waste;* ***EXC:*** *Excreta;* ***BioW:*** *Biomedical waste;* ***Agri.W:*** *Agricultural waste;* ***LW:*** *Livestock waste;* ***SUW:*** *Urban waste.*

3.4 MODE DE TRAITEMENT

Figure 3 compares the practice rates of each waste treatment mode. Examination of this figure reveals that of the among treatments, namely sorting only and sorting followed by incineration, more than half of the producers practised sorting followed by incineration, i.e. 56.67%, and 20% sorted only. 23.33% did not perform any treatment.

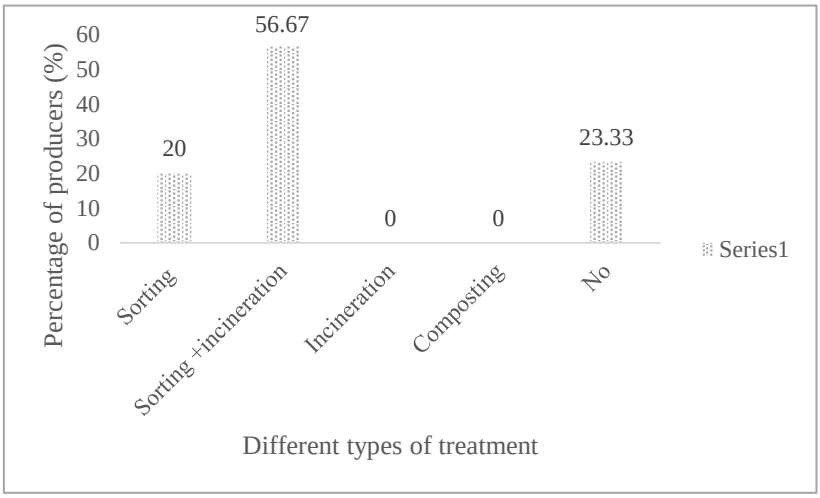


Fig. 3. Percentage of producers by treatment mode

3.5 USE OF PROTECTIVE TOOLS

The percentages of producers who were being used tools for protection in the field are given in Table II. The tools used for protection were gloves, boots and masks. However, only 53.33% of surveyed were being used protective tools during waste treatment. Of these, only 20% had all the protective tools, and 33.33% were missing at least one. Almost half, 46.67%, had none.

Table 2. I: Percentage of producers by protection tools used

Use of protection tools (%)		**Protection tools used (%)**						
yes	non	gloves	masks	bottes	masks + gloves	masks+ bottes	gloves + masks+ bottes	none
53.33	46.67	3.33	0	0	26.67	3.33	20	46.7

3.6 HEALTH IMPACTS OF TREATMENT MODES

Figure 4 below shows the impacts of waste treatment methods on the health of producers. According to the producers, several factors can influence their health when processing waste. The latter were asserted to be exposed to the risk of injuries, bites from dangerous animals and diseases. More than half of the producers who sorted their waste encountered dangerous animals, 33.33% had suffered injuries and 10% were asserted to be harassed daily by insects. For treatment by sorting followed by incineration, only 13.33% of producers encountered dangerous animals. However, no producer reported having contracted a respiratory, skin or digestive disease.

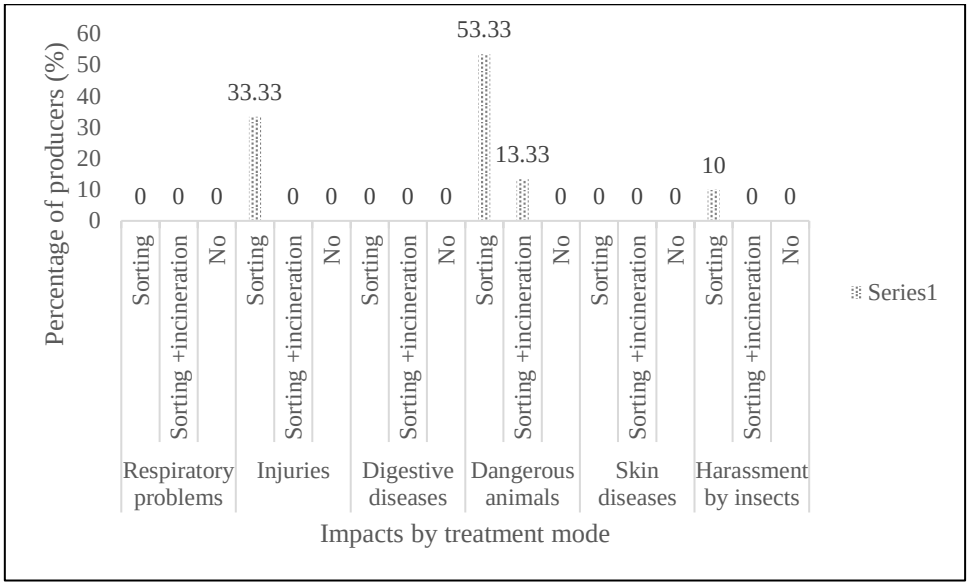


Fig. 4. Impacts of different treatment methods on producers' health

3.7 QUANTITY OF WASTE

Figure 5 shows the quantity of waste as a function of area. Examination of the results shows that the quantity of waste does not vary in proportion to the area farmed by the producers. The lowest quantity 11.67 tonnes is recorded by the 0.25 ha plots and the highest by the 3 ha plots. The maximum quantity of waste to be delivered per area is represented by the function line Q (t) = area (ha) x 30 (t/ha). All those with plots of 0.25 ha, 1 ha, 1.5 ha, 2.5 ha and 3 ha used quantities of waste greater than the maximum allowed. Figure 6 shows the percentages of producers per dose of waste brought in per hectare. From these results, it appears that 40% of producers use wastes at doses higher than the maximum dose that can lead to crop poisoning problems. 56.67% of producers use waste within the range of recommended doses for yield optimisation. However, 13.33% of producers use the waste below the minimum rate for better yield.

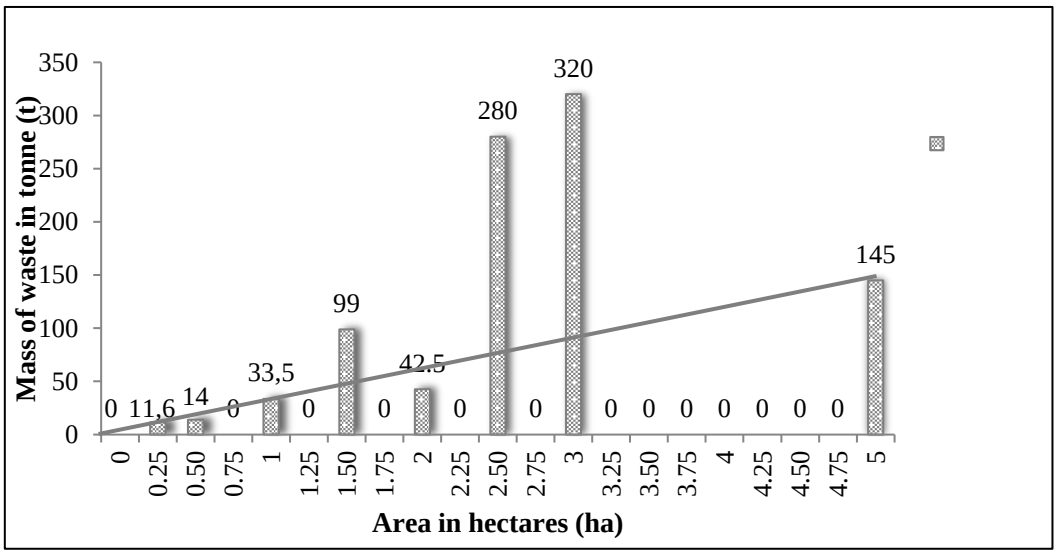


Fig. 5. Quantity of waste per area

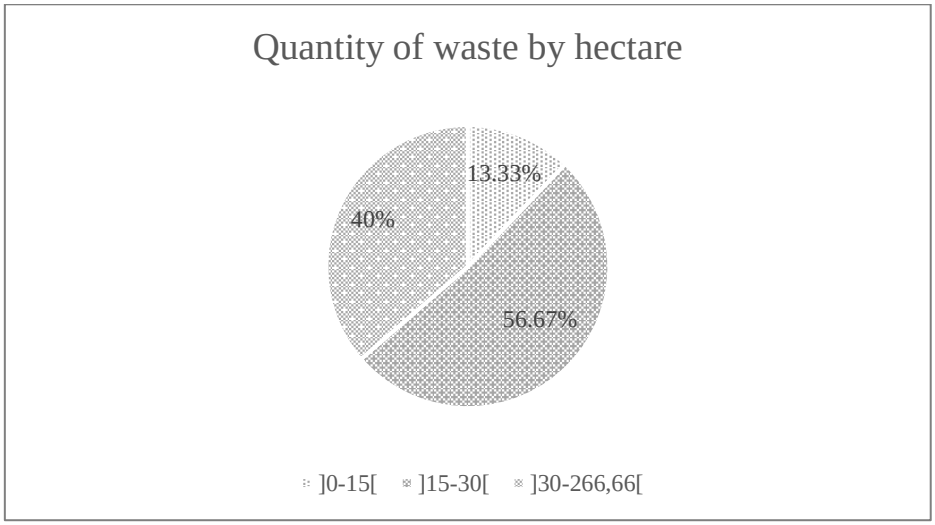


Fig. 6. Percentage of producers based on the quantity of waste brought in per hectare

3.8 IMPACTS OF WASTE TREATMENT METHODS ON THE ENVIRONMENT

The effect of different waste treatment methods is shown in Figure 7. The mode of waste treatment influences the production, intensity and specific diversity of bad plants. In terms of agricultural production, all producers are unanimous on the positive effect of waste on increasing yields. For 88.23% of the producers who sort and incinerate, the crop yield was good compared to 66.67% for those who only sort. For those who do not do any treatment 57.15% of them said that the yield was average. Regarding the specific diversity of weeds, the percentages are respectively 83.33%, 76.47% and 28.57% for sorting only, sorting followed by incineration and no treatment. Weed intensity is also high according to 82.35% of the producers who sort and burn. 50% of those who only sorted found that there were fewer weeds. Among those who did not apply any treatment, 28.57% said that there were more weeds.

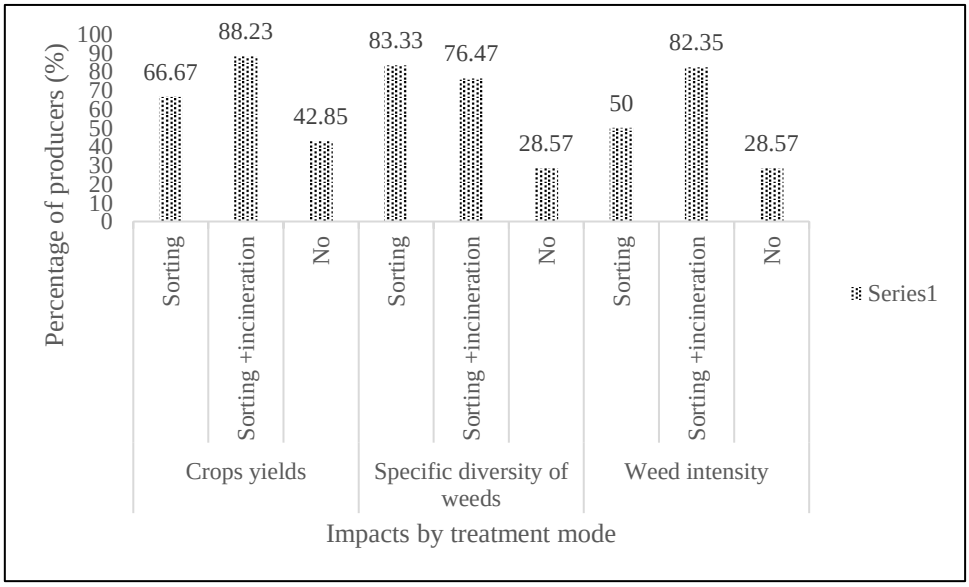


Fig. 7. Impacts of different treatment methods on the environment

4 DISCUSSION

4.1 IMPACTS OF DIFFERENT WASTE TREATMENT METHODS ON THE HEALTH OF PRODUCER

The results of the surveys showed that many producers are unaware the health risks involved in waste treatment. Indeed, treatment by sorting only presents more health impacts. 53.33% of the producers are at risk of being bitten by dangerous animals during sorting and 33.33% have been injured by sharp objects. Only 10% are harassed by mosquitoes and other insects. Our results corroborate those [6] which confirm the risk of injury when handling waste due to contact with sharp objects contained in the waste such as needles, syringes, bottle shards. Bites from animals such as snakes and scorpions, bites from disease-carrying insects and inhalation of toxic odours and gases are quite common [7].

The risks involved could be explained by the low level of education of producers. 56.67% are uneducated and use fewer protective tools during treatment. Also, few producers (3.33%) testify to having received support from state agents or other structures, which proves that they have no training in good agricultural practices, in this case in the prevention of health risks. Our results corroborate those of [8] who showed that in the town of Pouytenga in Burkina Faso, 58.3% of producers were unaware of the risks involved during waste treatment. Surveyed were being carried out the treatment without body protection, which exposes people to toxic elements and sharp objects. Also [9] revealed in a study in Ghana that only 16% of producers wore protective tools (boots and gloves) not because of health risks, but to protect themselves from cold and physical injury. In addition, producers testified that they had been injured several times in the field by sharp objects hidden under the waste.

Furthermore, the analysis of our results shows that none of farmers reported having contracted a respiratory, skin or digestive disease a few hours or days after returning from the fields. These results are not in agreement with those of [10] who showed that the producers had diseases such as malaria, diarrhoea, respiratory diseases (mainly colds and coughs), skin infections (itching) and tetanus. The difference in our results could be explained by the absence of a health study on producers. In contrast to [10], our results are mainly based on the respondents' answers.

4.2 IMPACTS OF DIFFERENT WASTE TREATMENT METHODS ON THE ENVIRONMENT

The analysis of our results shows that 65.92% of the producers claim to have good yields with the use of waste. In fact, the majority of producers no use that very little or no chemical fertiliser. Our results corroborate those of [11] who state that waste has high levels of organic matter and nutrients (N, P, K) that contribute to plant nutrition and thus increase crop yields.

In addition, some producers use waste in excess. For areas of 0.25, 1.5 and 3 ha, they use 11.67, 99 and 320 tonnes of urban waste respectively. According to [12] excess waste increases the heavy metal content of the soil. In this way, heavy metals can lead to groundwater pollution and impact agricultural production. Excessive use of waste by producers could be due to lack of training and advice on good agricultural practices by technical agricultural officers. According to [13] these heavy metals have harmful impacts on the plant and its environment. They are among the toxic elements that pass from the fields to the waters of ecosystems and from the soil to the plants [2].

Weed species diversity increases with the use of waste treated by sorting. 83.33% of producers who sorted said they noticed an increase in weed species. This could be due to the sorting treatment which does not allow the destruction of weed seeds in the waste as opposed to sorting followed by incineration. Although weed species diversity was lower in the fields that were sorted and burned than in the fields where the producers sorted only, weed intensity was higher. This could be explained by the regenerative power of some herbaceous species after the fire. According to [14] after a fire, most herbaceous and perennial species regenerate in a mixed way, by both shoot and seed. Fields that have not been treated have a low intensity of disease. This is because unburned plastic bags bury themselves in the soil and prevent grass from growing or block root development.

The latter justification also explains the better agricultural yield in plots where the waste was treated by sorting followed by incineration compared to plots with only sorting or no treatment.

According to 93.33% of the producers, waste is deposited in the plots during the dry season after the harvest. Exposed to the sun and wind, the waste and the pathogens it contains are dispersed into the environment, polluting it.

According to the work of [15], composting treatment allows good hygienisation of the initial materials by destroying pathogens and weed seeds.

5 CONCLUSION

From the different results obtained from the study, it appears that all the surveyed use household waste (HW) in their fields. 80% of them also used livestock waste and 70% used agricultural waste. As for industrial waste, excreta and biomedical waste, very few producers accepted them in their fields. Among the different waste treatment methods, more than half of producers practised sorting followed by incineration, i.e. 56.67%, and 20% practised sorting only. 23.33% did not carry out any treatment The impact of waste treatment methods is much more felt at the level of sorting only. More than half of producers who were sorted their waste by sorting were being encountered dangerous animals, 33.33% had suffered injuries and 10% claimed to be harassed daily by insects.

Regarding the impact of waste treatment methods on the environment, the results showed that for 88.23% of producers who sort and incinerate, crop yields were good compared to 66.67% for those who only sort. As for the specific diversity of weeds, the percentages are respectively 83.33%, 76.47% and 28.57% for sorting only, sorting followed by incineration and no treatment.

These results call on decision-makers to take action to prevent or reduce the risks associated with the use and treatment of waste.

REFERENCES

[1] Dauguet S., Denaix L., Nguyen C., Coudure R. and Barrier-Guillot B., 2010. Organic inputs, ETM: identify transfers from soil to plants. *Perspectives Agricoles*. 373: 70-75.

[2] Senou I., Gnankambary Z., Some A. N. and Sedogo P. M., 2014. Projection of three local plant species for heavy metal phytoextraction from two soil types in Burkina Faso. *Agronomie Africaine*. 26 (2): 155-166.

[3] Ilboudo T. J. L., 2014. Effect of different types of urban solid waste in the city of Bobo-Dioulasso on the availability and vertical distribution of heavy metals in the soil. Diploma of Advanced Studies in Soil Science thesis. 51 p.

[4] Fontès J. and Guinko S., 1995. Vegetation and soil map of Burkina Faso. Explanatory note. French Ministry of Cooperation. Campus project, 67 p.

[5] Thiombiano A., Bayen P., Boussim I J. and Kakaï R L G., 2016. Forest inventory methods and systems in West Africa: current status and proposals for harmonisation. Annals of Agronomic Sciences.20 (1): 15-3.

[6] Bagbila J., 2007. Use of waste in market gardening: risk of heavy metal contamination of plants. Final thesis, Polytechnic University of Bobo-Dioulasso (UPB).70 p.

[7] Sanou D. U., 2017. Characterisation of production units and evaluation of sanitary risks in urban agriculture: case of the city of Bobo-Dioulasso. Engineering thesis, Matourkou Agricultural Training Centre, Bobo-Dioulasso, 59p.

[8] Zmirou D., Beausoleil de Conick P., Déportes I., Dor F. and Empereur-Bissonet P., 2003. Waste and polluted soils, in: Environment and public health-foundation and practice, pp. 397-440p.

[9] Knudsen L., Phuc P., Hiep N., Samuelson H., Jensen P., Dalsgaard A., Raschid- Sally L. and Konradsen F. 2008. The fear of awful smell: risk perceptions among farmers in Vietnam using wastewater and human excreta in agriculture. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health,* 39 (2): 341-352.

[10] Yonkeu I., 2006. Artisanal production of household waste compost in the Pouytenga area of Burkina Faso: contamination and toxicity risks and risk reduction strategies. Technical report 29p.

[11] Nanéma S. L., 2007. Composting and evaluation of the agronomic efficiency of urban solid waste compost in the city of Bobo-Dioulasso. Engineering thesis, IPR/IFRA, Katiébougou (Mali), 67 p.

[12] Gnankambary Z., Hien V. and Thiombiano L., 2000. Impact of urban solid waste on some chemical characteristics of soils 9 p.

[13] Kozlowski R., Kozlowska J., Grabowska L., Mankowski J. and Szpakowska B., 2003. Heavy metals in the environment, threats and possibilities for response. http://www.chanvreinfo. ch/info/en/hemp-and-agriculture.html.

[14] Trabaud L., 1995. Germination patterns of Mediterranean chisels and pines and colonisation of disturbed sites. Ecology journal (life soil).50 (1): 1-12.

[15] Farinet J. L. et Niang S., 2005. Sustainable development of urban agriculture in Francophone Africa. in http://www.irdc.ca/fr/ev-52181-201-1-DO_TOPIC.html. Accessed on 16 June 2020.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 914-921
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Analyse de l'utilisation des anti-tiques chez les bovins par les éleveurs dans le département de Korhogo (Côte d'Ivoire)

[Analysis of the use of tick repellent in cattle by farmers in the department of Korhogo (Côte d'Ivoire)]

Coulibaly Fatoumata[1], Seme Kpassi[2], Aboly Nicolas[1], Coulibaly Zonzéréké[1], M'Bari K. Benjamin[1], and Soro Yadé René[1]

[1]Institut de Gestion Agropastorale, Université Peleforo GON COULIBALY, Korhogo, Côte d'Ivoire

[2]Ecole Supérieure d'Agronomie de l'Université de Lomé (ESAM), Laboratoire de Recherche sur les Agro ressources et la Santé Environnementale (LARASE), Lomé, Togo

Copyright © 2023 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: In the perspective of improving cattle breeding and their health and for a better understanding of tick resistance to acaricides, this study was conducted in the Department of Korhogo. The objective was to verify the knowledge and skills of farmers on the use of acaricides and to contribute to the reduction of the impact of ticks on livestock productivity. Thus, a cross-sectional survey was conducted using elaborate questionnaires, followed by specific interviews with livestock stakeholders in the study area. The results showed that the majority of cattle breeders (58.06%) are Ivorians. Among them, 58.07% are between 27 and 45 years old. In addition, 51.61% of cattle farms have at least 50 heads with 83.87% being zebu breeds. In addition, to control ticks, 54.84% of farmers use alphacypermethrin as an acaricide, 41.93% of which are zebu breeds. However, none of the farmers used this medicine in accordance with the instructions and standards of use, 68% of them used an underdosed treatment and 32% an overdosed treatment. The most common method of treating cattle against ticks was spraying. The presence of ticks despite the use of alphacypermethrin could be related to the misuse of this product, resulting in resistance issues. It would therefore be important to respect the normal dosage of the product. In order to minimise resistance problems, awareness is needed among farmers for the proper use of acaricide products as well as all other drugs.

KEYWORDS: Ticks, Alphacypermethrin, Breeders, Cattle, Korhogo, Côte d'Ivoire.

RESUME: Dans la perspective de l'amélioration de l'élevage bovin ainsi que de leur santé et pour une meilleure compréhension des résistances des tiques contre les acaricides, cette étude a été conduite dans la Département de Korhogo. Son objectif général était de vérifier les connaissances et aptitudes des éleveurs sur l'utilisation des acaricides et contribuer à la réduction de l'impact des tiques sur la productivité du bétail. Ainsi, une enquête transversale a été menée à l'aide de questionnaires élaborés, suivis d'entretiens spécifiques avec les acteurs de l'élevage dans la zone d'étude. Les résultats ont montré que les éleveurs de bovins sont à majorité (58,06%) des ivoiriens. Parmi eux, 58,07% ont un âge compris entre 27 et 45 ans. En outre, 51,61% des fermes bovines possèdent au moins 50 tètes avec 83,87% de races zébus. Par ailleurs, pour lutter contre les tiques, 54,84% des éleveurs utilisent l'alphacyperméthrine comme acaricides dont 41,93% sur la race zébus. Cependant, aucun éleveur n'utilisait ce médicament dans le respect de la notice et des normes d'utilisation, 68% d'entre eux faisaient un traitement sous dosé et 32% un traitement surdosé. La méthode la plus courante pour traiter les bovins contre les tiques était la pulvérisation. La présence des tiques malgré l'utilisation de l'alphacyperméthrine pourrait être mise en relation avec la mauvaise utilisation de ce produit, avec pour conséquence les questions de résistance. Il serait donc important de respecter la posologie normale du produit. Dans l'optique de minimiser les problèmes de résistances, une sensibilisation est nécessaire auprès des éleveurs pour une bonne utilisation des produits acaricides ainsi que tous les autres médicaments.

MOTS-CLEFS: Tiques, Alphacypermethrine, Eleveurs, Bovins, Korhogo, Côte d'Ivoire.

Corresponding Author: Coulibaly Fatoumata

1 INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire, pays côtier ouest africain, n'a pas une tradition pastorale. Elle dépend habituellement de la région sahélo-soudanienne pour son approvisionnement en viande de bétail [1]. Pour réduire cette dépendance, l'état ivoirien a mis en place une stratégie afin de stimuler le développement de l'élevage. Cela s'est traduit par la création dès 1970 de l'ex Société de Développement des Productions Animales. Aussi, l'Etat a mis en place un financement de projets d'encadrement et de développement de l'élevage et la création d'infrastructures agropastorales notamment dans la région nord du pays [2]. En complément à la production bovine, d'autres programmes se sont également intéressés à la production laitière bovine [3]. Malgré tous ces efforts consentis, le déficit en viande demeure. Cette situation est créée par de nombreuses contraintes qui sont à la fois alimentaire, sociale et sanitaire notamment le parasitisme par les tiques qui représente un problème dans l'élevage des bovins [4], [5].

Les pertes annuelles dues aux maladies transmises par ces tiques sont estimées à plus de 7798,5 milliards de FCFA dans le monde [6]. C'est dans le but d'atténuer l'impact de ces tiques sur la productivité du bétail que s'inscrit cette étude intitulée. Son objectif général est de vérifier les connaissances et aptitudes des éleveurs sur l'utilisation des anti-tiques et contribuer à la réduction de l'impact des tiques sur la productivité du bétail dans le département de Korhogo. Il s'agira spécifiquement dans un premier temps d'identifier les acaricides utilisés pour lutter contre les tiques dans la zone d'étude, ensuite d'identifier le mode de traitement de ces produits.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 PERIODE ET ZONE D'ETUDE

Les investigations ont eu lieu au cours de la période allant du mois de janvier au mois de mars 2019. Au total, 11 localités ont été visitées dans 8 des 16 Sous-préfectures du département de Korhogo. Ce sont les sous-préfectures de Dasoumgbo, Kiemou, Koni, Korhogo, Koumborodougou, Lataha, Niofouin, et de Sohouo (figure 1).

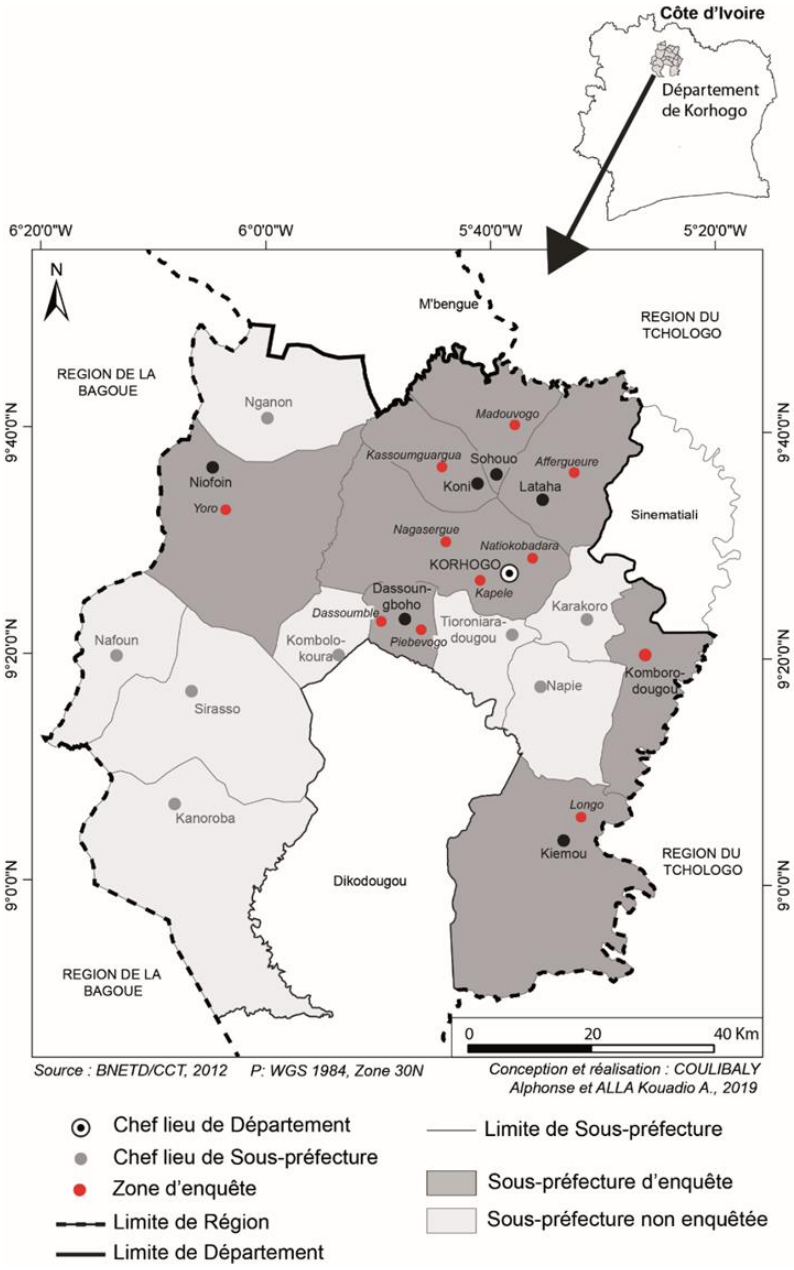


Fig. 1. Carte du département de Korhogo présentant les zones d'étude

2.2 ECHANTILLONNAGE

L'étude a été effectuée sur une population cible bien précise à savoir les propriétaires, éleveurs ou gérants de fermes d'élevage de bovins, ainsi que les bovins et les tiques. Les localités enquêtées ont été choisies à cause du nombre important de bétails. Par ailleurs, 31 élevages ont été choisis au hasard dans 11 différentes localités avec l'aide des agents du cabinet vétérinaire de Korhogo. Un entretien et une enquête transversale par questionnaire ont été effectués auprès des éleveurs de bovins dans différents villages sur une période de 3 mois. Le modèle d'enquête utilisé est une enquête factuelle.

2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les différentes données collectées ont été soumises aux analyses statistiques descriptives élémentaires. Ces analyses ont été faites à l'aide du logiciel informatique Excel.

3 RÉSULTATS

3.1 PROFIL SOCIOLOGIQUE DES ELEVEURS

L'enquête a montré qu'il existe 3 nationalités au niveau des éleveurs de bovins dans le département de Korhogo. L'activité est dominée par les ivoiriens (58%), suivis des maliens (36%) puis des nigériens (6%). Les éleveurs enquêtés sont tous des adultes avec des âges variables. Parmi eux, 58,07% ont entre 27 et 45 ans, 22% sont dans l'intervalle 45 à 60 ans et 19% ont entre 60 et 73 ans.

3.2 CONDUITE D'ÉLEVAGE

3.2.1 RACE ET TAILLE DES TROUPEAUX

Les principales races bovines rencontrées dans la sous-préfecture de Korhogo sont les races n'dama et les races zébus (tableau I). Concernant la taille des troupeaux, 51,61% des parcs contenaient 20 à 50 têtes, 35,48% des parcs possédaient 50 à 100 têtes en leur sein et le reste (12,9%) 100 têtes et plus (Tableau II).

Tableau 1. Répartition des races d'animaux selon les différentes localités

Sous-préfectures	Race des animaux			
	N'dama		Zébus	
	Nombre	Pourcentage (%)	Nombre	Pourcentage (%)
Korhogo	2	40	13	50
Kiemou	0	0	2	7,69
komborodougou	1	20	6	23,07
Dassougbô	0	0	2	7,69
Sohouô	0	0	1	3,84
Koni	0	0	1	3,84
Lataha	1	20	1	3,84
Niofoin	1	20	0	0
Total	**5**	100	**26**	100

Tableau 2. Taille des troupeaux

Taille des troupeaux	Pourcentage (%)
20 à 50 tête	51,61
50 à 100 tête	35,48
100 tête et plus	12,9
Total	**100**

3.2.2 PRINCIPAUX PRODUITS ACARICIDES ET MÉTHODES DE TRAITEMENT CONTRE LES TIQUES

3.2.2.1 PRODUITS ACARICIDES

Le principal principe actif le plus utilisé par les éleveurs pour traiter les bovins comme anti-tique est l'alphacypermethrine (54,84%), suivi de l'amitraz (25,81%). Par ailleurs, 19,35% utilisent les deux produits.

3.2.2.2 RÉPARTITION DES PRODUITS ACARICIDES SELON LES LOCALITÉS

Les principaux principes actifs utilisés par les éleveurs selon les localités visitées sont rencontrés dans le tableau III. La sous-préfecture de Korhogo demeure la localité où au moins la moitié des éleveurs utilisent l'alphacypermethrine (58,82%) et tandis que 12,5% utilisaient l'amitraz (50%). En revanche, les éleveurs utilisant simultanément ces deux produits sont plus rencontrés dans la sous-préfecture de Komborodougou (50%).

Tableau 3. Répartition des produits acaricides selon les localités: n = nombre

Sous-préfectures	Produits acaricides					
	Alphacypermethrine		Amitraz		Amitraz et Alphacypermethrine	
	n	Pourcentage (%)	n	Pourcentage (%)	n	Pourcentage (%)
Korhogo	10	58,82	4	50	1	16,66
Kiemou	1	5,88	1	12,5	0	
Komborodougou	2	11,76	2	25	3	50
Dassougbô	1	5,88	0	0	1	16,66
Sohouô	1	5,88	0	0	0	0
Koni			0	0	1	16,66
Lataha	1	5,88	1	12,5	0	0
Niofoin	1	5,88	0	0	0	0
Total	17	100	8	100	6	100

3.2.2.3 Fréquence d'utilisation des acaricides en fonction de la nationalité des éleveurs

Les principaux produits acaricides utilisés par les éleveurs selon leur nationalité sont consignés dans le tableau IV. Selon l'étude, 50% des ivoiriens dans la localité utilisent l'alphcypermethrine, 27,77% l'amitraz et 22,22% l'alphacypermethrine et l'amitraz. Ils sont suivis des maliens chez lesquels 63,63% utilisent l'alphacypermethrine et 18,18% l'amitraz et l'alphacypermethrine. Quant aux nigériens ils n'utilisaient que l'alphaypermethrine à 50% puis l'amitraz et l'Alphacypermethrine à 50%.

Tableau 4. Répartition de la nationalité des éleveurs selon les acaricides utilisés

Produits acaricides	Nationalité					
	Ivoirien		Malien		Nigérian	
Alphacypermethrine	9	50%	7	63,63%	1	50%
Amitraz	5	27,77%	2	18,18%	1	50%
alphacypermethrine et amitraz	4	22,22%	2	18,18%	0	0
Total	**18**	100	**11**	100	**2**	100

3.2.2.4 Répartition de l'utilisation des produits acaricides en fonction de l'âge des éleveurs

Les principaux produits acaricides utilisés par les éleveurs selon les tranches d'âges sont consignés dans le tableau V. L'étude relève que la tranche d'âge des éleveurs ayant 27 à 45 ans utilise plus l'alphacypermethrine, soit 73, 33%, alors que 20% utilisent l'amitraz et 6,66% utilisent les deux à la fois. Ceux ayant entre 46 et 60 ans utilisent moins à 30 % l'amitraz et à 40% les 2 à la fois. Pour ceux âgés de 61 à 73 ans, 50% utilisent l'aphacypermethrine, 33,33% l'amitraz et 16,66 % les 2 à la fois.

Tableau 5. Répartition de l'utilisation des produits acaricides en fonction de l'âge des éleveurs

Produits acaricides	Tranches d'âges (année)					
	27-45		46-60		61-73	
	n	Pourcentage (%)	n	Pourcentage (%)	n	Pourcentage (%)
Alphacypermethrine	11	73,33	3	30	3	50
Amitraz	3	20	3	30	2	33,33
Alphacypermethrine et amitraz	1	6,66	4	40	1	16,66
Total	15	100	10	100	6	100

: n = nombre

3.2.2.5 FRÉQUENCE D'UTILISATION DES ACARICIDES SELON LES RACES D'ANIMAUX

Les éleveurs de bovins utilisent l'alphacypermethrine plus sur la race zébu que sur la race n'dama (tableau VI).

Tableau 6. Répartition des produits acaricides utilisés selon les races d'animaux

Produits acaricides	Race des animaux			
	N'dama		Zébus	
	Nombre	Pourcentage (%)	Nombre	Pourcentage (%)
Alphacypermethrine	4	80	13	50
Amitraz	1	20	7	26,92
alphacypermethrine et amitraz	0	0	6	23,07
Total	5	100	26	100

3.2.2.6 MODE DE TRAITEMENT CONTRE LES TIQUES

L'étude à relever qu'aucun éleveur de bovins enquêté n'a eu recours en aucun cas aux produits non synthétiques pour le traitement contre les tiques. Ils ont tous eu recours à la méthode de pulvérisation manuelle pour le traitement contre les tiques.

3.2.2.7 EVALUATION DU DOSAGE DE L'ALPHACYPERMETHRINE UTILISÉ PAR LES ÉLEVEURS

La figure 2 montre la répartition des éleveurs selon le dosage d'alphacypermethrine utilisé pour 16 litre d'eau (pulvérisation), avec pour dose normal 16ml d'alphacypermethrine pour 16L d'eau. Concernant la proportion du dosage, 50% des éleveurs ont utilisé la dose de 10 ml d'alphacypermethrine pour 16litre d'eau, 16% d'entre eux ont utilisé la dose de 15 ml et 20 ml de l'alphacypermethrine pour 16 litre d'eau 13% ont utilisé la dose 12ml pour 16 litre d'eau. Seulement 4% ont utilisé la dose normale de l'alphacypermethrine soit 16ml pour 16litre d'eau.

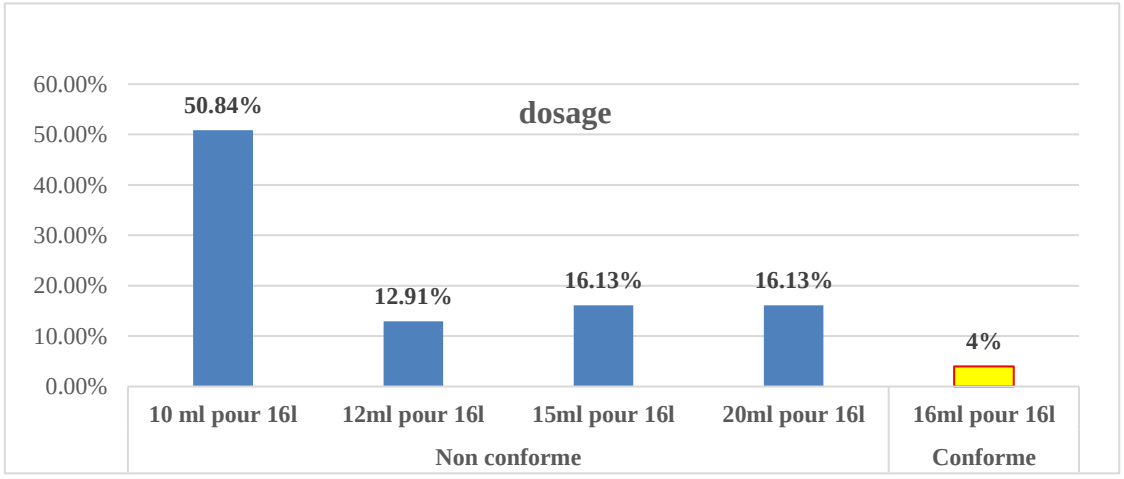


Fig. 2. Dose d"alphacypermethrine utilisé pour 16ml d'eau selon les éleveurs

3.2.2.8 APPRECIATION DE L'ACTION DE L'ALPHACYPERMETHRINE SELON LES ÉLEVEURS

Cette étude a relevé que 68% des éleveurs trouvaient non efficace le produit utilisé tandis que 32% le trouvaient efficace (tableau VII).

Tableau 7. Appréciation de l'action de l'Alphacypermethrine selon les éleveurs

Localité	Alphacypermethrine			
	Efficace		Non efficace	
	Nombre	Pourcentage (%)	Nombre	Pourcentage (%)
korhogo	5	16,12	10	32,25
Kiemou	1	3,22	1	3,22
Komborodougou	4	12,9	3	9,67
Dassougbô			2	6,45
Sohouô			1	3,22
Koni			1	3,22
Lataha			2	6,45
Niofoin			1	3,22
Total	10	32,24	21	67,7

4 DISCUSSION

L'analyse des résultats dans la sous-préfecture de Korhogo fait ressortir que 58,06% des éleveurs de bovins sont des ivoiriens. Aussi, 58,07% d'entre eux ont un âge compris entre 27 et 45 ans, Ces pourcentages élevés témoigneraient de l'adhésion des populations ivoiriennes de la région dans la pratique de l'élevage des bovins et l'intérêt économique qu'elles y portent. Ces résultats confirment les travaux de [7] sur la naissance d'une mentalité "d'éleveur" chez le paysan ivoirien dans un pays où l'élevage n'était et n'est toujours pas, une tradition bien établie.

La principale race rencontrée dans la région est la race zébus (83,87%). La race locale n'dama est très peu perceptible dans les élevages. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les zébus sont mieux adaptés aux conditions arides. Ils possèdent de grande taille, et sont habitués aux longs déplacements au cours desquels ils valorisent les parcours naturels pauvres contrairement aux races locales qui présentent des aptitudes trypanotolérantes et sont aussi bien adaptées à leur milieu d'élevage. Il existe aussi des races métisses (50,9%) issues des croisements entre la race n'dama et la race zébu. Par conséquent, ces hybrides ou métisses permettent aux éleveurs d'avoir des animaux plus résistants et plus performants. Ce résultat concorde avec ceux de [8] et [9] qui affirment que les élevages de la région nord présentent des signes très importants de métissage de l'ordre de 43 à 57%. Une étude réalisée par [10] au nord-est du Benin a révélé les mêmes résultats. Cependant, ces résultats diffèrent de ceux de [11] et [12] respectivement dans l'Etat d'Oyo au Nigeria, et au Sénégal oriental selon lesquels les races mixtes sont nettement prédominantes. Ceci montre que les éleveurs choisissent les races à élever en fonction de leurs objectifs de production et de l'adaptation de ces races aux conditions climatiques. En d'autres termes, les troupeaux de grande taille contribuent sûrement à la sécurité alimentaire à travers la fourniture en aliments et constituent une source de revenus. Ils représentent une couverture contre les risques en tant que capital et peuvent être échangés contre la nourriture en période de déficit.

L'étude a montré que les principaux produits acaricides rencontrés dans la zone de Korhogo dans les parcs des exploitants bovins sont l'alphacypermethrine et l'amitraz. Ces acaricides sont très variés aussi bien dans leur nature que dans leur mode d'utilisation. Ainsi, il existe diverses formulations d'utilisation ou technologies d'application. La plus courante est la pulvérisation, toutefois 41,93% des éleveurs utilisent l'alphacypermethrine sur la race zébu. Cela a été rapporté par [13]. La sélection de races animales résistantes aux tiques s'opère par sélection ou par croisement entre animaux dans le but d'obtenir un produit ayant une immunité naturelle face aux tiques. Par ailleurs, on constate une mauvaise utilisation du produit alphacypermethrine, qui n'agit pas sur les mouches tsé-tsé, les mouches et pratiquement plus sur les tiques. Parmi les éleveurs de la localité, 80% utilisaient l'alphacypermethrine de manière surdosée et 16% l'utilisaient en sous dosage. Dans ces conditions, des résistances pourraient s'installer et les tiques séviront toujours si bien que le produit ne va pas les anéantir et il aura toujours des maladies à tique telle que la cowdriose, la babesiose, l'anaplasmose et la theireliose. Cela est rapporté par [14], affirmant que dans la plupart des cas, il est probable que les gènes qui confèrent une résistance soient déjà présents au niveau très bas dans la population de tiques avant l'introduction d'un nouvel acaricide. En effet, les suspicions de résistance se font lorsqu'il y a des échecs de traitements dans la lutte contre les tiques du bétail. Quelques éleveurs ont affirmé que certaines tiques séchaient, mouraient et tombaient, mais avec quelques résistances. Il n'en demeure pas moins que si le surdosage est plus efficace contre les tiques, il s'avère que cela soit toxique pour les veaux, et même pour les adultes. Par conséquent, lorsque la défaillance de la lutte contre les tiques est observée, la résistance soupçonnée doit être confirmée avant de choisir un nouvel

acaricide. Une fois que la résistance est confirmée, les éleveurs et les acteurs de la filière bétail doivent être informés sur l'utilisation de produits chimiques de remplacement pour le contrôle des populations résistantes.

5 CONCLUSION

Dans le département de Korhogo 58,06% des éleveurs de bovins sont des ivoiriens et 58,07% d'entre eux ont un âge compris entre 27 et 45 ans. En outre, 51,61% des fermes bovines possèdent plus de 50 tètes avec une prédominance des races métisses. Le principal produit acaricide utilisé dans les parcs par ces éleveurs de bovins est l'alphacypermethrine. Cependant, une mauvaise utilisation de ce produit a été constaté sur le terrain avec 80% des exploitants de la localité qui font un traitement en dessous de la dose normale et 16% un traitement au-dessus de la dose recommandée. Cela pourrait conduire au développement d'une certaine résistance des tiques face aux produits. Il est donc important pour les éleveurs d'avoir des informations sur la résistance des populations de tiques aux acaricides utilisés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements à tous les éleveurs de bovins du département d Korhogo qui ont accepté de collaborer dans le cadre de ce travail.

REFERENCES

[1] Y. Diallo, «Les peuls, les senoufo et l'état au nord de la Côte d'Ivoire. Problème foncier et gestion du pastoralisme, » *Bulletin de l'APAD,* vol. 10, pp. 35-45, 1995.

[2] N. J. Yéo, D. P. E. Kouamé et A. Djako, «Essor de l'élevage bovin dans les départements de Korhogo et Dikodougou: déterminants et implications socio-économiques, » *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes,* vol. 3, pp. 149-162, 2017.

[3] D. P. Sokouri, Z. L. Gbodjo, K. E. N'Goran et B. Soro, «Performances de reproduction et production laitière de croisés Montbéliarde x N'Dama du «Projet Laitier Sud» (Côte d'Ivoire), » *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* vol. 8, n° 3, pp. 925-936, 2014.

[4] A. Toure, C. Komoin-Oka and I. Sylla, «Cattle ticks population and prevalence of Babesia spp amongst its vector: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a zone of Ivory Coast, » *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* vol. 6, n° 4, pp. 1574-1581, 2012.

[5] A. Touré, C. A. Diaha, I. Sylla et K. Kouakou, «Récente recomposition des populations de tiques prévalent en Côte d'Ivoire, » *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* vol. 8, n° 2, pp. 566-578, 2014.

[6] B. Djakaridja, K. P. Yao, B. G. Gragnon, G. Acapovi-Yao, J. F. «Mavoungou, Situation épidémiologique des hémoporasistes des bovins dans deux zones d'élevage de la Côte d'Ivoire: cas des anciennes régions des Savanes et de la Vallée du Bandama, » *Revue de Médecine vétérinaire,* vol. 165, n° 9-10, pp. 297-303, 2014.

[7] B. N. Kouablé Bi et T. C. O. Tré Bi, Evolution des exportations du bétail malien suite aux récentes crises. Rapport définitif de l'étude APCAM/MSU/USAID Côte d'Ivoire, 2014.

[8] A. P. Atsé, Politique génétique bovine en Côte d'Ivoire. Ministère de la Production Animale, Document SODEPRA Nord, 1990.

[9] E. Camus, E. Landais et J. P. Poivey, «Structure génétique du cheptel bovin sédentaire du nord de la Côte d'Ivoire. Perspectives d'avenir en fonction de la diffusion croissante du sang zébu, » *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux,* vol. 34, n° 2, pp. 187-198, 1981.

[10] C. T. Roukayath, Place de l'élevage dans l'économie rurale des peulhs du nord Benin. Mémoire de doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Liège, Belgique, 2016.

[11] O. A. Olorunnisomo, O. A. Olubowale and M. Adesina, «Socio-economic characteristics of cattle farmers and their perception of commercial milk production in three agricultural zones of Oyo state, » *Journal of Agriculture, Forestry and the Social Sciences,* vol. 8, n° 2, pp. 1-10, 2010.

[12] M. Baldet, Diagnostic agraire des terroirs de Badi et de Wassadou dans la communauté rurale de Dialacoto (Sénégal Oriental). Mémoire de diplôme d'Ingénieur, Institut Polytechnique Saint-Louis, Université Gaston Berger de Saint-Louis, France, 2011.

[13] R. Matzigkeit, Médecine vétérinaire naturelle, lutte contre les ectoparasites tropicaux. Weikersheim Verlag Josef Margraf, 1993.

[14] S. Kandé, Evaluation de la résistance des tiques *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888) aux acaricides dans les zones d'introduction en Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso et Côte d'Ivoire). Mémoire de Master, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 2014.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 922-939
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Tele-petrography in the quantitative evaluation of petrophysical characteristics of reservoir rocks with the terra package: The case of sandstones

ASSALE Fori Yao Paul[1], DANUMAH Jean Homian[2], KOUAO Assiè François Aristide[1], MONDE Sylvain[1], and KPLOHI Yaba Hervé[3]

[1]Département de Géosciences Marines, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouet-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[2]Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouet-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[3]PETROCI, Centre d'Analyses et de Recherche (CAR), Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: In the present work, the cement and/or matrix, pores, and grains present in sandstones were quantified by tele-petrography. The selected sandstones come from the superficial formations of Ivorian onshore basin and the deep formations of offshore basin. A total of six sandstones, three from each part of Ivorian basin, were analyzed. The tele-petrographic analysis consisted of processing the images of these sandstones taken under the natural light from petrographic microscope to the R software using the «**terra**» package. The results show that the quantification of sandstone components depends on the magnification of the microscope image, the grain size, and the sorting. At low and medium magnifications, a small number of images per rock is sufficient to evaluate the proportions of the components. At high magnifications, however, a large number of images are required as they tend to overestimate the proportions of grains at the expense of other components (porosity, cement, matrix) if the grains have a poorly sorted. The presence of phenocrysts accentuates these variations. However, if the sandstones have a well sorting, the proportions of components hardly vary from one image to another, whatever the magnification. The density curves and histograms reveal that the number of components on these curves depends on the proportions; the higher the proportion of a component the better it is represented. Low proportions remain invisible on the density curves. Remote sensing is therefore promising for the evaluation of the petrophysical properties of reservoir rocks.

KEYWORDS: Tele-petrography, R, Terra, Sandstone, Porosity, reservoir rocks.

1 INTRODUCTION

The "terra" package, which was developed by Hijmans [1], provides methods for manipulating geographic (spatial) data in "raster" and "vector" forms. It is a package open access of the R language that implements two types of data: **SpatRaster** and SpatVector. A SpatRaster object represents raster data, in one or more layers (variables) that can store several fundamental parameters that describe it. It is based on the GDAL library that allows reading and processing a very large number of geographical image formats, preferably.**tif** (Tagged Image File Format).

The present work consisted of manipulating the images from natural petrographic microscope lights as a SpatRaster object without a geographical reference system which we called "tele-petrography".

Tele-petrography is a concept that we are developing at the Geology, Mineral, and Energy Resources Laboratory of the University of Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire). It consists of processing images from natural microscope light or an ordinary camera using the terra package to quantify the different components of a rock.

It is therefore the set of remote sensing techniques used to quantify the physical properties of rocks from the radiation they emit or reflect. In the case of the study of sedimentary rock with a petrographic microscope, it is an indirect method that allows the different components present on the thin slide to be clearly distinguished. These components are:

- The cement which binds the grains together;
- The matrix, the fine fraction between the grains;
- The pores which are the spaces between the grains
- The grains, which are made up of minerals

Given the usefulness of pores in the oil industry, this new technique comes at the right time in its quantitative evaluation. For the first publication of this technique, we used sandstones from the Ivorian sedimentary basin. The main objective of this study is to understand the distribution of the different components present in sandstones by this indirect technique. The specific objectives are:

- To design petrographic thin sections of these rocks;
- To carry out natural light petrographic microscopy on each thin slide;
- Process the images with the terra package.

2 METHODOLOGY

The main material submitted to our study is composed of six (6) sandstone samples (sandstone1, sandstone2, sandstone3, sandstone4, sandstone5, and sandstone6). The first three sandstones were obtained from outcrops of ferruginous sandstone from the Ivorian onshore basin and the other three from reservoir rock cores from the Ivorian offshore basin. The methodology used for the analysis of these samples is petrographic thin-slice design, petrographic description, natural light image capture, processing, and analysis of the resulting data.

The thin-slice technique starts with the impregnation of rocks under vacuum with a blue-colored resin to fill the pore spaces of the rocks. After impregnation, the rocks are reduced to a thickness of 30 µm and glued onto slides and flaps.

The resulting petrographic slides are observed under the natural light of the petrographic microscope at medium and high magnification depending on the size of the grains. The aim is to describe the rock and count the different components present in each rock (cement, matrix, pores, and grains). The description consists of determining the mineralogical composition, the nature of the cement, the type of porosity, the sorting according to Maurice [2] and Gary [3], the maturity [3], [4], and the type of sandstone [5]. For each rock observed, microscopic images are taken and recorded in the "**tif**" format.

The different images obtained are imported using the **terra** package ([1], [6], [7]). This package has functions to create a SpatRaster from images using the raster function of the package. The default settings create a global raster data structure with a coordinate reference system of longitude/latitude and cells (pixels). In the present work, no coordinate reference system is used.

The plot function of the package provides multi-spectral SpatRasters composed of cells (pixels). The resulting rasters contain categorical data (cement, matrix, grains, and pores) that are digitally coded. These codes are grouped by colour interval, and the more explicit spectra (layers) of the rock components are merged into a SpatRaster to better differentiate the components (Equation 1).

$$\mathbf{Layer} = \frac{\sum_1^n \text{layer (i)}}{n} \qquad \text{(Equation 1)}$$

Layer: merged layers, **layer (i):** elementary layer, **n**: number of merged layers.

The analysis of the SpatRaster obtained after fusion consists in plotting histograms and density curves of the different rock components as a function of the colorations. Subsequently, the sum of the cells and the proportions of the components occupying the different cells are determined; this makes it possible to determine the percentages of cement, matrix, pores, and grains in each image (Equations 2 and 3). The total proportions are the sum of the proportions of each image taken per sample (Equation 4).

$$\mathbf{S} = \sum_1^n \text{cells} \qquad \text{(Equation 2)}$$

$$\mathbf{\%X_i} = \frac{\sum_1^n x}{S} \qquad \text{(Equation 3)}$$

$$\%X = \frac{\sum_1^n \%\text{Elément}}{n} \qquad \text{(Equation 4)}$$

With :

S: sum of the cells,
%X$_i$: proportion of each component (cement, matrix, pores, grains) in image i,
%X: average of the proportions of each component over all the images taken per rock.

3 RESULTS

3.1 PETROGRAPHIC DESCRIPTION OF THE SANDSTONES

3.1.1 SANDSTONE OF THE IVORIAN ONSHORE BASIN

The petrographic description of the ferruginous sandstones reveals a mineralogy composed of xenomorphic quartz. Phenocrysts are found among this quartz. All the sandstones are poorly sorted except sandstone 1 which is moderately sorted. The mineralogical maturity of these sandstones is stable. Based on textural maturity, these sandstones are immature. According to the classification [5], they are ferruginous quartz wackes. These sandstones are derived from the gratification of clayey sand whose clay matrix has been oxidized [8]. Among these sandstones, two sandstones are porous (sandstone1 and sandstone) and the third one (sandstone3) is non-porous; the porous sandstones are made of three components (cement, pores, and grains), and the non-porous ones of two components (cement and grains). The pores of sandstones are intergranular and interconnected pores (Fig. 1); the cement is represented by black colour, the pores by blue, and the grains by white.

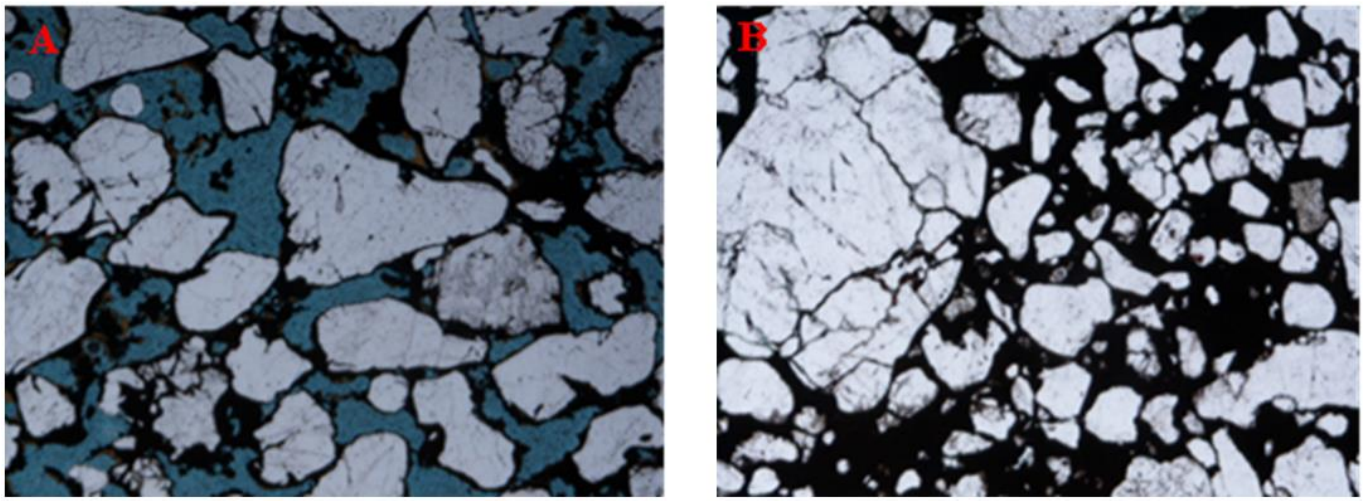


Fig. 1. Ferruginous quartz wackes. A: Porous ferruginous quartz wackes and moderately sorted. B: Non-porous ferruginous quartz wackes and poorly sorted

3.1.2 SANDSTONE OF THE IVORIAN OFFSHORE BASIN

The sandstones in this part of the basin are mainly composed of monocrystalline quartz grains, rarely accompanied by oxidised glauconite grains. Quartz phenocrysts occur in some sandstones, and quartz grain outgrowth can be seen in some sandstones. The pores of these sandstones are mostly filled with a clay matrix which is oxidised in places to a ferruginous cement (Fig. 2). In this figure, the grains are in white, the pores in blue and the matrix and/or cement in black. The blue resin that occupies the pores is sometimes mixed with the matrix in some places in the sandstone. The pores are only present in sandstones4 and sandstone5; the matrix and/or cement are in small quantities. The sandstone6 is non-porous and consists of sometimes oxidised matrix and grains.

The sandstones of the offshore basin are well sorted (sandstone4) to poorly sorted (sandstone5 and sandstone6). Sandstone4 and sandstone5 are quartz arenite and sandstone7 is quartz wacke.

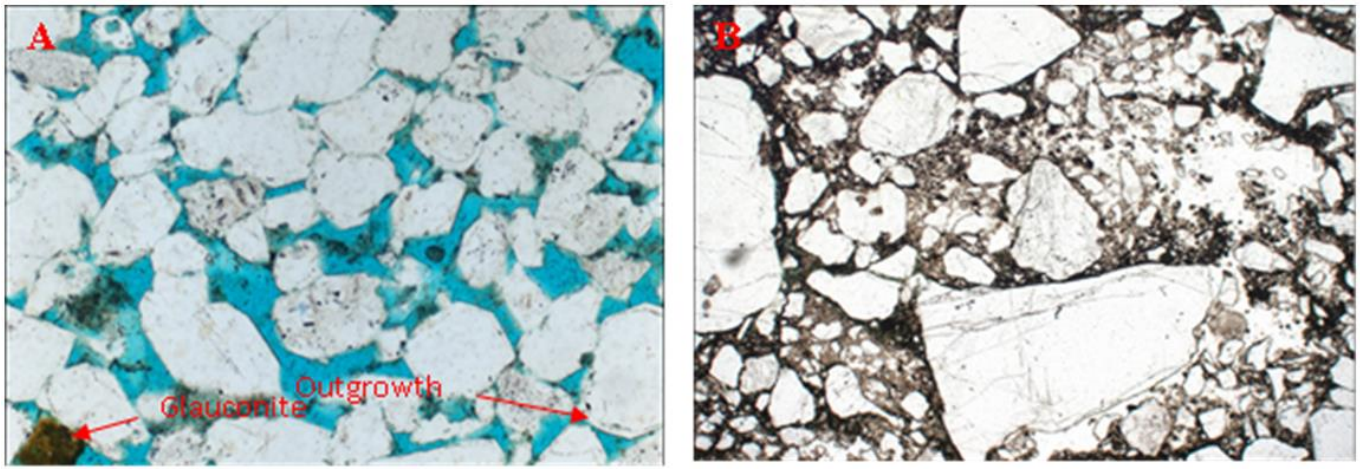


Fig. 2. A: Well sorted and porous quartz arenite. B: Poorly sorted and non-porous quartz wacke.

3.2 TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONES

The image processing results in SpatRasters with four spectra (layers), three of which can be used to characterize the different components. The fusion of three layers gives a SpatRaster whose pixels are grouped in five intervals color. For each sandstone sample, two images were used for processing.

3.2.1 TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONES IN THE IVORIAN ONSHORE BASIN

TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONE 1

This sandstone is composed of three components, namely pores, cement and grains. The pores are interconnected and are represented in the images by blue colouring. Both images were taken at the same magnification.

The SpatRasters of two images of sandstone1 group the pixels (cells) into five colour intervals, of which one interval corresponds to the cement, two to the pores and two to the grains (Figures 3 and 5). The average sum of cells (pixels) in two images is 998199.5; the sandstone1_1 image has the higher sum (Tab. 1). The distribution of these cells in the cement, pores and grains of sandstone1 gives an average abundance of 47.29% grains, 30.77% pores and 21.95% cement (Tab. 1). The components are not uniformly distributed in the different areas of the sandstone1 based on the different values (Tab. 1).

The density curves of different images of sandstone1 show three modes reflecting the three components (cement, pores and grains). These density curves and their corresponding histograms also show that grains are the most dominant in the two sandstone1 images (Fig. 4 and 6). Although the cement mode is higher than the pore mode in the density diagram of sandstone1_1, the proportion of cement is still lower than that of pores; this is because the cement mode is leptokurtic (very sharp) and less dispersed (0 - 36.8) while the pore mode is more extensive (36.8 -110) with more cells.

Table 1. Proportion of Components in the Sandstone 1

Statistics	Sandstone 1		Average
	sandstone1_1	sandstone1_2	
Sum	1001422	994977	**998199.5**
%Cement	25.13	18.77	**21.95**
%Pores	28.46	33.07	**30.77**
%Grains	46.41	48.16	**47.29**
%Total	100	100	**100**

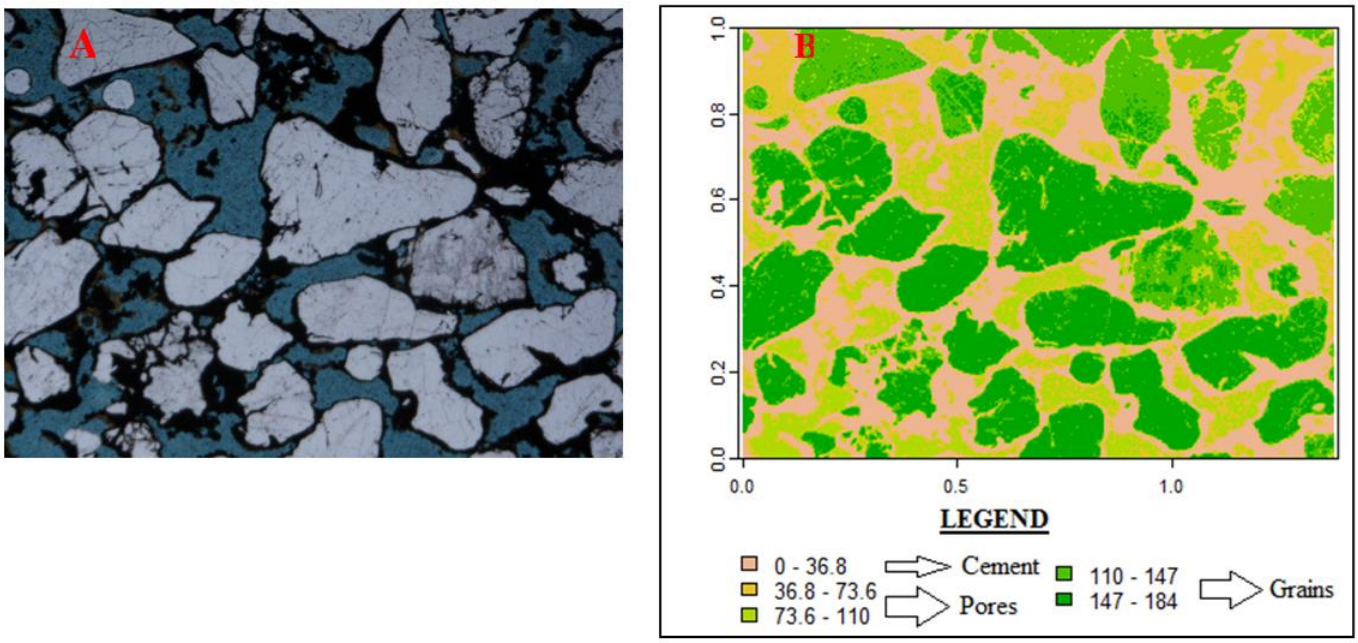


Fig. 3. Image of Sandstone 1_1. A: Natural light. B: SpatRaster

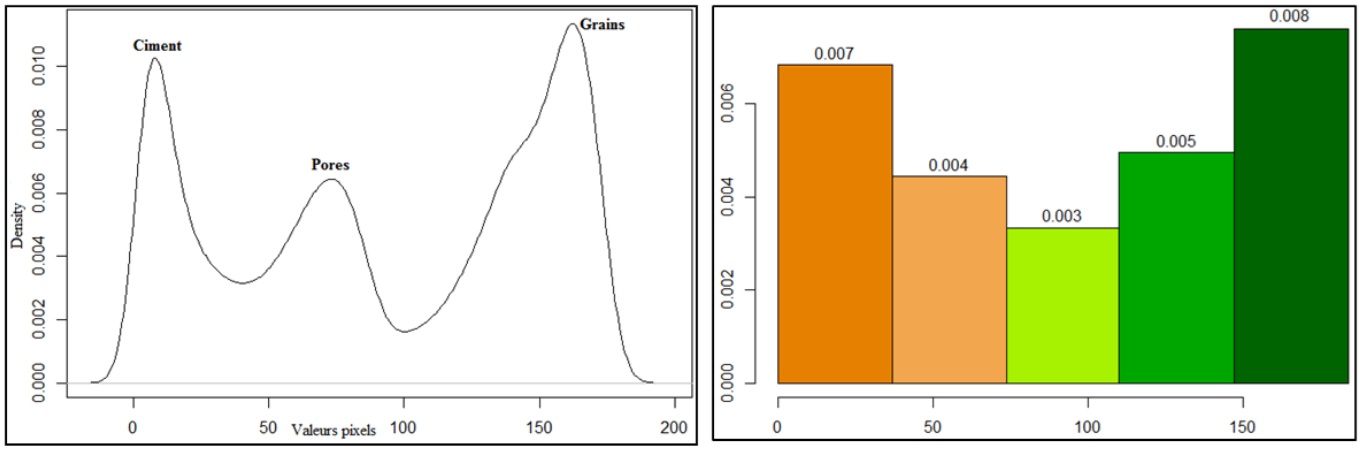


Fig. 4. Density curve and histogram of Sandstone 1_1

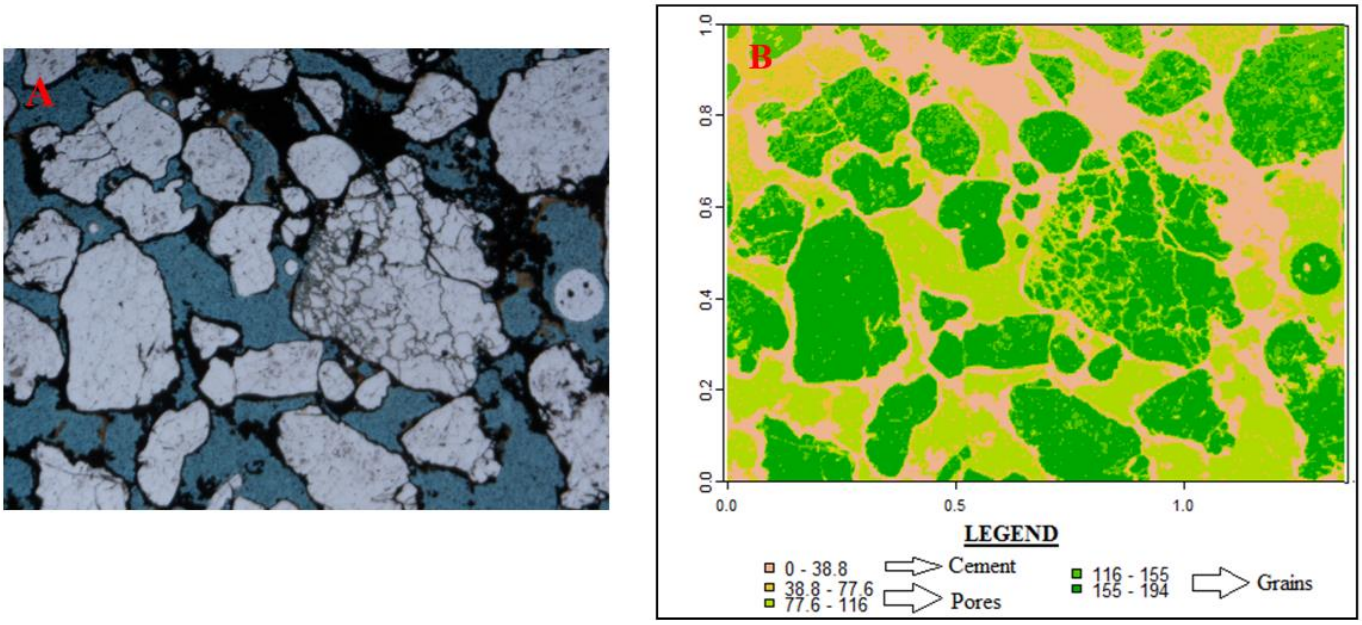


Fig. 5. Image of Sandstone 1_2. A: Natural light. B: SpatRaster

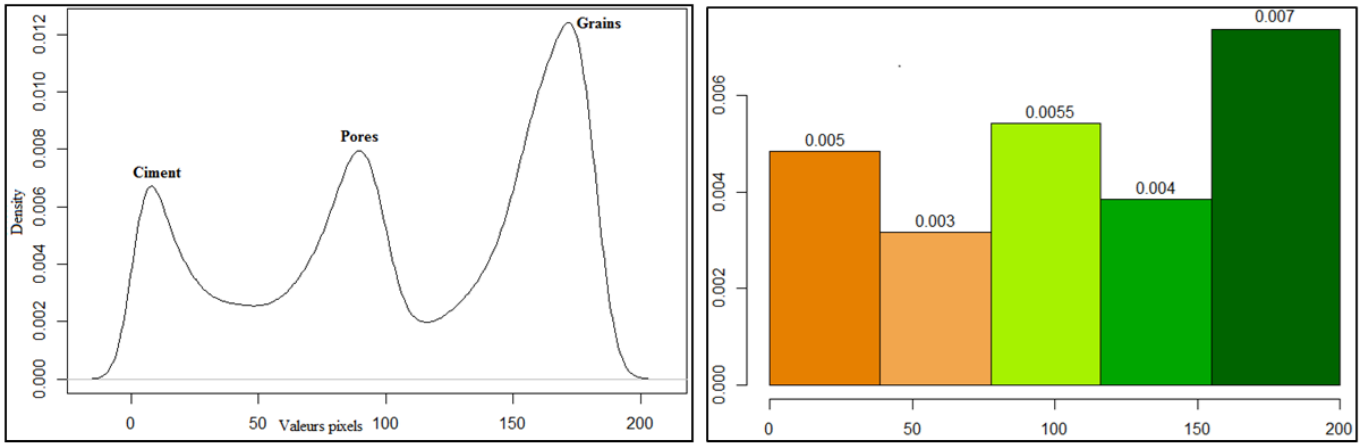


Fig. 6. Density curve and histogram of sandstone 1_2

TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONE 2

The two images of sandstone 2 were also taken at the same magnification under transmitted light. The average cell sum (pixel) of the SpatRasters is 1001052. In the SpatRasters, the cement is located in one staining interval, the pores and grains in two intervals each (Fig. 7 and 9). Cement occupies on average 17.2% of the pixels, pores 45.28% and grains 37.53%. The pores are the most numerous on average (Tab. 2). But in image 2 of sandstone 2 (sandstone 2_2), grains dominate. This can be seen from the density curves and histograms, which also show the abundant proportions and the three components (Fig. 8 and 10).

Table 2. Proportion of Components in the Sandstone 2

Statistics	Sandstone 2		Average
	Sandstone 2_1	Sandstone 2_2	
Sum	1000818	1001286	**1001052**
%Cement	14.04	20.35	**17.2**
%Pores	55.08	35.47	**45.28**
%Grains	30.88	44.18	**37.53**
%Total	100	100	**100**

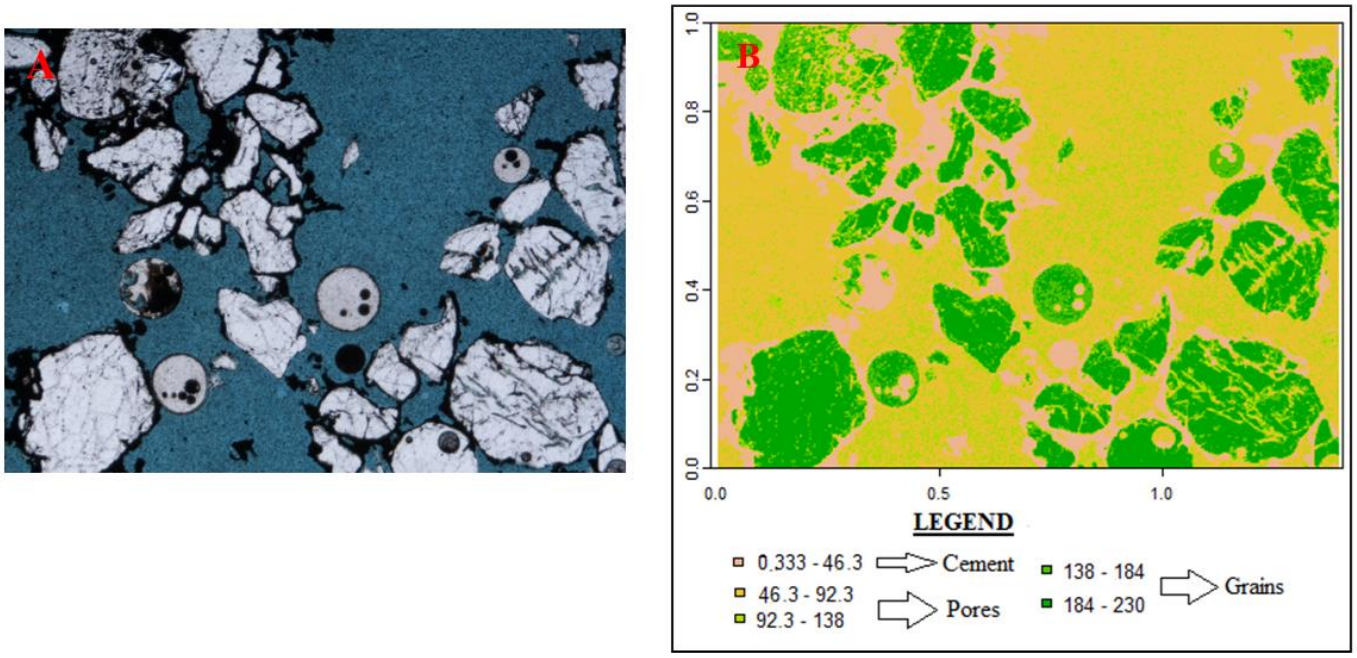


Fig. 7. Image of Sandstone 2_1. A: Natural Light. B: SpatRaster

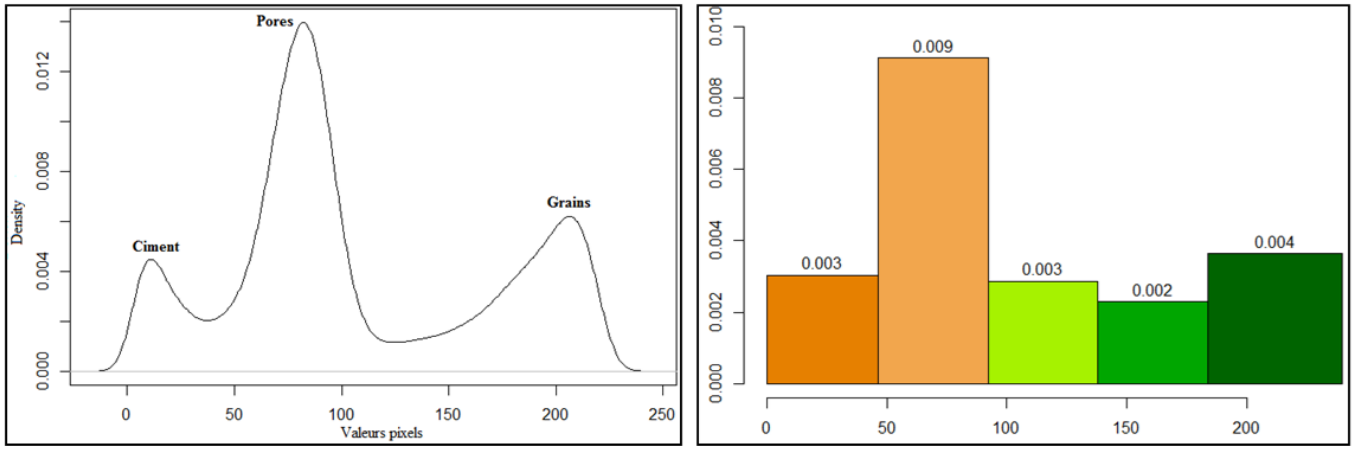


Fig. 8. Density curve and histogram of sandstone 2_1

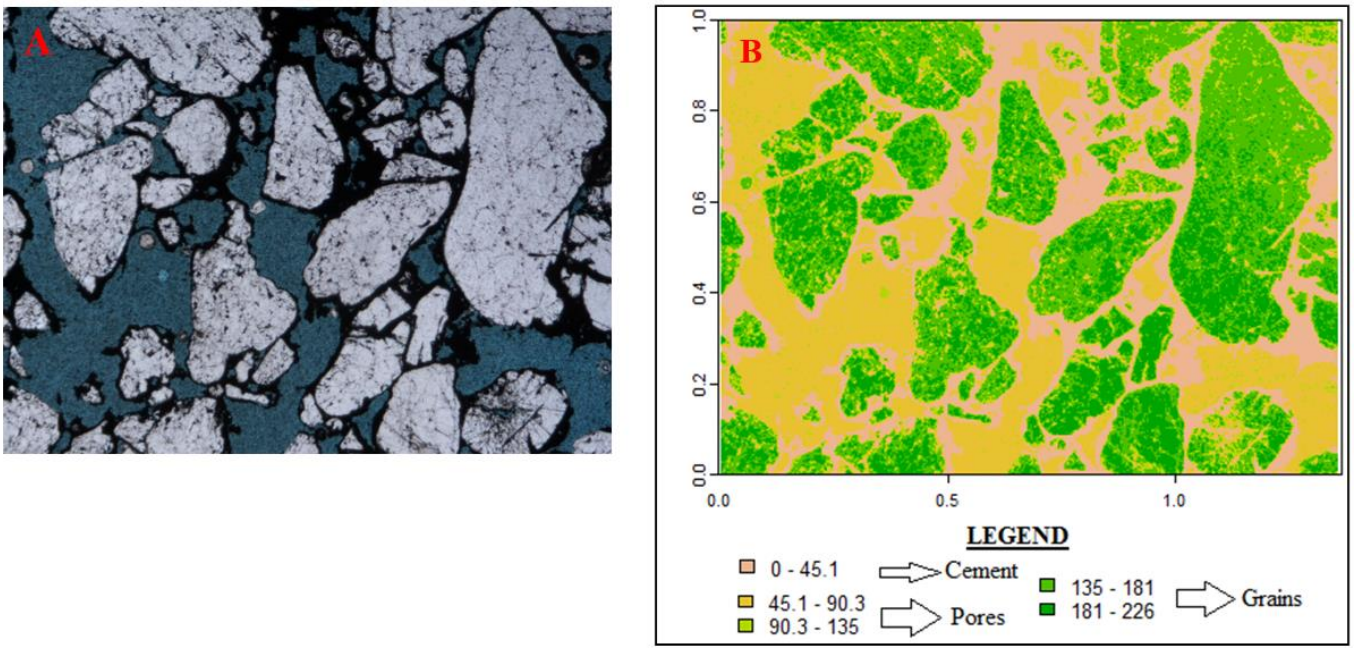


Fig. 9. Image of Sandstone 2_2. A: Natural light. B: SpatRaster

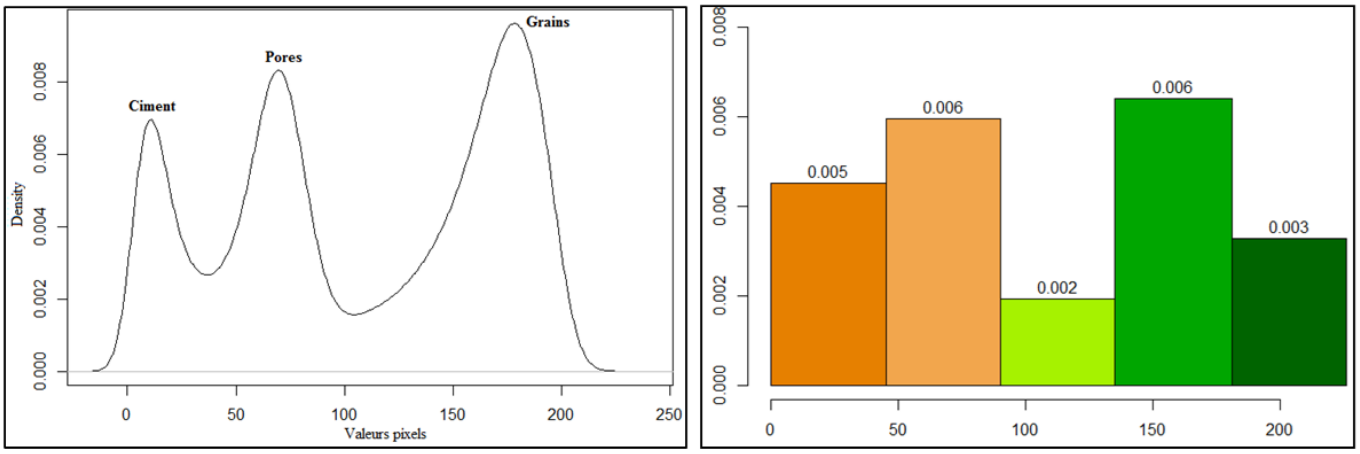


Fig. 10. Density curve and histogram of sandstone 2_2

TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONE 3

The sandstone 3 is non-porous; it consists of cement and grains (quartz minerals). The SpatRasters pixels of the two images of this sandstone are grouped into five color intervals, of which two intervals correspond to cement and three to grains (Fig. 11 and 13). The average sum of the pixels is 1000770, of which the cement has an average of 42.78% and the grains 57.23% (Tab. 3).

Table 3. Proportion of Components in the Sandstone 3

Statistics	Sandstone 3		Average
	Sandstone 3_1	Sandstone 3_2	
Somme	1000971	1000569	**1000770**
%Cement	40.18	45.37	**42.78**
%Grains	59.82	54.63	**57.23**
%Total	100	100	**100**

The density curves of the two sandstones also reveal two modes, one associated with cement and the other with grains. However, the cement mode is more important than the grain mode in both images. The cement pixel values are more concentrated between 0 and 50 while those of the grains are more spread out. This is further explained by the histograms which show the distribution of the pixels over the five intervals (Fig. 12 and 14).

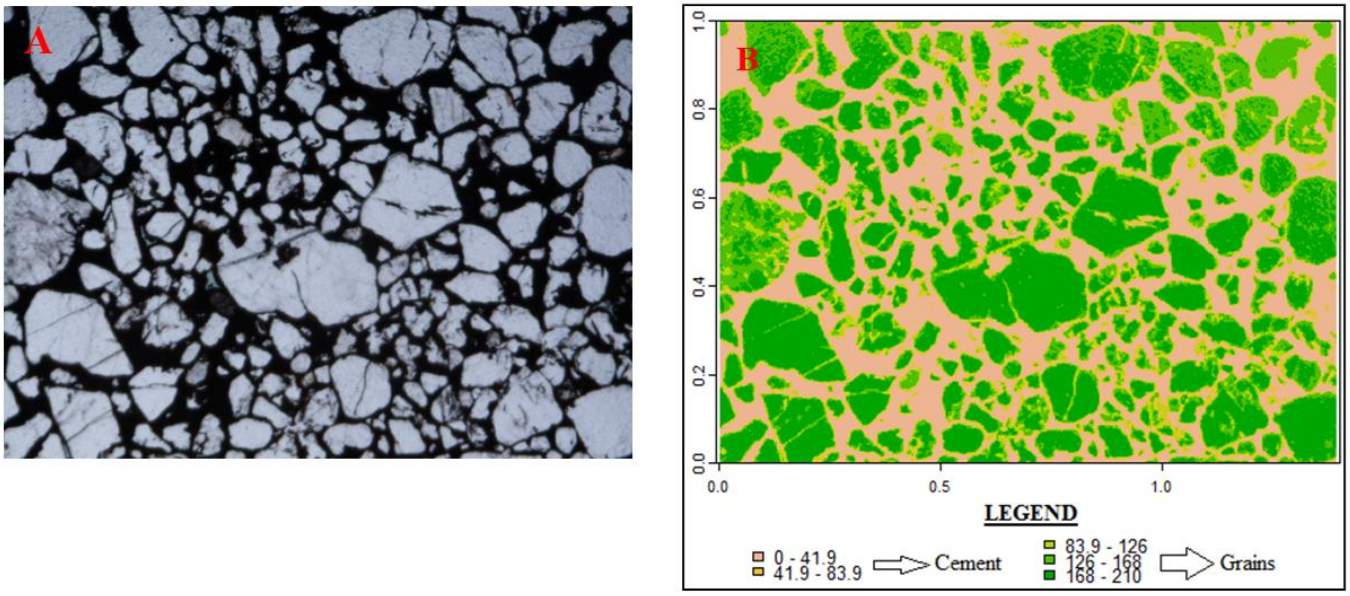


Fig. 11. Image of Sandstone 3 _1. A: Natural light. B: SpatRaster

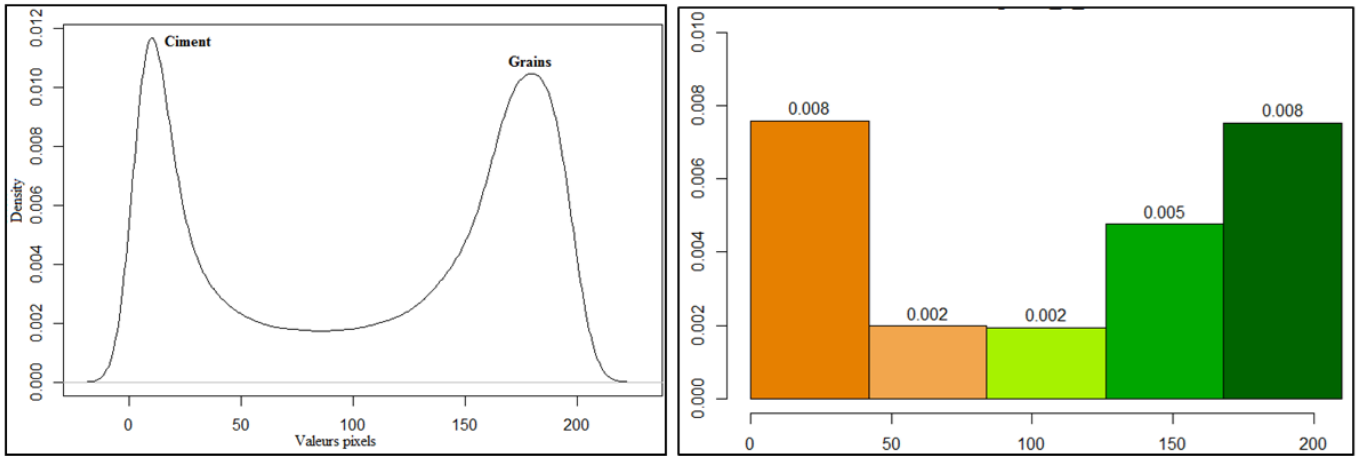


Fig. 12. Density curve and histogram of Sandstone 3_1

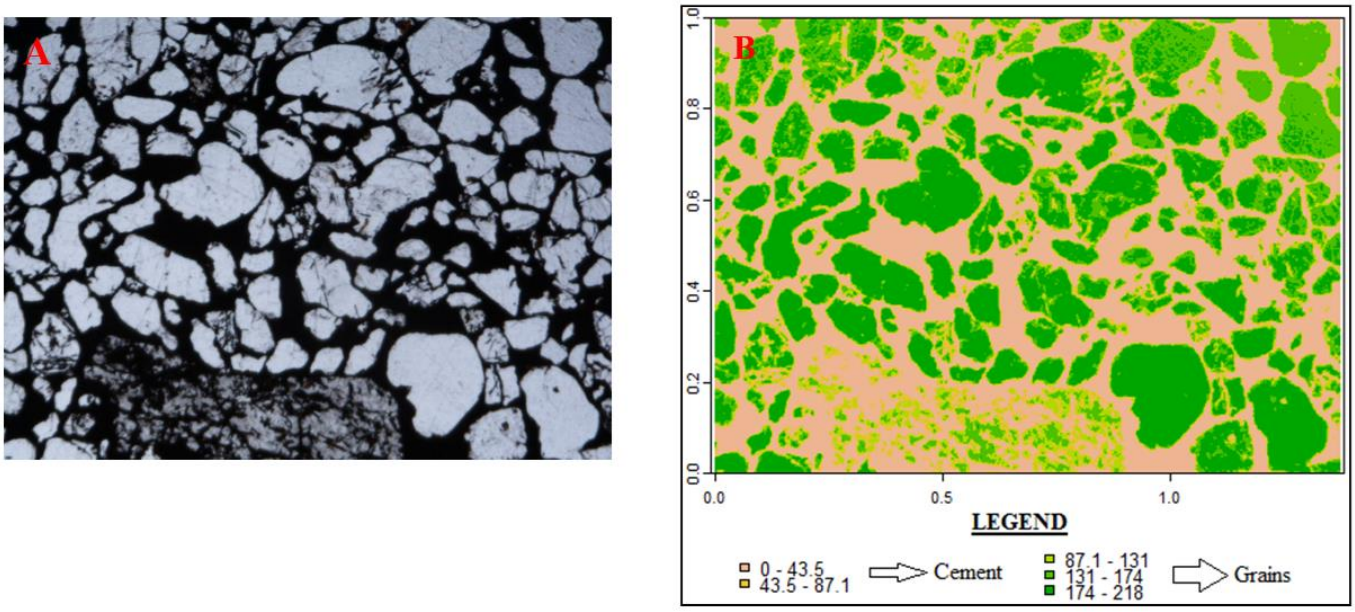


Fig. 13. Image of Sandstones 3_2. A: Natural light. B: SpatRaster

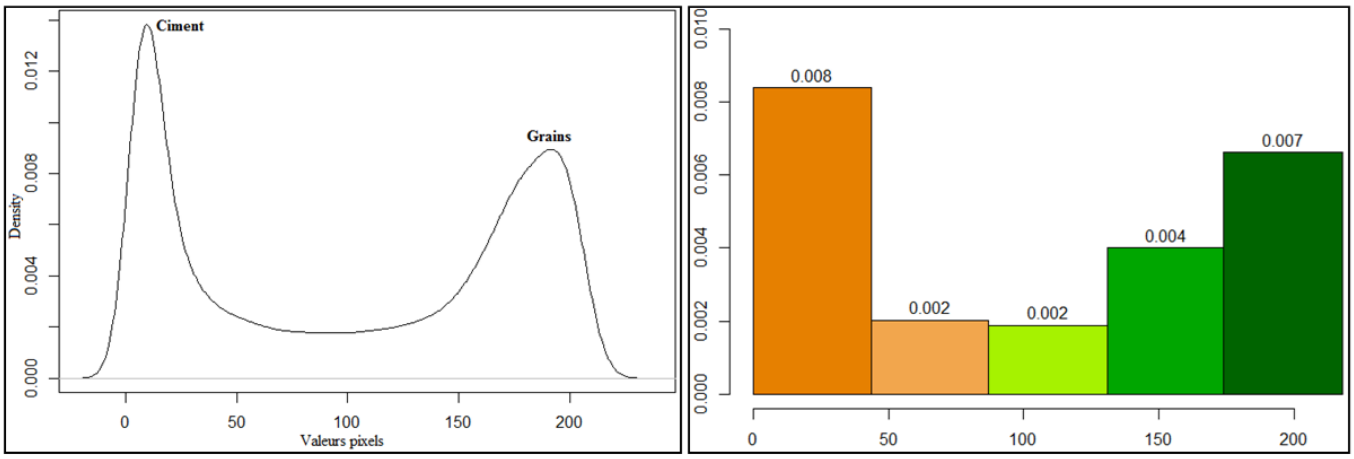


Fig. 14. Density curve and histogram of Sandstone 3_2

3.2.2 TELE-PETROGRAPHY OF THE SANDSTONE OF THE IVORIAN OFFSHORE BASIN

TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONE 4

The two images of sandstone 4 were taken at different magnifications; sandstone 4_1 at medium magnification and sandstone 4_2 at high magnification. In the sandstone 4 images, four components can be distinguished, namely the cement (ferruginous and siliceous), the matrix (clay and oxidized glauconite), the pores and the grains (quartz minerals). The oxidation of the clay matrix gives the ferruginous cement and the outgrowth of the quartz gives the siliceous cement. In the natural light images of microscope, the ferruginous cement and the matrix are dark except for the oxidized glauconite which shows an orange coloration. The blue resin colors the pores and the quartz grains and siliceous cement are white. In the images, there is a localized fusion of the matrix and the blue-colored pores.

The pixels of the SpatRasters grouped in five color intervals reveal the dominance of quartz grains with an average proportion of 77.54% (two intervals). The pores have an average proportion of 12.74% (one interval). Ferruginous cement and matrix have an average proportion of 1.5% (one range) and 8.23% (one range) respectively (Tab. 4). The proportion of siliceous cement could not be evaluated due to a lack of differentiation from quartz grains as they have the same reflectance on SpatRasters. The average pixel sum is 514912.5.

On the SpatRaster of the sandstone 4_2 image, the grains, matrix and cement have higher proportions than on the sandstone 4_1 image. The opposite case occurs with the pores. The magnification of the microscope image has therefore an impact on the proportion of the elements and especially if there are phenocrysts (Fig. 15 and 17).

Table 4. Proportion of Components in the Sandstone 4

Statistics	Sandstone 4		Average
	Sandstone 4_1	Sandstone 4_2	
Sum	428301	601524	**514912.5**
%Cement	1.08	1.92	**1.5**
%Matrix	5.52	10.94	**8.23**
%Pores	17.58	7.89	**12.74**
%Grains	75.82	79.25	**77.54**
%Total	100	100	**100**

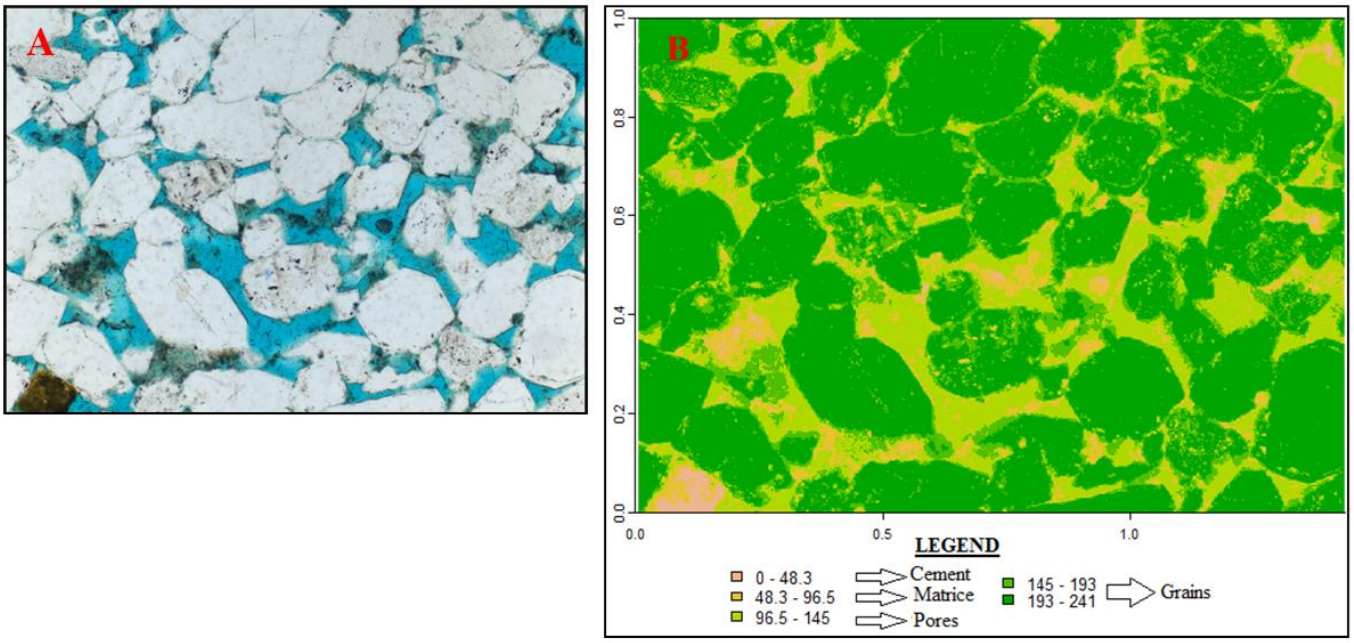


Fig. 15. Image of Sandstone _1. A: Natural light. B: SpatRaster

The density curves and histograms show two modes in each of two images of sandstone 4. In the image of sandstone 4_1, the two modes only reveal the presence of pores and grains. In the second image, the matrix and the grains are highlighted. The low proportions of the components remain invisible on the density curves (Fig. 16 and 18).

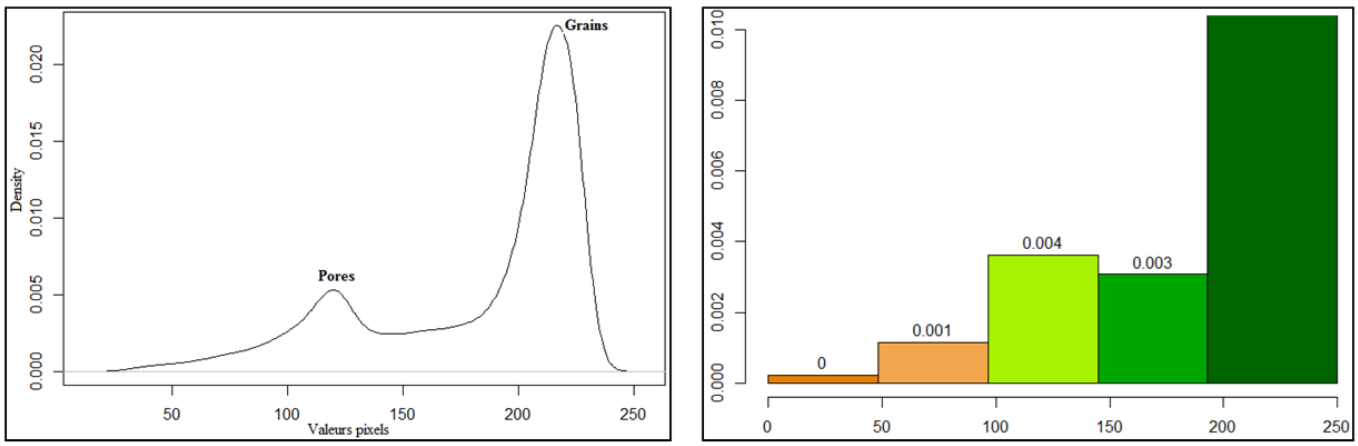


Fig. 16. Density curve and histogram of Sandstone 4_1

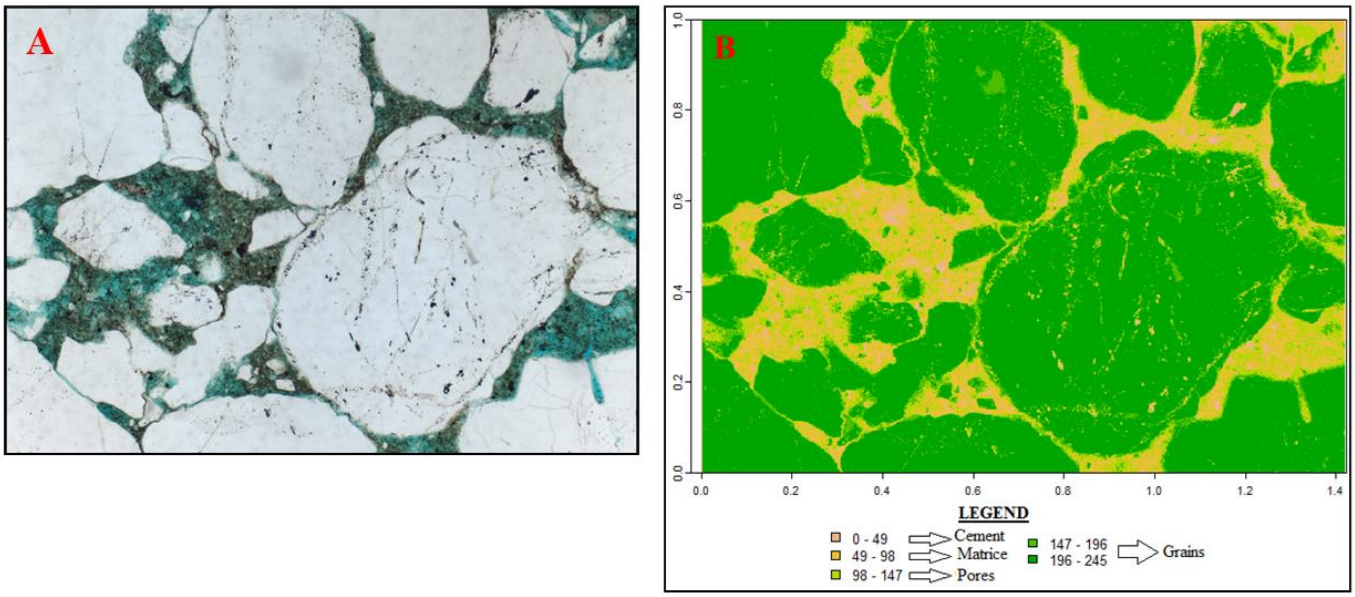


Fig. 17. Image Sandstone 4 _2 with phenocrysts. A: Natural light. B: SpatRaster

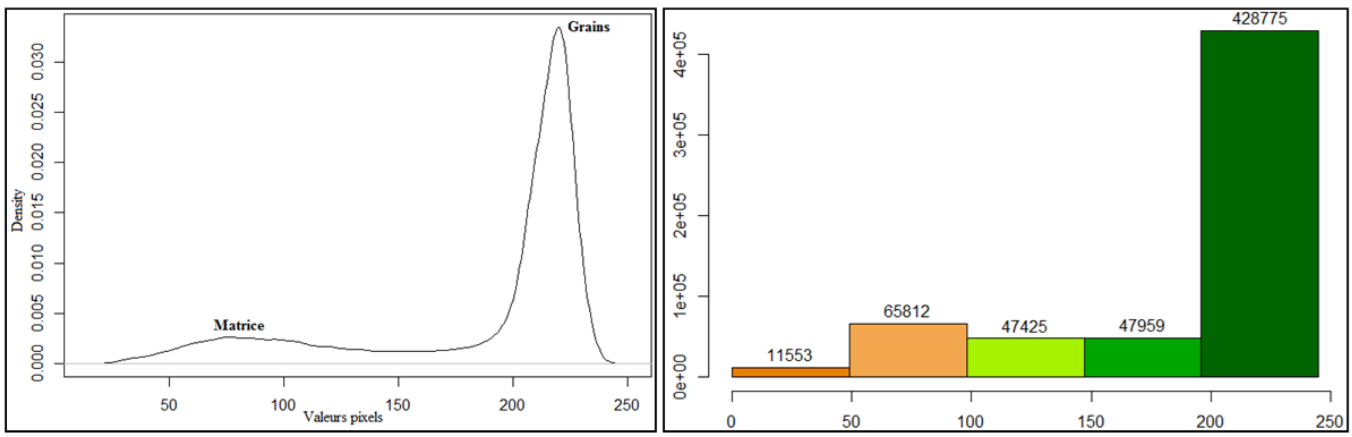


Fig. 18. Density curve and histogram of Sandstone 4_2

TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONE 5

For this sandstone, one image was taken at low magnification and another at medium magnification. At low magnification, three components (cement, pores and grains) are identified while four components (cement, matrix, pores and grains) are revealed at high magnification. The cement and matrix have the same black coloration at low magnification, which produces the same reflectance on its SpatRaster image.

The SpatRaster of both images group the pixels (cells) into five color intervals. In the SpatRaster image of sandstone 5_1, one interval corresponds to cement, two to pores and two to grains (Fig. 19). On the other hand, in the SpatRaster image of sandstone 5_2, cement, matrix and pores belong to one-pixel value interval each, while grains belong to two intervals (Fig. 21). The SpatRaster was able to separate the matrix from the pores in the image of sandstone 5_2; the color representing the matrix is found under that of the pores in this image (Fig. 21B). The average cell (pixel) sum of the two images is 637804 (Tab. 5). The distribution of pixels in the cement, matrix, pores and grains gives an average of 4.29%, 4.64%, 28.34% and 62.74% respectively (Tab. 1). The matrix is not discriminated in the image of sandstone 5_1. The magnification of the microscope image also had an impact on the proportion of elements (Fig. 19 and 21).

Table 5. Proportion of Components in the Sandstone 5

Statistics	Sandstone 5		Average
	Sandstone 5_1	Sandstone 5_2	
Sum	638168	637440	**637804**
%Cement	6.87	1.71	**4.29**
%Matrix	0	9.27	**4.64**
%Pores	34.93	21.74	**28.34**
%Grains	58.2	67.28	**62.74**
%Total	100	100	**100**

The density curves and histograms show two modes (pores and grains). The proportions of cement and matrix remain invisible on the density curves because their proportions are low (Fig. 20 and 22).

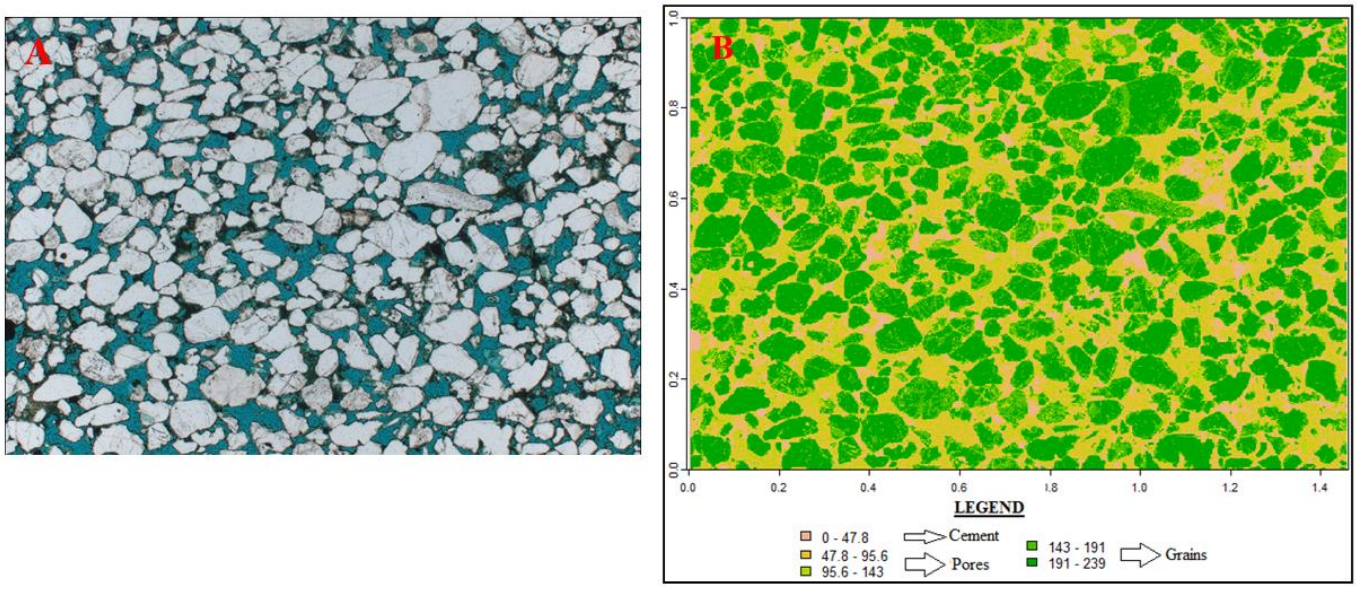


Fig. 19. Image of Sandstone 5_1.: A: Natural light. B: SpatRaster

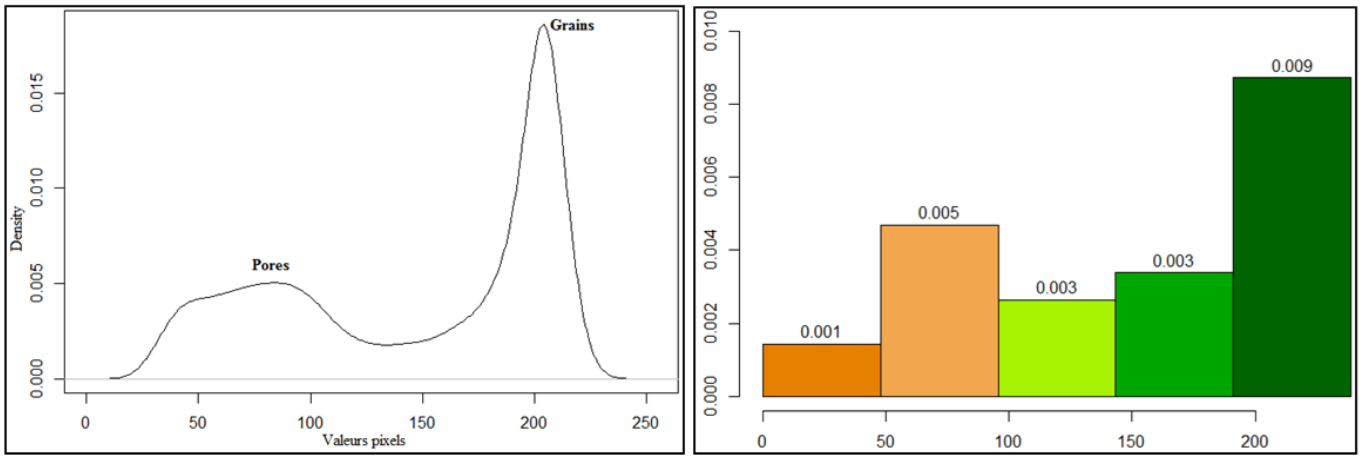


Fig. 20. Density curve and histogram of Sandstone 5_1

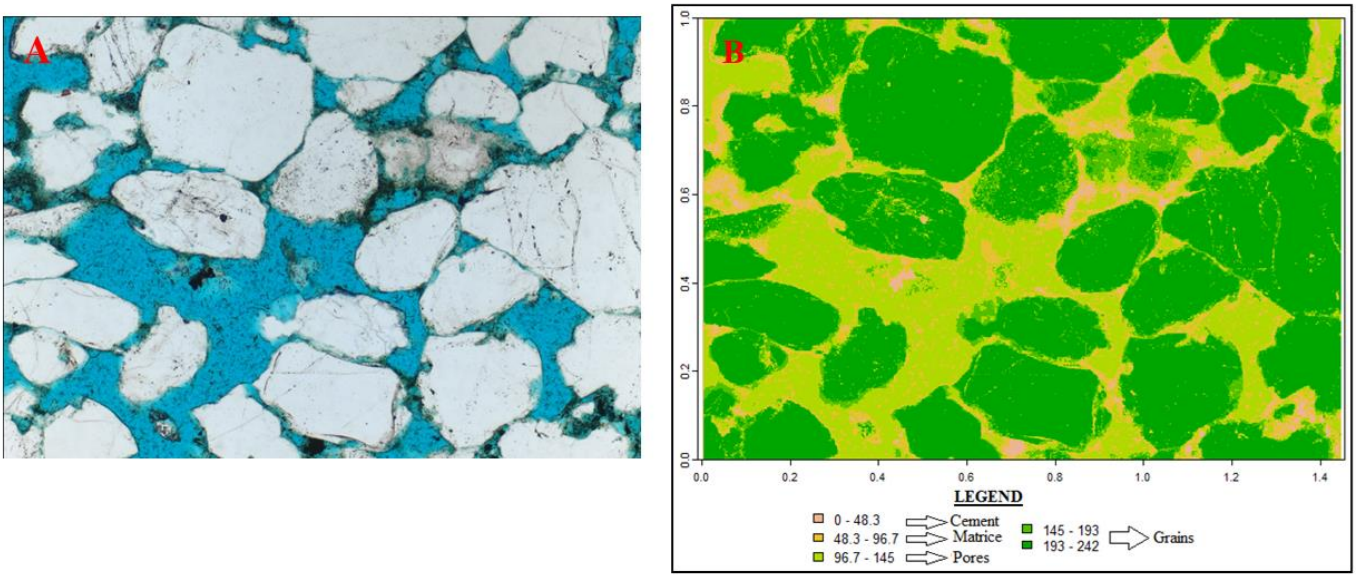


Fig. 21. Image of Sandstone 5_2. A: Natural light. B: SpatRaster

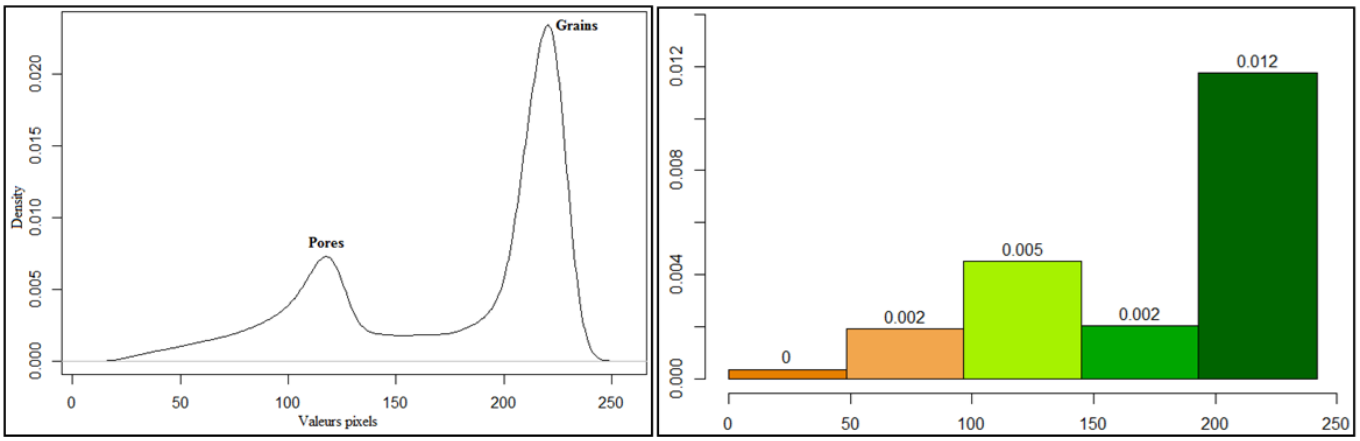


Fig. 22. Density curve and histogram of Sandstone 5_2

TELE-PETROGRAPHY OF SANDSTONE 6

Sandstone 6 is non-porous and is characterized by three components: the cement, the clay matrix and the quartz grains. The two images of this sandstone were taken at the same magnification (high magnification) and it is the sandstone with the highest number of phenocrysts, hence the poorly sorting.

The SpatRasters of this sandstone group the layers into five color intervals of which one interval characterizes the cement, another the matrix and the remaining three the quartz grains (Fig. 23 and 25). The average pixel sum is 618330.5. The grains strongly dominate this sandstone with an average proportion of 81.28%. Cement and matrix have respectively average proportions of 7.46% and 11.27% (Tab. 6). We note that the more the phenocrysts are highlighted in the images, the more proportion of grains increases and conversely the proportion of cement and matrix decreases. The phenocrysts, therefore, influence the proportions of the components (Fig. 23 and 25).

The density curves and histograms reveal the presence of two modes, the smallest mode corresponding to the matrix and the largest to the grains. The proportion of cement remains invisible on the density curves because their proportions are low (Fig. 24 and 26).

Table 6. Proportion of Components in the Sandstone 6

Statistics	Sandstone 6		Average
	Sandstone 6_1	Sandstone 6_2	
Sum	638028	598633	**618330.5**
%Cement	4.71	10.2	**7.46**
%Matrix	9.95	12.58	**11.27**
%Grains	85.34	77.22	**81.28**
%Total	100	100	**100**

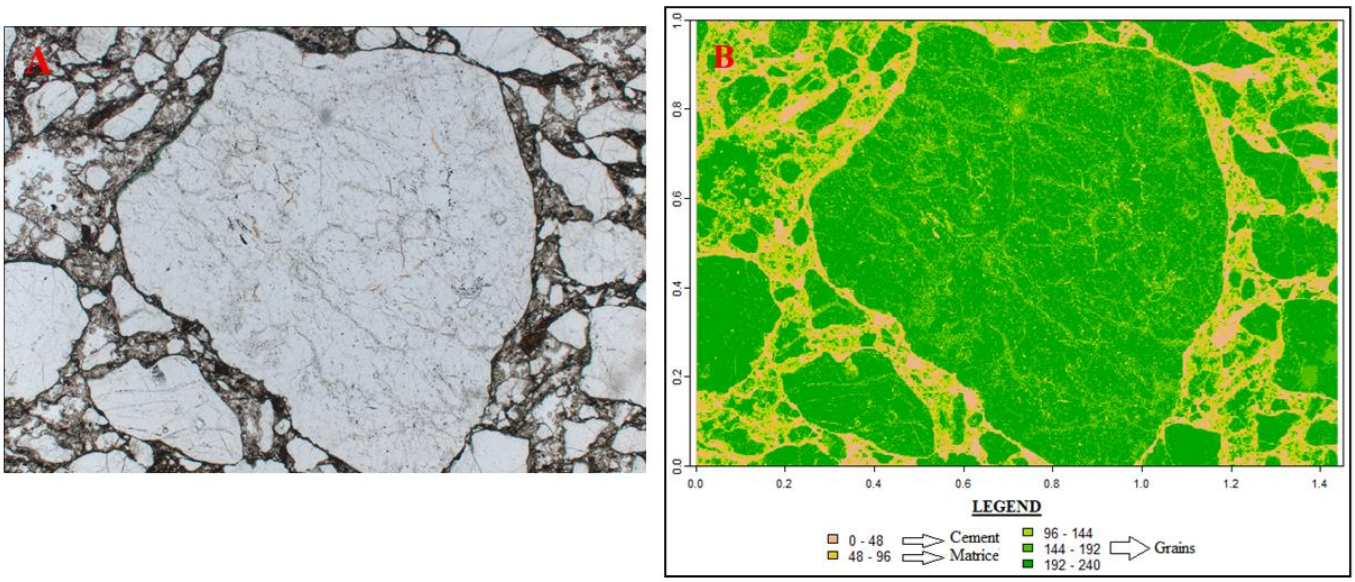


Fig. 23. Image of Sandstone 6_1. A: Natural light. B: SpatRaster

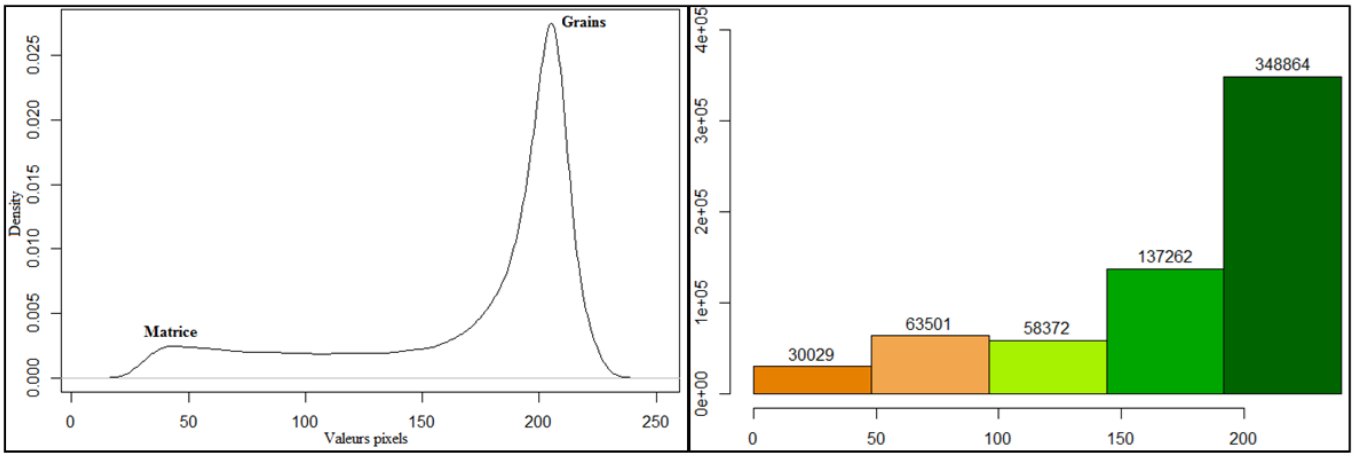


Fig. 24. Density curve and histogram of Sandstone 6_1

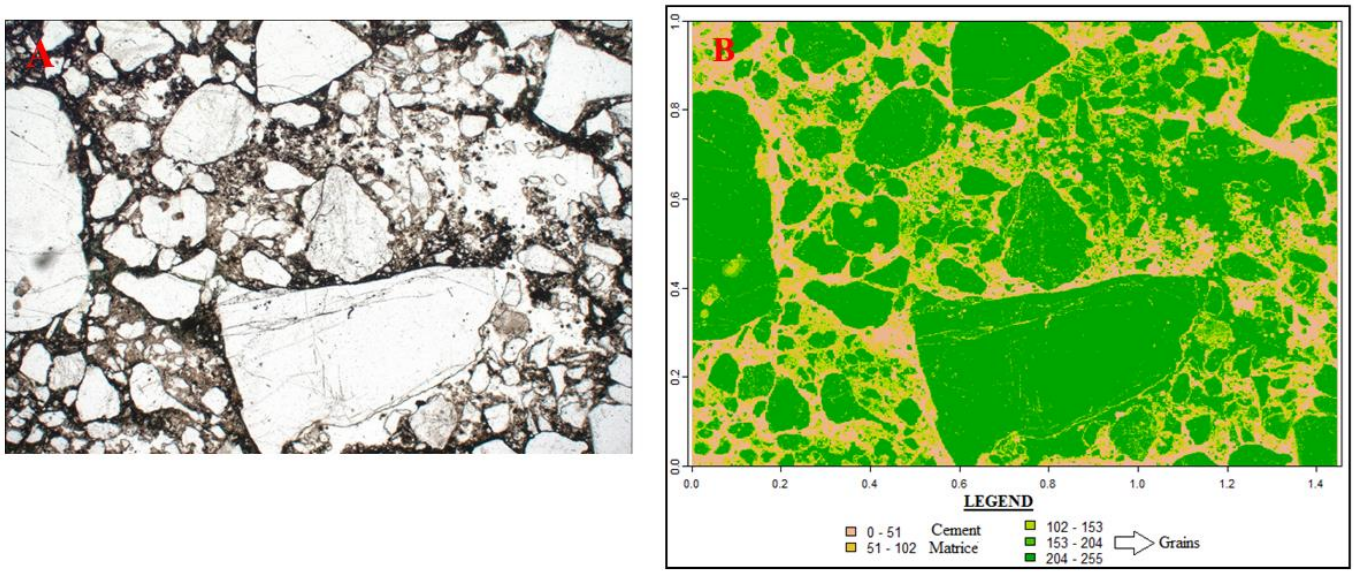


Fig. 25. Image of Sandstone 6_2. A: Natural light. B: SpatRaster

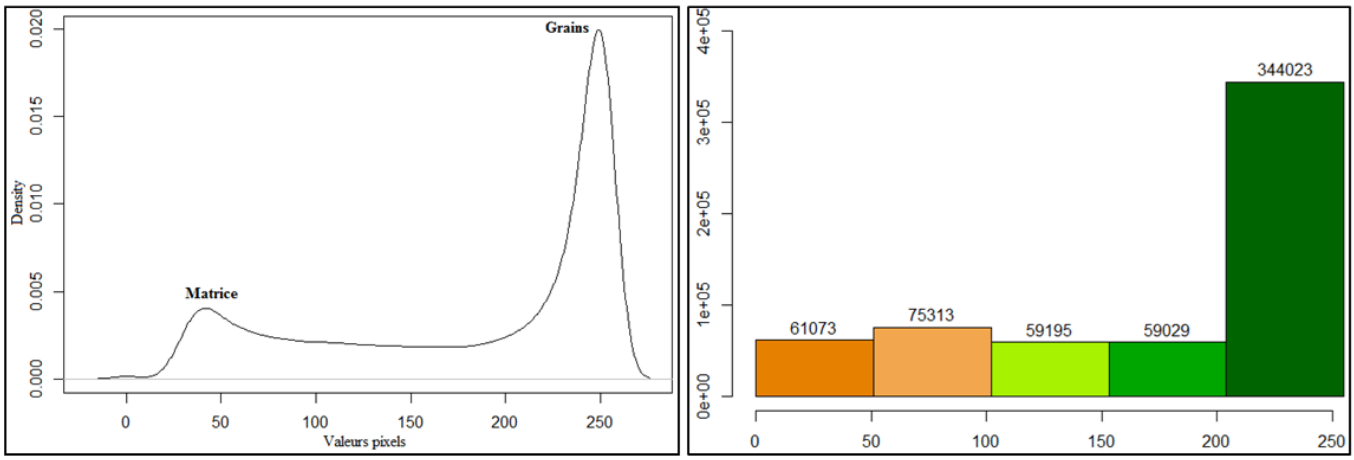


Fig. 26. Density curve and histogram of Sandstone 6_2

4 DISCUSSION

The onshore quartz wackes comes from the ferruginisation of old superficial clayey sands. The kaolinitic clay matrix has been oxidised [8]. This transformation of clayey sands into quartz wackes occurred subsurface at the sediment-air interface; it is therefore an exogenetic cementation [9].

In the case of offshore sandstones, consolidation occurred by oxidation of the matrix but also by the outgrowth of quartz grains due to the pressure between the grains. This consolidation occurred long after the sediments were buried in the marine environment; the cementation is therefore described as mesogenetic cementation [9].

Porosity is greater in onshore sandstones (surficial rocks) than in the sandstone of offshore which are deeply buried. This difference is due to the degree of compaction which is more pronounced at depth than at the subsurface. In the images of the onshore sandstones, the grains barely touch each other (point contacts) whereas, in the offshore sandstones, the grains are more closely packed together. These sandstones show long contacts and concavo-convex contacts.

The evaluation of different sandstone components by tele-petrography depends on grain-size, sorting and magnification.

At the grain size level, if there is a uniform size distribution, the proportions of components will be the same at any point in the rock; this implies very well sorted grains according to the chart for visual estimation of sorting [2].

However, when the grains have different sizes and especially phenocrysts (poorly classified grains), the proportions of components vary from one surface of the rock to another. The presence of phenocrysts tends to overestimate the proportions of grains and underestimate the other proportions (porosity, cement and matrix). In this case, several images must be taken to obtain the average proportion. This phenomenon is more accentuated the higher the magnification of the microscope image. Low and medium magnifications give a larger observation area and therefore a reduced number of images per rock. Their only problems are in the discrimination of the different components. We have the example of sandstone5 where the matrix could not be separated from the cement because of the same coloring they showed at medium magnification. However, it could be separated from the cement at high magnification based on their different colorations.

Another problem in the tele-petrography study is the inability to differentiate between cement and minerals if they are of the same nature; this is the case with sandstones4 and sandstones5 where the quartz forms a growth to give a siliceous cement. In all cases, the proportion of pores will be known.

5 CONCLUSION

Tele-petrography is an indirect method capable of assessing the proportions of different components present in a rock. In the present work, this technique has allowed the quantitative evaluation of cement and/or matrix, pores and quartz grains in sandstones from the Ivorian basin.

The quantification of these components depends on the magnification of microscope image, the grain size and the sorting. Low and medium magnifications give larger areas of observation, resulting in fewer images per rock. These magnifications do not discriminate certain components such as cement and matrix. At higher magnifications, however, discrimination of these components is possible. In sandstones at well sorted, i.e. grains of approximately the same size, the proportions of components hardly vary from one image to another at any magnification. However, in poorly sorted sandstones (different sizes), the proportions vary from one image to another; this differentiation is more pronounced at higher magnification. The presence of phenocrysts also accentuates this differentiation, as they tend to overestimate the proportions of grains to the detriment of other components (porosity, cement and matrix).

The density curves and histograms highlight the number of components present in the rocks. However, the number on these curves depends of proportions; the higher the proportion of a component, the better it is represented on the curves. On the other hand, low proportions remain invisible on the density curves. For this sandstone study, only a maximum of three components were shown on the density curves, although in some sandstones there were four.

REFERENCES

[1] Hijmans. R. J., terra: Spatial Data Analysis, 2021b. [Online] Downloadable: https://CRAN.R-project.org/package=terra.

[2] Maurice E. T., Sedimentary Rocks in the Field. Third EDITION. Department of Geological Sciences University of Durham, UK. John Wiley& Sons Ltd, England, 234p, 2003.

[3] Gary N. S., Sedimentology and stratigraphy. Second edition. Wiley-Blackwell: A John Wiley& Sons, Ltd., Publication 111 River Street, Hoboken, USA, 419p, 2009.

[4] Adams A. E., Mackenzie W. S. &Guiford C., Atlas of sedimentary rocks under the microscope. Low-priced Edition. Longman Group UK Ltd, Longman House, Burnt Mill, Harlow, Essex CM 20 2JE, England, 104p, 1984.

[5] Pettijohn F. J., Potter P. E. &Siever R., Sand and Sandstone. In: Sedimentology and stratigraphy. Second edition. GARY N. S. Wiley-Blackwell: A John Wiley& Sons, Ltd., Publication 111 River Street, Hoboken, USA, pp. 5-86, 1987.

[6] Madelin, M., Analyse d'images raster et télédétection, 2021.
[Online] Downloadable: https://mmadelin.github.io/sigr2021/SIGR2021_raster_MM.html.

[7] Nowosad, J., Image processing and all things raster, 2021.
[Online] Downloadable: https://nowosad.github.io/SIGR2021/workshop2/workshop2.html.

[8] Assalé F. Y. P., Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations connexes à la faille des lagunes (Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat uniq. Univ. F.H.B, Côte d'Ivoire, 361p, 2013.

[9] Scholle, P.A. & Ulmer-Scholle, D., Cements and cementation. In: Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks (Ed. Middleton, G.V.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht; pp. 110–119, 2003.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 940-955
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Gestion de l'eau agricole de petites et moyennes retenues au Burkina Faso: Cas de Mogtedo

[Agricultural water management of small and medium reservoirs in Burkina Faso: Case of Mogtedo]

Farid Traoré[1], Sié Palé[2], Jérôme Compaoré[1], Joachim Bonkoungou[1], Cyrille Bassolo Baki[3], Aïda Zaré[2], Joost Wellens[3], B. V. C. Adolphe Zangré[4], and Bernard Tychon[3]

[1]Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso

[2]Université de Dédougou, Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, BP 176 Dédougou, Burkina Faso

[3]Université de Liège (Campus d'Arlon), Avenue de Longwy 185 Arlon 6700, Belgium

[4]DGADI, 03 BP 7123, Ouagadougou 03, Burkina Faso

Copyright © 2023 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 droughts of the 1970s and 1980s led the government of Burkina Faso to secure water resources and agricultural production by building large reservoirs and irrigation schemes. In the early 2000s, this policy of securing water resources was pursued through small-scale village irrigation, which involved developing irrigated agricultural areas around small to medium-sized reservoirs. This study presents the case of water management in a hydro-agricultural area located in Mogtedo (Burkina Faso), with a view to proposing optimisation solutions. The study was based mainly on a literature review and the use of the database of the Irrigation Development Support Programme (2011-2016) in Burkina Faso, with a view to assessing the extent to which agricultural water needs are being met. Analysis of water management in the study area revealed organisational and structural shortcomings within the organisations in charge of water management. It also shows that there is a precarious balance between water supply and demand. This balance is threatened by an unfavourable climatic outlook, which could result in a considerable deficit in the reservoir's capacity to meet the needs of multiple uses. In order to delay the occurrence of such a collapse, solutions have been proposed, in particular, to improve in particular the efficiency of the use of agricultural water and to better protect the water reservoir against sedimentation.

KEYWORDS: Agriculture, small-scale irrigation, agricultural water, scenario, climatic change.

RESUME: Les sécheresses enregistrées au cours des décennies 1970 et 1980 ont conduit l'État burkinabè à sécuriser les ressources en eau et la production agricole à travers la construction d'importantes retenues d'eau et de périmètres irrigués. Au début des années 2000, cette politique de sécurisation s'est poursuivie à travers la petite irrigation villageoise qui a consisté en l'aménagement de zones agricoles irriguées autour de petites à moyennes retenues d'eau. Cette étude présente le cas de la gestion de l'eau d'un aménagement hydroagricole situé à Mogtedo (Burkina Faso), dans une perspective de proposition de solutions d'optimisation. L'étude s'est basée essentiellement sur une synthèse bibliographique, et une exploitation de la base de données du Programme d'Appui au Développement de l'Irrigation (2011-2016) au Burkina Faso en vue de dresser un état de la satisfaction des besoins en eau agricole. L'analyse de la gestion de l'eau au sein de la zone d'étude a montré des lacunes organisationnelles et structurelles au sein des organisations en charge de la gestion de l'eau. Il ressort aussi qu'un équilibre précaire existe entre l'offre et la demande en matière d'eau. Cet équilibre est menacé par des perspectives climatiques

Corresponding Author: Farid Traoré

défavorables, qui pourraient se traduire par un déficit considérable dans la capacité de la retenue à satisfaire les besoins des multiples usages. Afin de retarder l'occurrence d'un tel effondrement, des solutions sont proposées en vue notamment, d'une amélioration de l'efficience de l'utilisation de l'eau agricole, et d'une meilleure protection de la retenue d'eau contre la sédimentation.

MOTS-CLEFS: Agriculture, petite irrigation, eau agricole, scenario, changement climatique.

1 INTRODUCTION

L'agriculture joue un rôle crucial dans l'économie du Burkina Faso, en contribuant à environ 30 % au produit intérieur brut et en employant plus de 90 % de la main-d'œuvre [1]. Toutefois, cette agriculture est essentiellement pluviale et de subsistance et ne permet pas aux producteurs d'obtenir des revenus significatifs (seuls 34 % de la production de sorgho et 15 % de la production de mil sont commercialisés) [2]. Le secteur agricole fait face à de nombreux défis, notamment la variabilité pluviométrique d'une année à l'autre, le manque d'accès à l'eau d'irrigation, la pression foncière, l'insécurité foncière, les intrants et équipements coûteux, l'accès limité des agriculteurs au crédit, ainsi que leurs capacités financières limitées. La variabilité pluviométrique interannuelle dans la zone sahélienne, y compris au Burkina Faso, a été marquée par une diminution des précipitations annuelles allant jusqu'à 40 % entre 1950 et 2000 ([3, 4, 5, 6, 7]). Pour faire face aux effets négatifs de la variabilité annuelle des précipitations sur la production végétale et maintenir une production satisfaisante au fil des années, plusieurs mesures et programmes gouvernementaux ont été mis en œuvre, tels que l'aménagement de vastes zones hydro-agricoles composées de barrages et de périmètres irrigués dans les années 1970-1980 et l'appui à l'irrigation à petite échelle dans les années 2000 ([8], [2], [9]). Le premier programme de construction de petits barrages mené dans le pays date de 1956 avec un but essentiellement d'alimentation pastorale. Une dizaine de périmètres et barrages ont été réalisés entre 1960 et 1970 [2]. D'après Sally et al. [10], entre 1/3 et la moitié des petits barrages au Burkina Faso ont été construits par le gouvernement du Burkina Faso entre 1974 et 1987, largement en réponse à la sécheresse qui a touché le Sahel dans les années 1970 et 1980. Depuis lors, il y a eu un engagement continu à construire davantage d'infrastructures pour l'irrigation à petite échelle et environ 1 200 à 1 300 petits réservoirs sont répertoriés dans le pays ([11], [12]). Les zones hydro-agricoles ont plus que doublé (> 60 %) dans l'ensemble du pays entre 2006 et 2013, les dépenses publiques consacrées aux infrastructures d'irrigation passant de 6,6 milliards à 14,7 milliards de F CFA (environ 14 à 29 millions USD) en 2009-2010 ([1], [8], [9]). La gestion des aménagements hydroagricoles réalisés il y a quelques décennies, a connu un désengagement de l'État burkinabè en faveur de la gestion locale, qui a en remis la gestion à des coopératives de producteurs agricoles, pas toujours bien préparés à cet exercice de gestion [13]. Il en a résulté des problèmes tels que l'exploitation anarchique de l'eau et une dégradation des infrastructures en raison d'une maintenance faible à nulle ([14, 15]). Le développement de l'agriculture irriguée a eu pour effet une augmentation des superficies agricoles irriguées, et une pression accrue sur les ressources en eau disponibles pour l'irrigation ([16], [17]), sans qu'une adéquation ne soit trouvée entre les deux. Il en résulte alors des situations difficiles, voire conflictuelles, dans la gestion des aménagements hydroagricoles. Au regard de cette problématique parfois complexe (car mettant en jeu des intérêts parfois divergents) il est impératif de penser et/ou de mettre en œuvre des solutions durables permettant de sécuriser les producteurs agricoles.

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la gestion de l'eau agricole sur les petites et moyennes retenues au Burkina Faso, à travers une étude de cas consistant à l'analyse de la gestion de l'eau d'un aménagement hydro-agricole, en vue d'une optimisation de cette gestion. La zone d'étude choisie est l'aménagement hydro-agricole de Mogtedo, au Burkina Faso.

2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE ET DU CONTEXTE CLIMATIQUE

L'aménagement hydro-agricole de Mogtedo est situé à 85 km à l'Est de Ouagadougou (capitale du Burkina Faso), dans la région administrative du Plateau Central, dans la province du Ganzourgou. L'aménagement concerne trois localités autour de la retenue d'eau de Mogtedo: Talembika et Zam dans la commune de Zam, et Mogtedo dans la commune de Mogtedo (voir Figure 1). Les deux communes de la zone d'étude sont séparées par la digue de la retenue d'eau (voir Figure 2).

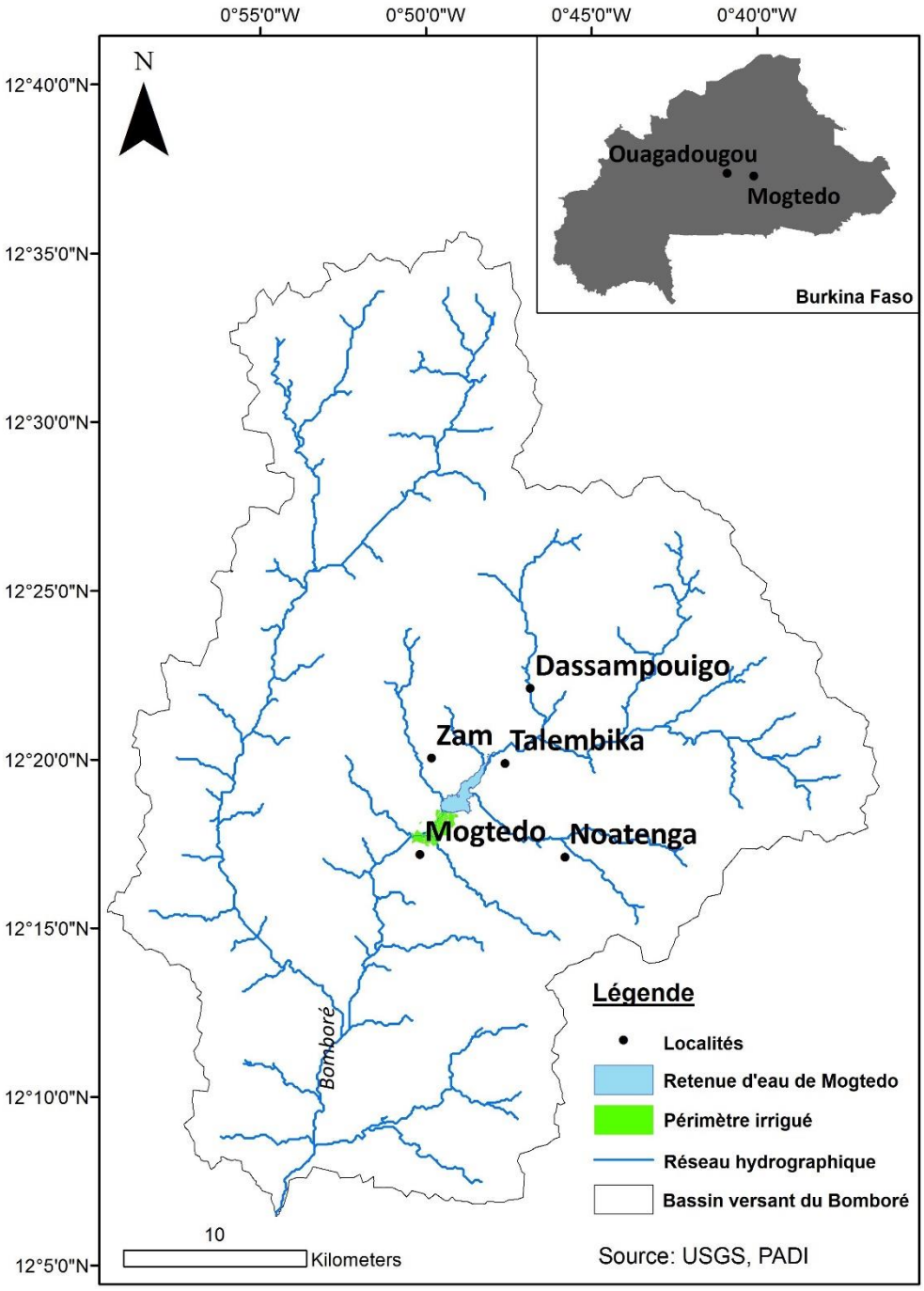


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude appartient à la zone climatique Nord soudanienne, comprise entre les isohyètes 600 et 900 mm, et caractérisée par l'alternance de deux saisons: une saison sèche d'octobre à mai et une saison hivernale de juin à septembre ([18], [19], [20]). La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 750 mm et 850 mm ([21], [22], [10]).



Fig. 2. Photographie aérienne de la retenue d'eau de Mogtedo (image du 29 novembre 2020, d'après Google Earth)

L'aménagement hydro-agricole de Mogtedo a été construit sur le cours d'eau principal du bassin du Bomboré, qui est lui-même un sous-bassin du bassin de la rivière Nakanbé [23]. La retenue d'eau de Mogtedo a été construite en 1963 (et mise en eau en 1964) à partir des financements FAC[1] et FED[2]. Initialement, la retenue d'eau devait remplir les fonctions agricole, pastorale, humaine, arboricole, et piscicole [18]. Un périmètre irrigué a été aménagé à partir de 1967 à l'aval de la retenue d'eau, pour la production rizicole en saison des pluies. Ce périmètre se composait alors d'un aménagement formel de 93 ha et de 30 ha d'exploitations spontanées [24]. Les exploitants du périmètre (plus de 400 exploitants) utilisent les eaux de cette retenue [22]. De nos jours, le nombre d'exploitants hors périmètre (plus de 600 exploitants) dépasse largement le nombre d'exploitants au sein du périmètre irrigué (voir Figure 3). Ils pratiquent une irrigation dite « informelle", en ce sens que l'irrigation pratiquée n'est pas soumise à un tour d'eau formel. Les exploitants hors périmètre sont issus de populations autochtones ou allochtones ne pouvant plus trouver de parcelles libres au sein du périmètre irrigué. Installés à l'origine du périmètre, par les pouvoirs publics, les populations allochtones constituent la majorité des exploitants du périmètre [25]. Initialement, les populations autochtones avaient affiché un faible intérêt pour l'aménagement irrigué, jusqu'à ce qu'une combinaison de facteurs (difficultés croissantes d'obtenir de nouvelles terres productives sur les versants, jachères de plus en plus raccourcies sur les terres de versant en raison de la pression foncière, irrégularité des pluies) les pousse à vouloir obtenir des parcelles irriguées ([25], [26]).

[1] Fonds d'aide à la coopération
[2] Fonds européen de développement

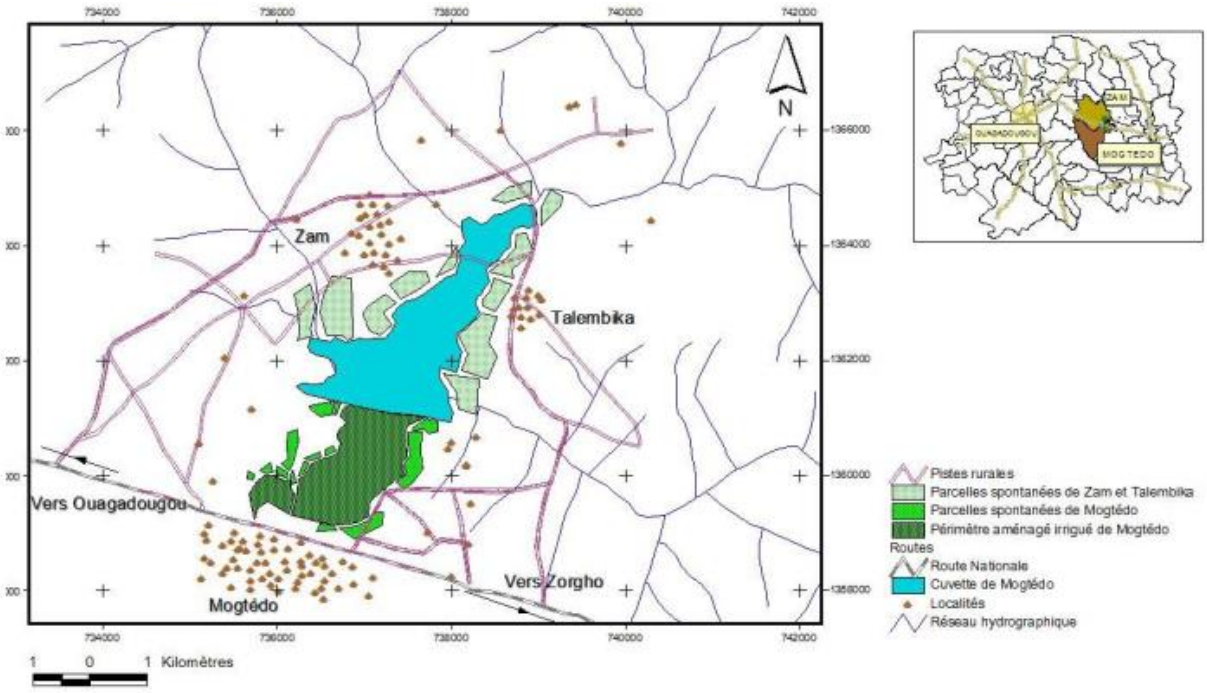


Fig. 3. Carte du positionnement géographique des usagers agricoles de la retenue d'eau de Mogtedo (d'après [27])

La retenue d'eau est la principale source d'eau pour les activités socio-économiques des populations de la commune de Mogtedo et de la commune voisine, Zam. Tous les habitants peuvent avoir accès au réservoir pour leurs usages. Les usages répertoriés sont: l'irrigation, l'élevage, la pêche, la préparation de la bière locale de sorgho[3] et quelques usages domestiques (construction de maisons, lessive, etc.). L'irrigation est l'usage prépondérant autour du barrage de Mogtedo (47 % des ressources annuelles, d'après [28], avec deux campagnes de production, en saison sèche (novembre - juin) et en saison humide (juillet - octobre). La retenue d'eau est très souvent vide dès les mois de mars-avril stoppant ainsi le cycle de production des cultures. L'estimation du volume de la retenue varie selon les auteurs. Elle est comprise entre 4 657 000 m^3 [29] et 7 190 000 m^3 ([30], [31]). Pour le reste du document, nous considérerons l'estimation fournie par Guyon et al. [31], qui se base sur une topographie au DGPS[4] de la cuvette de la retenue, réalisée en période d'assec, et comprenant plus de 2 000 points de mesure. On note une dégradation progressive de la digue et du déversoir (effet du batillage, suintements), malgré diverses actions de réhabilitation menées sur la retenue d'eau [32]. Les principaux défis relatifs à la retenue d'eau à relever sont:

- La vétusté de l'infrastructure;
- Le manque d'entretien courant;
- La croissance des superficies exploitées en amont du barrage qui occasionne une augmentation importante de la demande en eau pour les productions agricoles;
- Les dépôts solides drainés sur l'ensemble du bassin versant qui occasionnent le comblement progressif de la cuvette de la retenue et la diminution de sa capacité de stockage.

D'après Ibrahim [22], la retenue d'eau de Mogtedo tout comme la plupart des petites retenues d'eau du Burkina Faso fait face à un certain nombre de problèmes dont: un déficit pluviométrique, une forte évaporation, un envasement de la retenue d'eau, une exploitation anarchique de l'eau, et un manque de plan de gestion de la retenue d'eau.

Des actions sont entreprises par les acteurs d'appui à la gestion du barrage pour amoindrir les problèmes de dégradation [18], mais ces réhabilitations ne sont généralement pas suivies des travaux d'entretien courant, et les mêmes dégradations ré-émergent après quelques années.

[3] Autrement appelée *dolo*
[4] *Differential Global Positioning System*

Afin d'explorer d'autres sources d'eau en alternative à celles de la retenue de Mogtedo, Sprumont *et al.* [33] ont mené des investigations sur la nappe superficielle sous-jacente à la zone d'étude, qui ont montré le faible potentiel de celle-ci. Des investigations sur la nappe profonde pourraient apporter de meilleures réponses.

Les sols de la plaine de Mogtedo sont aptes aux principales cultures ci-après: le riz pluvial, le riz irrigué, l'oignon, la tomate, la carotte, l'aubergine, le gombo, le chou, de saison sèche ([23], [24]).

D'après Sally et al. [24], Mogtedo se présente comme le plus grand centre commercial de la province[5], un atout non négligeable du périmètre irrigué dont les récoltes (riz et cultures maraîchères) sont en grande partie exportées vers les pays voisins (Togo, Niger et Ghana) [6]. Selon une étude menée par la Coopération Suisse et l'Agence Italienne de Coopération CISV [34], les revenus issus de la culture maraîchère sont trois à quatre fois plus importants que ceux de la production du riz. À l'échelle de la région administrative du Plateau Central, les résultats de l'enquête nationale sur les conditions de vie des ménages menée par l'Institut National de Statistique et de la Démographie (INSD) en 2003 ([35], [26]), plaçaient ladite région en tête des régions pour lesquelles les cultures maraîchères ont contribué le plus au revenu monétaire agricole des ménages (soit 33%). L'enquête nationale sur les conditions de vie des ménages de 2018 [36] place la région administrative du Plateau-Central en deuxième position (sur 13) des régions où la production agricole est principalement écoulée sur le marché (77,8% de la production agricole est écoulée sur le marché). De ce fait, certains producteurs maraichers ne s'adonnent plus à la production pluviale car les bénéfices de la seule production maraîchère permettent de tenir jusqu'à la saison hivernale suivante [34]. D'après de Fraiture *et al.* [11], à l'échelle du Burkina Faso, en 2005 environ 170 000 petits exploitants ont produit des légumes d'une valeur de 18,7 milliards de F CFA (soit 32 millions USD) sur 8 900 ha de terres irriguées. D'après Sanfo *et al.* [37], le volume des ventes de produits maraicher est passé à environ 163 millions USD en 2008, démontrant ainsi la dynamique de la croissance de ce marché.

À l'instar des nombreuses petites et moyennes retenues d'eau du bassin du Nakanbé, la construction de la retenue de Mogtedo résulte d'une des stratégies de l'État burkinabé, d'adaptation aux impacts de la variabilité de la pluviométrie sur la vie socio-économique de la population, par une régulation temporelle de l'eau disponible, d'une part, et d'autre part par une action dans la protection contre les inondations [22].

La zone sahélienne à laquelle appartient le Burkina Faso, subit depuis la fin des années 1960, une forte variabilité interannuelle de la pluviométrie ([3], [7], [38], [4]; [5], [6]). Cette variabilité interannuelle s'est matérialisée par une baisse significative de la pluie annuelle au cours des décennies 1970 et 1980, et une forte incertitude de la pluviométrie d'une année à une autre (voir Figure 4). Cette péjoration climatique durable et prononcée, a eu pour corollaire, un changement net des caractéristiques moyennes des séries pluviométriques et une modification du régime des précipitations se traduisant par une baisse de la pluviosité moyenne annuelle de 20 à 40 % entre 1931-1960 et 1968-1990 [7]. En plus de cette variabilité interannuelle de la pluie, la zone de Mogtedo est aussi affectée par le réchauffement global [22]. La Figure 5 montre une augmentation de la température moyenne (plus de 1°C) dans la zone entre 1980 et 2015.

[5] Province du Ganzourgou, incluse dans la région administrative du Plateau Central

[6] Ce rôle important de Mogtedo dans le domaine du commerce des produits agricoles se vérifie encore de nos jours (communication personnelle, Bertin Lingane)

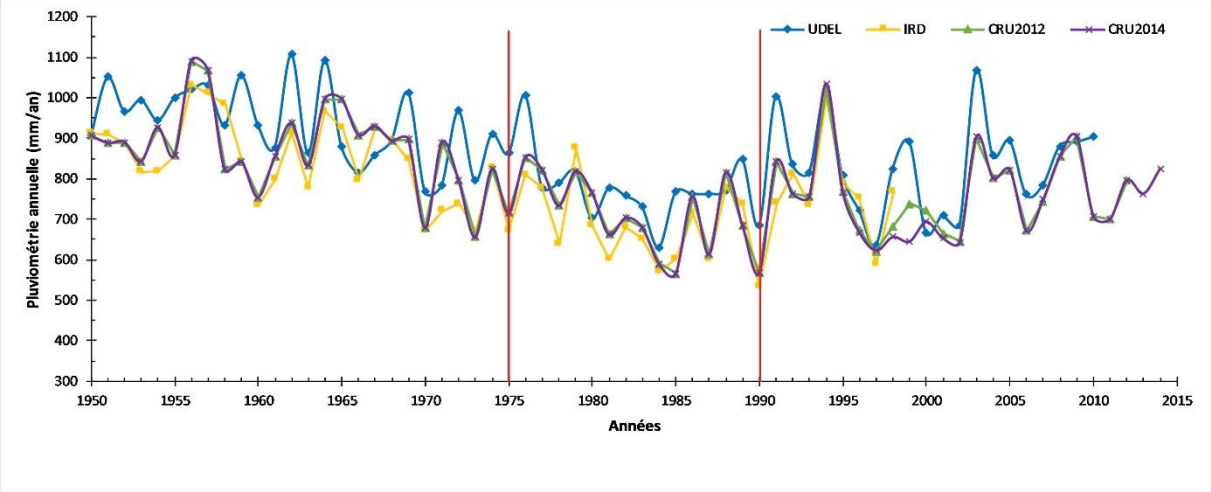


Fig. 4. Variabilité interannuelle de la pluie au cours de la période de 1950-2015

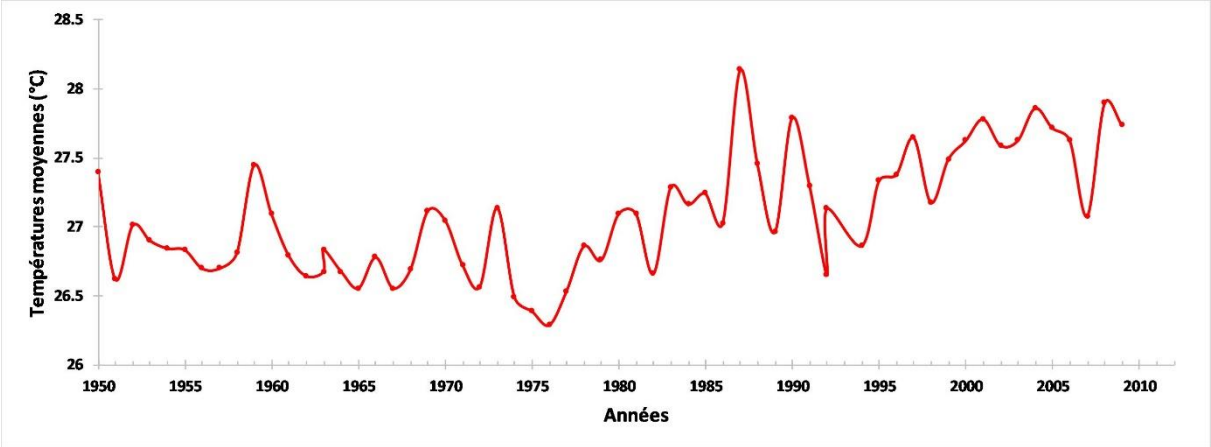


Fig. 5. Variabilité interannuelle de la température au cours de la période de 1950-2015

En dépit des aléas climatiques observés depuis des décennies dans le bassin versant de la retenue de Mogtedo, les écoulements annuels se sont généralement situés au-delà de la capacité maximale de la retenue d'eau [22], ce qui implique que le bassin versant draine suffisamment d'eau pour remplir celle-ci chaque année. Toutefois, l'état avancé de sédimentation de la retenue d'eau, tend à accélérer le remplissage de la retenue, engendrant des risques fréquents d'inondation à l'aval de la retenue. Autour de la retenue d'eau de Mogtedo, se sont développé un certain nombre de structures de gestion de l'eau. Au regard de la multitude de ces structures de gestion et de leurs zones d'intervention convergentes ou divergentes il est actuellement difficile d'affirmer qu'il y a une gestion concertée par les différents acteurs ([34], [27], Communication personnelle, Bertin Lingane[7]).

Au regard du contexte ci-dessus décrit, il s'avère nécessaire de proposer des pistes pour l'amélioration de la gestion de l'eau agricole à Mogtedo.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'approche méthodologique adoptée repose d'une part sur une analyse de l'adéquation entre les ressources en eau disponibles et les usages, et d'autre part sur une analyse de la gestion actuelle de l'eau agricole. Il s'agit essentiellement de la

[7] Agent d'appui technique du Ministère en charge de l'agriculture, auprès de la commune de Zam.

revue des documents produits par le PADI ainsi que la littérature externe au PADI, et l'analyse des bases de données de ce programme. Concernant la documentation du PADI, il s'agit notamment d'études sur: l'évolution au cours du temps des superficies agricoles irriguées [17], l'évolution des ressources en eau de surface disponibles pour l'irrigation ([30], [31]), l'estimation du volume annuel consommé par les différents usages de l'eau (agriculture, élevage, usage domestique) [39].

En effet, Traoré *et al.* [17] ont développé une méthode de télédétection peu coûteuse basée sur l'imagerie Landsat (*Thematic Mapper, Enhanced Thematic Mapper Plus* et *Operational Land Imager*) et sur la classification SVM (*Support Vector Machine*) [40] pour mettre à jour les changements d'occupation et d'utilisation du sol autour du complexe formé par la retenue d'eau et les zones agricoles irrigués de Mogtedo, entre 1987 et 2015.

Hallot *et al.* [30] ont développé une méthode basée sur deux approches (topographique et sédimentologique) permettant d'estimer la capacité de stockage (en 2016), le volume de sédiments (en 2016), ainsi que la capacité initiale de stockage (en 1964). L'estimation de la capacité de stockage de la retenue a été réalisée à partir d'un levé topographique de la cuvette de la retenue (en période d'assec). Plus de 2000 points ont été levés à l'aide d'un DGPS. Une interpolation spatiale de ces points de mesure a été réalisée avec le logiciel ArcGIS[8]. Le cubage de la capacité de stockage de la retenue et l'élaboration des courbes Hauteur/Volume et Hauteur/Surface ont ensuite été réalisés avec ArcGIS[9]. L'estimation du volume de sédiments déposés dans la cuvette de la retenue de Mogtedo a été réalisée par le prélèvement d'échantillons de terres (contenant la couche sédimentaire et l'ancien sol) au niveau de la cuvette. 32 prélèvements spatialement répartis au niveau de la surface de la cuvette ont été effectués en période d'assec par l'ouverture de fosses de type pédologique et le prélèvement d'échantillons (« carottes ») sur une des parois de la fosse. Ces échantillons ont fait l'objet de différentes analyses: rayons X (permettant de visualiser des différences de structures ou de textures au sein des profils verticaux des carottes), susceptibilité magnétique (susceptibilimètre), teneurs en matières organiques (méthode de la perte au feu à 550°) et granulométrie (granulomètre laser avec calcul de paramètres spécifiques comme le D50 et le D99). Tous les 2 cm des carottes ont été réalisées afin d'identifier, dans les profils verticaux des paramètres mesurés, des changements de valeurs et de tendances d'évolution pouvant matérialiser la limite entre la couche sédimentaire et l'ancien sol. Les valeurs d'épaisseur de sédiments mesurées pour chaque carotte sont interpolées spatialement par la méthode des polygones de Thiessen afin de calculer le volume total de sédiments déposés dans la cuvette depuis sa mise en eau.

Wellens [39] a réalisé une estimation du volume annuel consommé tous usages confondus. Pour le cas spécifique de l'agriculture irriguée, le calcul s'est fait en se basant sur une estimation des besoins en eau des cultures et une estimation des efficiences d'utilisation de l'eau pour l'agriculture irriguée. Les besoins en eau des cultures ont été calculés selon la formule de Penman-Monteith fournie par Allen *et al.* [41], en utilisant des données météorologiques collectées au sein du PADI, et des données d'enquêtes sur le terrain (collectées auprès de plus de 900 producteurs agricoles de Mogtedo, Zam et Talembika). L'étude s'est basée sur l'hypothèse selon laquelle les besoins en eau des plantes devront être entièrement satisfaits. Pour le cas spécifique de l'élevage, l'estimation a consisté en un suivi (par des observateurs de terrain) de l'abreuvement du bétail. L'utilisation de l'eau de la retenue pour usage domestique reste très marginale, dans la mesure où l'alimentation en eau potable est faite généralement à partir des eaux souterraines (exploités par des forages ou des puits).

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 ADÉQUATION ENTRE LES RESSOURCES EN EAU DISPONIBLES ET LES BESOINS

La retenue d'eau de Mogtedo, qui est la seule source d'eau pour l'agriculture en campagne sèche, est soumise à une sédimentation croissante depuis sa création. En effet, Ndanga Kouali [29] estime que le taux de sédimentation est allé croissant depuis la mise en eau de la retenue: 64 714 m^3/an entre 1964 et 1991 [42], 109 667 m^3/an entre 1987 et 2002 [43], 153 620 m^3/an entre 2002 et 2010. Hallot *et al.* [30] l'ont estimé en moyenne à 70 600 m^3/an, depuis la mise en eau de la retenue. En se basant sur l'estimation du taux de sédimentation de Hallot *et al.* [30], on peut alors rétrospectivement estimer la capacité de la retenue à 10 561 100 $m^{3,}$ à sa mise en eau en 1964. Ainsi en tenant compte de sa capacité de 2016 qui était de 7 190 000 $m^{3,}$ la retenue d'eau de Mogtedo aurait perdu 33 % de sa capacité initiale en plus de 50 ans. Tenant compte d'un taux

[8] Fonctions « TIN » (ou *Triangular Irregular Network*) et « *Topo to raster* »
[9] Extension *3D Analyst*, puis fonction « *Surface Volume* »

d'évaporation estimé à 47% par an [31], et du volume annuel moyen de sédimentation (70 600 m^3), le volume d'eau réellement disponible en 2023 serait compris entre 3 268 000 m^3 et 3 763 000 m^3.

L'étude des besoins en eau annuels (irrigation, élevage, usage domestique) faite par [39] fait ressortir des besoins totaux de l'ordre de 3 500 000 $m^{3,}$ soit un ratio entre volume d'eau disponible et volume des besoins en eau compris entre 0,93 et 1,07.

Ce ratio constitue un équilibre précaire au regard des tendances d'évolution des superficies agricoles irriguées situées tout autour de la retenue. En effet, à l'issue des classifications d'images satellites (pour les années 1987, 2000 et 2015) et de la mise en œuvre d'une analyse de détection de changements [17], il apparait qu'entre 1987 et 2015, l'augmentation de la superficie des zones irriguées autour de la retenue (périmètre irrigué compris) a été de 54 % (respectivement 470 ha et 722 ha, en 1987 et 2015, soient +252 ha en 28 ans, ou 9 ha/an). L'étude de Traoré *et al.* [17] montre que cette augmentation des superficies agricoles irriguées s'accompagne d'une augmentation des superficies agricoles pluviales (+63%). Cela reflète une dynamique du secteur agricole liée à l'installation de nouveaux agriculteurs migrants dans la région de Mogtedo. En outre, la dynamique d'installation des nouveaux agriculteurs pratiquant l'irrigation, a été plus marquée au cours de la période 2000-2015 (+31%) qu'au cours de la période 1987-2000 (+18%) du fait de la promotion de la petite irrigation privée, officiellement lancée en 2001 par le Gouvernement du Burkina Faso [2]. D'après Traoré *et al.* [17] l'augmentation des zones agricoles irriguées entre 1987 et 2000 s'est faite aux dépens des zones agricoles pluviales et des zones humides. Cette conversion de zones humides en zones agricoles irriguées est localisée en amont du barrage de Mogtedo où les agriculteurs des villages environnants (Zam et Talembika) se sont installés progressivement pour pratiquer une agriculture de contre-saison. Entre 2000 et 2015, l'augmentation des superficies agricoles irriguées s'est faite aux dépens des sols nus et des terres d'agriculture pluviale. Avec l'essor de la petite irrigation privée et la pression exercée sur les terres agricoles existantes, les sols nus situés à proximité de la retenue d'eau ont été progressivement convertis en zones irriguées.

4.2 ANALYSE DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DE LA RETENUE DE MOGTEDO

L'étude CISV - Coopération Suisse [34], a dénombré quatre structures en charge de la gestion des ressources en eau de la retenue d'eau de Mogtedo. Ce sont:

- **La Coopérative rizicole et maraichère de Mogtedo (CRM).** Initialement connue sous le nom « coopérative agricole et maraîchère de Mogtedo", elle a été créée le 04 avril 1968 sous l'initiative de l'État burkinabé et a été officiellement reconnue le 04 mars 1996 [29]. Les missions essentielles assignées à la coopérative sur le terrain sont actuellement, entre autres, la gestion et la distribution de l'eau dans le périmètre aménagé, les travaux de réhabilitation des infrastructures de l'aménagement. La coopérative collabore avec d'autres structures (ONG, Institutions de Recherche, Services techniques du Ministère de l'Agriculture, etc.) sur des questions de production agricole, de commercialisation, de renforcement des capacités, mais pas spécifiquement de gestion de l'eau.
- **Le Comité Local de l'Eau (CLE).** Ce comité a été mis en place en mai 2006 [10]. Ce comité regroupe un bon nombre de producteurs exerçant dans l'environnement de la retenue d'eau et venant des deux communes de Mogtedo et de Zam. Dans la pratique, ce comité regroupe aussi des éleveurs de bétail des deux communes, des maraîchers dont la majorité se trouve en amont dans la commune de Zam, des pêcheurs exerçant sur le plan d'eau, des dolotières[10,] des pépiniéristes. De nombreuses tâches sont confiées aux CLE, en termes d'information, sensibilisation et formation des acteurs de l'eau, d'initiation et d'appui à des actions de développement, de promotion, de protection et de restauration des ressources en eau, d'arbitrage de conflits d'usages liés à l'eau. Le CLE de Mogtedo, devenu CLE du sous bassin du Bomboré[11] a essentiellement ciblé son intervention dans la gestion de l'eau par des activités de sensibilisation et de reboisement pour lutter contre le comblement en amont de la retenue d'eau. Selon Wetta *et al.* [44], le rôle important dédié aux CLE (en général) reste théorique parce que les CLE ne disposent pas de ressources financières et techniques nécessaires pour la gestion des infrastructures placées dans leurs espaces géographiques de compétence. Les CLE fonctionnent alors beaucoup plus comme des plates-formes de consultation, de mobilisation et de promotion plutôt que comme un organe décisionnel doté de prérogatives en matière d'application [45].

[10] Fabricante et marchande de *dolo* (bière de mil ou de sorgho).

[11] Initialement la mise en place des CLE se faisait sur la base d'une stratégie axée sur les retenues d'eau plutôt que sur les bassins versants, comme elle se fait, de nos jours.

- **Le Comité des usagers du barrage de Mogtedo (CUB).** Comité mis en place en 2007 par l'entremise d'un projet dénommé « Projet Petits Barrages » (PPB/BAD[12]). Celui-ci met un accent particulier sur le recouvrement de redevances pour tout usage de l'eau. Le comité des usagers du barrage de Mogtedo, depuis sa mise en place a pu mener une activité de reboisement. C'est une structure qui est beaucoup moins visible que la CRM et le CLE. Sa mise en place a été plus au moins contestée par la population de Zam car elle n'a pas pris en compte toutes les couches socio-économiques.
- **Le Comité d'irrigants de Talembika (CIT).** Le comité d'irrigant est une structure présente à Talembika, un village de la rive gauche dans la commune de Zam. Ce comité a été initialement un groupement d'irrigants dénommé « Delwendé", crée en 1992. Il a évolué en Comité d'irrigants de Talembika à partir de 2006. Il regroupe particulièrement des maraîchers exploitant cette partie du bassin versant. Ce comité d'irrigants, tout comme la CRM a un rayon d'action autour du périmètre maraicher de Talembika[13]. L'aménagement de ce périmètre n'ayant pas été finalisé, à cause d'un défaut technique de conception, le comité fonctionne au ralenti. Le CIT reste la seule structure à être parvenu à mener des actions concrètes avec ses membres en matière de protection des berges de la retenue d'eau.

Selon l'étude CISV - Coopération Suisse [34], depuis le retrait de l'État burkinabè de la gestion du périmètre rizicole de Mogtedo en 1980, la CRM a été la seule structure formelle à s'impliquer activement dans la distribution de l'eau dans le périmètre rizicole, jusqu'en 2006. En effet, elle était la seule structure bien organisée qui exploitait la ressource eau de la retenue. Les tours d'eau étaient alors rigoureusement suivis ainsi que le calendrier saisonnier. Au fil du temps, l'augmentation du taux d'occupation a atteint un niveau important, et le besoin accru en eau pour la production a contraint les populations à occuper les berges, ceci de manière anarchique, sans respect de certaines normes[14] en vigueur au Burkina Faso, en matière de protection des berges [46]. C'est dans cette situation confuse que vont naitre progressivement à partir de 2006, les autres structures de gestion (CLE, CUB, CIT) avec l'appui de différents partenaires. Dans la pratique, les rôles des structures apparaissent comme confus pour les producteurs agricoles, qui ne font pas forcement la différentiation entre ces structures de gestion, du fait que la direction de la CRM, du CLE et du CUB sont à la charge des mêmes personnes [34]. Cette situation est révélatrice d'une incohérence dans la mise en place de plusieurs structures ayant en charge la gestion du même plan d'eau. Ce manque de concertation entre structures pour la gestion des aménagements hydroagricoles se retrouve dans un certain nombre de pays d'Afrique subsaharienne [47]. À Mogtedo, en dépit des nombreuses interventions de partenaires nationaux et internationaux, aucun réel appui technique dans la gestion de l'eau et l'irrigation n'a été apporté aux responsables 'eau' et aux producteurs à cette époque.

Dans la gestion de l'eau de la retenue de Mogtedo, d'énormes lacunes apparaissent, tant aux niveaux institutionnel et organisationnel, qu'au niveau de la gestion des ouvrages et infrastructures.

Aux niveaux institutionnel et organisationnel, il n'existe pas de cadre formel de concertation entre les structures en place. À ce jour, un SDAGE[15] pour le bassin du Nakanbé est en cours d'élaboration sous la direction de l'Agence de l'Eau du Nakanbé[16,] mais il n'est pas encore finalisé. Il en est de même du SAGE[17] pour le sous bassin du Bomboré (qui inclut la retenue d'eau de Mogtedo). L'absence d'un cadre formel de concertation pour la gestion de l'eau de la retenue pour des usages agricoles,

[12] Projet petits barrages/Banque Africaine de Développement, conjointement financé par l'État burkinabé (12%) et la Banque Africaine de Développement (88%).

[13] Périmètre irrigué de 62 ha, aménagé entre 2006 et 2008 dans le cadre d'un projet de réalisation de 1000 hectares irrigués (à l'échelle nationale) initié par le gouvernement du Burkina Faso et financé par le Fond Koweitien pour le Développement Économique Arabe (FKDEA). La source d'alimentation en eau de ce périmètre est le barrage de Mogtedo.

[14] Il est principalement question du non-respect de la largeur de la bande riveraine (ou bande de servitude). La bande riveraine désigne une lisière végétale permanente qui longe les cours d'eau, entoure un lac ou borde un fleuve. Au Burkina Faso, sa largeur est fixée à 100 mètres (AEN, 2015). Les activités agricoles pratiquées sur cette bande favoriseraient le transport, puis le dépôt de sédiments au fond du lit de barrage.

[15] Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) est un document de planification qui fixe pour chaque bassin hydrographique les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt général (source: www.eaufrance.fr).

[16] L'Agence de l'Eau du Nakanbé (AEN) est un Groupement d'Intérêt Public qui a en charge, la valorisation du bassin hydrographique du Nakanbé.

[17] Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) est une déclinaison du SDAGE à une échelle plus locale, qui vise à concilier la satisfaction et le développement des différents usages et la protection des milieux aquatiques, en tenant compte des spécificités d'un territoire (source : www.gesteau.fr).

n'empêche pas les producteurs de s'organiser (principalement au sein de la CRM) pour établir un tour d'eau pour l'irrigation de leurs parcelles. Toutefois, un non-respect de ces tours d'eau est observé au sein du périmètre rizicole, imputable principalement aux maraichers (toujours plus nombreux) installés autour du périmètre, et qui prélèvent de l'eau (sans tenir compte des programmes) dans le canal primaire de desserte du périmètre. Officiellement, ces producteurs maraichers ne versent aucune redevance pour l'eau prélevée, tandis que les exploitants du périmètre paient une redevance annuelle de 4 250 FCFA (environ 6,50 euros) pour chaque 0,25 ha de superficie exploitée [27]. Dans la pratique, la CRM percevrait des redevances eau auprès d'un certain nombre de producteurs maraîchers installés autour du périmètre (communication personnelle, Bertin Lingane); de fait, ces producteurs maraîchers s'estiment légitimes en tant qu'usagers de la ressource en eau. Ainsi, selon l'étude CISV - Coopération Suisse [34], la CRM compte officiellement 378 membres, mais les usagers de l'eau (producteurs) sont estimés à plus de 1 500.

Au niveau de la gestion des ouvrages et des infrastructures, la gestion de l'eau de la retenue se résume alors à un programme d'ouverture-fermeture des vannes par un aiguadier. La gestion de l'eau de la retenue au niveau des vannes, n'inclut donc pas la gestion des prélèvements effectués en amont par les producteurs maraichers (installés sur les berges de la retenue) et les éleveurs de bétail. Les vannes principales connaissent parfois des dysfonctionnements entrainant des fuites vers le réseau de distribution, lorsque les vannes sont censées être fermées. En outre, il a été à maintes reprises observé des écoulements dans les drains[18] du périmètre irrigué, à des périodes au cours desquelles aucun écoulement n'est constaté dans les canaux (primaires, secondaires, tertiaires) de distribution; il s'agirait d'un détournement des écoulements directement vers l'aval du périmètre (sans desserte du périmètre), à destination de sites d'orpaillage situés en aval du périmètre. Y aurait-il une entente entre les gestionnaires des vannes et des usagers de l'eau au sein des sites d'orpaillage ? Le cas échéant serait dommageable pour les producteurs du périmètre, qui verraient une fois encore une partie de l'eau qui leur est destinée, aller vers d'autres usages.

Enfin, selon Okounde [48] et Sally *et al.* [24], il existe des problèmes de planage au sein du périmètre, aussi bien au niveau des parcelles qu'au niveau des canaux de distribution. Les problèmes de planage au sein des canaux se manifestent sous forme de dépôts de sédiments qui modifient les pentes de fond des canaux et modifient les quantités d'eau qui s'écoulent. Ces problèmes résultent de travaux d'entretien des canaux, mal effectués. Quant aux problèmes de planage au niveau des parcelles, ils résultent d'un travail insuffisant d'aménagement des parcelles. Cela se traduit par l'apparition de zones exondés et aussi de zones topographiquement basses, toutes choses qui ne permettent pas une irrigation optimale des parcelles concernées par ce problème [34].

4.3 TRAJECTOIRES DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE À MOGTEDO

Les résultats obtenus dans le cadre du PADI montrent que l'agriculture irriguée est en pleine expansion autour du barrage de Mogtedo (près de 2 % d'augmentation des surfaces irriguées par an), tandis que la capacité de stockage se réduit (près de 1 % de diminution du volume de stockage par an) sous l'effet de la sédimentation. Quelles sont alors les trajectoires possibles pour l'agriculture irriguée en particulier ? On pourrait en distinguer plusieurs, mais dans le cadre de cette étude, deux trajectoires majeures seront explorées.

La première trajectoire considérée est un prolongement de celle déjà empruntée par l'agriculture irriguée dans les moyens (et grands) périmètres irrigués au Burkina Faso, et à Mogtedo en particulier. La gestion de l'eau agricole depuis la création du périmètre irrigué de Mogtedo (1967), est passée d'un système de cogestion à un système d'autogestion. La cogestion désigne ici la gestion conjointe du périmètre irrigué (eau et sol) par l'État burkinabè (fortement impliqué) et la CRM depuis 1967 jusqu'en 1980, date à partir de laquelle commence l'autogestion du périmètre irrigué de Mogtedo[19]. À l'instar de l'aménagement hydro-agricole de Mogtedo, la plupart des moyens (et grands) aménagements hydro-agricoles au Burkina Faso ont progressivement vu l'État burkinabè se désengager de leur gestion, à la suite des programmes d'ajustement structurels imposés à un ensemble de pays africains (dont le Burkina Faso) par les institutions financières internationales[20] ([49], [50]) au début des années 1990. Une étude menée par le Ministère en charge de l'agriculture au Burkina Faso [2], souligne alors que la gestion optimale de l'eau et l'entretien des moyens et grands aménagements, laissés, avec ce désengagement de l'État, aux mains des coopératives souffrent: (i) de l'inorganisation des coopératives, trop grandes et endettées; (ii) des insuffisances des

[18] Réseau de canaux au sein du périmètre, servant à collecter les eaux excédentaires d'irrigation (quand le drainage naturel du sol s'avère insuffisant pour les évacuer). Le drainage a pour but de limiter le temps de saturation du sol, afin d'éviter l'asphyxie des cultures.
[19] Avec toutefois, un encadrement technique des services déconcentrées du Ministère en charge de l'agriculture.
[20] Fonds Monétaire International (FMI) et Banque Mondiale

services en matière de programmation et de mise en œuvre des règles de gestion et des travaux de maintenance; (iii) du dimensionnement inadapté de certaines infrastructures et de la mauvaise utilisation de la redevance d'irrigation; (iv) de la faible rentabilité des cultures, parfois imposées; et (v) de l'étroitesse des parcelles affectées aux exploitants, qui ne peuvent en retirer qu'un complément de revenus qui ne permettent pas de les entretenir et de les rentabiliser. Il en résulte de fortes dégradations des réseaux et équipements qui compromettent à plus ou moins long terme la durabilité des investissements. Comme précédemment indiqué, à Mogtedo, s'est développée au fil du temps, une exploitation grandissante de l'espace tout autour de la retenue d'eau et en périphérie du périmètre irrigué, à des fins agricoles. Cette exploitation hors périmètre est motivée, entre autres raisons, par le fait que l'exploitation de parcelles au sein des périmètres irrigués ne peut plus constituer un moyen substantiel pour une agriculture de rente, en raison de la taille de parcelle (0,10 à 0,80 ha, à Mogtedo) que peut posséder un producteur [51]. En outre, à Mogtedo, les familles possédant des parcelles au sein du périmètre ont depuis vu croitre leurs effectifs, poussant une partie de ces familles à aller occuper les terres en périphérie du périmètre irrigué. Ces terres en périphérie du périmètre irrigué sont aussi occupées par des producteurs agricoles de Zam, ainsi que des producteurs allochtones venus d'ailleurs. Le mode de gestion des parcelles hors périmètre est l'autogestion. Cette autogestion semble générer des profits relativement plus intéressants que ceux réalisés au sein du périmètre, du fait de l'absence de redevances à payer (sauf pour ceux qui puisent leur eau d'irrigation dans les canaux du périmètre), de superficies relativement plus importantes, et d'un programme d'irrigation à la demande (car n'étant pas soumis à un tour d'eau), le prix relativement bas des motopompes importées d'Inde ou de Chine [11]. C'est aussi au sein de cette exploitation hors périmètre que se déroule une "tragédie des (biens) communs" [52], dans laquelle la plupart des utilisateurs de la ressource l'exploitent avec à peu près pour seul objectif, la maximisation de leur profit. Ils n'ont pas un véritable souci de rationalisation de l'exploitation de l'eau de la retenue (en l'absence de cadre formel et/ou "coercitif" de gestion). C'est ainsi que les superficies agricoles irriguées vont toujours croissant, avec pour seule contrainte une éventuelle vidange précoce du réservoir. Les ressources en eau disponibles permettent encore la réalisation d'un cycle complet de culture en saison sèche, puis un second (peu probable), en fonction du niveau d'eau de la retenue et du type de culture. Poursuivant sur cette première trajectoire, une menace à l'équilibre précaire dans la satisfaction actuelle des besoins en eau, réside dans les prévisions climatiques. D'après Ibrahim [22] les perspectives concernant l'évolution du climat selon l'analyse des projections climatiques de trois modèles régionaux (CCLM[21], RACMO[22] et RCA[23]) pour la période de 2021-2050 montrent un risque élevé d'occurrence de la situation climatique difficile des décennies 1970 et 1980. Une hausse des températures pourrait provoquer une augmentation de l'évapotranspiration et donc des besoins en eau plus importants.

La seconde trajectoire majeure considérée pour cette étude, fait intervenir des acteurs (endogènes ou exogènes) dotés de capacités techniques et organisationnelles et investis de capacités d'actions permettant un accompagnement dans une exploitation durable des ressources en eau de la retenue de Mogtedo. D'après plusieurs auteurs ([53], [54], [55]), de nombreuses études ont illustré les capacités d'action collective des communautés locales autour des ressources communes. Ainsi, commencent à naitre au Burkina Faso, des initiatives en partenariat public-privé (PPP) permettant à des structures privées d'appuyer les gestionnaires de moyens et grands aménagements (État burkinabè et comités d'irrigants) dans leurs tâches. On peut citer le cas du périmètre rizicole de la vallée du Kou (PRVK), au Burkina Faso [13] dans lequel l'AEDE[24], une organisation non-gouvernementale spécialisée dans les questions de gestion de l'eau, apporte un appui technique au comité des irrigants du PRVK. Cet appui consiste pour l'AEDE, en l'utilisation d'outils d'aide à la décision pour la gestion des périmètres irrigués ([15], [56]), au rang desquels, SIMIS[25] [57], pour apporter des conseils au comité des irrigants. Compte tenu de l'efficience moyenne d'utilisation de l'eau de l'ordre de 0,39 au niveau du périmètre de Mogtedo [39], la mise en place d'un PPP ayant pour objectif de fournir du conseil agricole aux usagers du périmètre de Mogtedo pourrait se révéler pertinente. Ce PPP réunirait les services déconcentrés de l'État burkinabè en charge de l'agriculture et de la gestion intégrée des ressources en eau à travers les CLE, les collectivités territoriales, la CRM et un organisme privé d'appui à la gestion de l'eau. Il travaillera dans un premier temps à mettre en place un mécanisme simple de quantification des prélèvements de chaque groupe d'usagers et à rendre l'information disponible à l'ensemble des acteurs, afin de situer clairement les responsabilités et les

[21] CCLM: *Cosmo-CLM*, ou *Cosmo - Climate Limited-area Modelling*

[22] RACMO: *Regional Atmospheric Climate Model*

[23] RCA: *Rossby Centre regional climate model*

[24] Association Eau Développement et Environnement

[25] SIMIS (*Scheme Irrigation Management Information System*) est un outil d'aide à décision qui permet de gérer les allocations d'eau sur un périmètre irrigué. Entre autres fonctions, SIMIS permet : le calcul des besoins en eau des cultures, l'élaboration de plans et de programmes d'irrigation, le suivi de la consommation en eau, la gestion financière du périmètre.

contraindre à un changement de comportement[26]. Le choix pour un système de production en alternance entre deux groupes d'agriculteurs constitués à l'image de ce qui se pratique dans le périmètre irrigué de Karfiguela à l'Ouest du Burkina Faso peut également être une option négociable. Dans ce cas, chaque groupe consentira à l'effort de mettre ses parcelles en jachère tous les deux ans. Des initiatives comme la récompense des agriculteurs modèles en termes de gestion du bien commun et le respect des cahiers de charges relatifs au système de production, sont susceptibles de favoriser la naissance d'une vision commune aux seins des exploitants. SIMIS (ou tout autre outil d'aide à la décision ayant la même finalité) permettrait d'améliorer les efficiences d'irrigation. Le conseil agricole prodigué dans le cadre du PPP pourrait s'étendre aux exploitations hors périmètres, avec pour objectif une amélioration de la productivité de l'eau d'irrigation grâce à l'outil AquaCrop[27] ([58], [59], [60]) de la FAO. En plus de l'optimisation de la gestion de l'eau agricole, ce PPP pourrait inclure la réhabilitation des infrastructures de desserte d'eau sur le périmètre irrigué, et la protection de la retenue d'eau contre la sédimentation accélérée. Ainsi, il est possible de proposer des plans d'aménagement du bassin versant, en vue de limiter les apports sédimentaires au niveau de la retenue. Guyon et al. [31] proposent à cet effet des plans de gestion reposant sur une planification spatiale stratégique des zones présentant un risque important d'érosion hydrique des sols avec l'utilisation du modèle RUSLE[28] [61], la cartographie des tronçons de ravines, des sites de piégeage des apports solides (masses d'eau) et des actions de conservation/restauration des eaux et des sols déjà réalisés par d'autres projets et programmes. Ces plans de gestion incluent notamment la mise en place de seuils de contrôle du transport solide et seuils d'épandage permettant le piégeage des sédiments en amont de la retenue.

Cette seconde trajectoire n'échappe toutefois pas aux perspectives de péjoration climatique; elle présente néanmoins, en comparaison avec la première trajectoire décrite précédemment, l'avantage d'une meilleure valorisation de l'eau agricole et une meilleure durabilité de l'activité agricole.

4.4 NÉCESSITÉ DE LA MISE EN PLACE D'UN CADRE DE CONCERTATION DES GROUPES D'UTILISATEURS DE L'EAU AGRICOLE

Qu'importe la trajectoire considérée, il est impératif qu'un cadre unique de concertation soit trouvé entre toutes les structures en charge de la gestion de l'eau de la retenue de Mogtedo, de sorte à prévenir d'éventuels conflits d'usage de l'eau. La multitude d'organisations qui se chevauchent est une preuve que la bonne formule organisationnelle n'est pas encore trouvée. Le problème de la gestion de l'eau de la retenue de Mogtedo pourrait être plus communicationnel que technique. Dans ce sens, un cadre unique de concertation au sein duquel se déroule des dialogues ou des négociations en permanence, mettrait permanemment tous les acteurs au même niveau d'informations. Dans cette approche multi-acteurs de la gestion de l'eau de la retenue de Mogtedo, pourrait alors émerger une représentation commune de la ressource partagée, une vision commune de l'usage de la ressource partagée, et une volonté de mettre en place des règles communes de gestion. Ceci permettrait de poser clairement des limites de la ressource commune et en définir les modes d'accès [54]. De la mise en place de modes (ou règles) d'accès, pourrait découler un système de surveillance de la ressource et d'application de sanctions à tout contrevenant aux règles communes (établies de manière concertées). D'un point de vue sociologique, Mogtedo est peuplé en majorité par le groupe ethnique *Mossi*[29] (91 % des habitants, d'après [25]), très hiérarchisé [62], dans lequel la chefferie traditionnelle est très crainte et respectée. L'implication de cette chefferie traditionnelle pourrait être considérable dans un cadre de concertation pour la gestion des ressources en eau, mais aussi dans l'application des règles de gestion de l'eau. À terme, une charte de la gestion des ressources en eau pourrait être élaborée et validée par tous les acteurs ci-dessus mentionnés; cette charte pourrait aussi être validée à par les autorités administratives locales (mairies des communes de Zam et Mogtedo). Ainsi la gestion des ressources en eau locale serait régie par un document légal (la charte).

5 CONCLUSION

Cette étude sur la gestion de l'eau agricole de la retenue d'eau de Mogtedo à travers, le suivi quantitatif de sa ressource depuis sa construction (1964), l'étude des usages et groupes d'usagers de l'eau, et l'analyse de la gestion, a montré que cette gestion n'est pas optimale. Le ratio de satisfaction des besoins en eau (tous usages confondus) est dans un équilibre précaire, menacé par divers facteurs dont les occurrences pourraient entrainer de graves déficits dans la satisfaction de besoins en eau,

[26] Cette tâche est en principe, du ressort de l'Agence de l'Eau du Nakanbé (AEN), mais est difficilement exécutable compte tenu des moyens financiers limités de l'AEN (Wetta, 2017).

[27] Le logiciel AquaCrop est un modèle de bilan d'eau qui permet d'évaluer les efficiences en irrigation, l'élaboration des calendriers d'irrigation au niveau de la parcelle et l'estimation des rendements.

[28] *Revised Universal Soil Loss Equation*

[29] *Mossi*, ou *Mossé*.

et par suite de potentiels conflits d'usage. Au rang des facteurs ci-dessus mentionnés, on peut citer: une augmentation des prélèvements d'eau pour l'irrigation (occasionnée par l'aménagement de nouvelles terres à irriguer), une sédimentation accélérée de la retenue d'eau (causée par des mesures insuffisantes de protection des versants contre l'érosion). L'agriculture irriguée étant le secteur qui consomme le plus d'eau, est celui sur lequel doivent s'intensifier les recherches de solution en vue d'une optimisation de l'utilisation de l'eau. L'occurrence d'un risque de ralentissement de l'activité agricole à Mogtedo pourrait entrainer un choc pour l'économie locale qui dépend fortement de l'agriculture (pluviale et irriguée).

Afin de permettre une exploitation durable de la ressource en eau et prolonger le maintien de l'activité économique liée à l'agriculture, l'étude a proposé des solutions d'amélioration des efficiences d'utilisation d'eau à l'échelle du périmètre irrigué et à l'échelle de la production irriguée hors périmètre, des mesures de protection plus efficaces de la retenue d'eau contre la sédimentation. Toutefois, la condition de la réussite des solutions proposées, réside dans la capacité des groupes d'utilisateurs à travailler ensemble au sein d'un cadre unique de concertation, au sein duquel l'organisation pour la gestion de l'eau peut être entièrement repensée, améliorée. L'appui d'un acteur privé, dans le cadre d'un partenariat avec les groupes d'utilisateurs de l'eau, les collectivités locales et les services déconcentrés de l'État burkinabè en charge de la gestion de l'eau et de l'agriculture, pourrait permettre une plus grande efficacité dans la mise en œuvre des solutions proposées, notamment les plus techniques d'entre elles.

Le cas de la gestion de la retenue d'eau de Mogtedo n'étant pas unique au Burkina Faso, la présente étude, même si elle n'a pas la prétention d'être généralisable à l'ensemble des petites et moyennes retenues de la partie centrale du Burkina Faso, constitue une étude de cas dans laquelle le lecteur peut retrouver une problématique commune à plusieurs petites et moyennes retenues au Burkina Faso: celle de l'urgence de la mise en place de plans de gestion adéquats pour la durabilité de l'exploitation de ces retenues d'eau face aux adversités climatiques et aux facteurs de risque mentionnés plus haut.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Association pour la Promotion de l'Éducation et de la Formation à l'Étranger (APEFE) et Wallonie-Bruxelles International (WBI) pour leur appui scientifique, technique et financier dans la conduite de cette étude.

REFERENCES

[1] FAO. *Country Fact Sheet on Food and Agriculture Policy Trends - Burkina Faso*. 2014 [Online] Available from: http://www.fao.org/3/i3760e/i3760e.pdf (02 August 2019).

[2] MAHRH, Politique nationale de développement durable de l'agriculture irriguée - Stratégie, plan d'action, plan d'investissement à l'horizon 2015 - Rapport principal. 2006, MAHRH: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 181.

[3] Ibrahim, B., et al., Changes in rainfall regime over Burkina Faso under the climate change conditions simulated by 5 regional climate models. Climate Dynamics. 42 (5): p. 1363-1381, 2014.

[4] Ali, A. and T. Lebel, *The Sahelian standardized rainfall index revisited.* International Journal of Climatology. 29 (12): p. 1705-1714, 2008.

[5] Benoît, E. Les changements climatiques: vulnérabilité, impacts et adaptation dans le monde de la médecine traditionnelle au Burkina Faso. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement. 8, 1-13, 2008.

[6] Paturel, J.E., et al., Analyse de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne dans un contexte de variabilité climatique / Analysis of rainfall long series in non-Sahelian West and Central Africa within a context of climate variability. Hydrological Sciences Journal. 43 (6): p. 937 - 946, 1998.

[7] Paturel, J.E., et al., Analyses de grilles pluviométriques et principaux traits des changements survenus au 20ème siècle en Afrique de l'Ouest et Centrale. Hydrological Sciences Journal. 55 (8): p. 1281-1289, 2010.

[8] FAO, Analyse des dépenses publiques en soutien à l'agriculture et au développement rural au Burkina Faso, 2006-2013, in Série de notes techniques, SAPAA. 2014, FAO: Rome, Italie. p. 77.

[9] Yameogo, S. and A. Kienou, Analysis of public expenditures in support of food and agriculture development in Burkina Faso, 2006-2010, in Technical Notes Series. 2013, MAFAP, FAO: Rome, Italie. p. 37.

[10] Sally, H., H. Lévite, and J. Cour, Local Water Management of Small Reservoirs: Lessons from Two Case Studies in Burkina Faso. Water Alternatives. 4 (3): p. 365-382, 2011.

[11] de Fraiture, C., et al., Pirates or pioneers? Unplanned irrigation around small reservoirs in Burkina Faso. Agricultural Water Management. 131: p. 212-220, 2014.

[12] Venot, J.-P. and M. Hirvonen, *Enduring Controversy: Small Reservoirs in Sub-Saharan Africa.* Society & Natural Resources. 26 (8): p. 883-897, 2013.

[13] Wellens, J., et al. Appropriation of decision support tools derived results in the public-private management of an irrigation scheme in Burkina Faso. in Conférence Watarid 3 – usages et politiques de l'eau en zones arides et semi-arides, 30 mai au 05 juin 2011. 2011. Paris, France.
[14] Poussin, J.-C., et al., Performance of small reservoir irrigated schemes in the Upper Volta basin: Case studies in Burkina Faso and Ghana. Water Resources and Rural Development. 6: p. 50-65, 2015.
[15] Sauret, E., et al., Cadres méthodologiques et outils pour la gestion des eaux et terres pour l'agriculture irriguée au Burkina Faso, in Territoires périurbains - Développement, enjeux et perspectives dans les pays du Sud, J. Bogaert and J.-M. Halleux, Editors, Les Presses agronomiques de Gembloux: Gembloux, Belgique. p. 304. 2015.
[16] Traoré, F., et al., Monitoring the evolution of irrigated areas with Landsat images using backward and forward change detection analysis in the Kou watershed, Burkina Faso. Geocarto International. 28 (8): p. 733-752, 2013.
[17] Traoré, F., et al., Using Multi-Temporal Landsat Images and Support Vector Machine to Assess the Changes in Agricultural Irrigated Areas in the Mogtedo Region, Burkina Faso. Remote Sensing. 11 (12): p. 1442, 2019.
[18] Ouédraogo, S., Diagnostic organisationnel pour l'exploitation et la gestion du périmètre irrigué de Mogtedo: Contrainte et suggestions. 2009, Centre Agricole Polyvalent de Matourkou: Matourkou, Burkina Faso. p. 52.
[19] Sahelian Agency for Water Environment and Sanitation, Plan Communal de développement sectoriel approvisionnement en eau potable et assainissement de la commune de Mogtedo (Horizon 2010-2015). 2009, Gouvernorat du Plateau Central: Ziniaré, Burkina Faso. p. 57.
[20] Société Africaine d'études et Conseils, *Plan Communal de développement de Zam*. 2008, MATD: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 104.
[21] Touré, H.A. and R. Zerbo, Les perceptions du changement climatique et adaptation aux risques naturels au Centre-Nord et au Plateau-Central du Burkina Faso. Revue Espaces Africains. 1 (2): p. 93-108, 2022.
[22] Ibrahim, B., Evaluation de la prise en compte de la variabilité climatique dans la gestion de la retenue d'eau de Mogtedo au Burkina Faso. 2016, WASCAL: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 23.
[23] AEDE, *Etat des lieux – Cas du Plateau central*. 2013, PADI-BF102: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 35.
[24] Sally, H., A. Keïta, and S. Ouattara, *Analyse diagnostic et performances de 5 périmètres irrigués autour de barrages au Burkina Faso*. 1997, Projet Management de l'Irrigation - Burkina Faso: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 273.
[25] Ouédraogo, S., Evolution des transactions foncières dans le Ganzourgou: cas du périmètre irrigué de Mogtedo et de l'UD de Rapadama, in Département de Géographie. 2003, Université de Ouagadougou: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 159.
[26] Sanfo, S., Politiques publiques agricoles et lutte contre la pauvreté au Burkina Faso: le cas de la région du Plateau Central, in UFR de Sciences Economiques. 2010, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne: Paris, France. p. 364.
[27] Ki, F., J.-P. Tankoano, and G. Ndanga Kouali, *Etude diagnostique de la gestion du barrage de Mogtedo*. 2010, Projet WAIPRO: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 66.
[28] Guyon, F., et al., Résultat du bilan hydrologique de la retenue d'eau d'irrigation de Mogtedo. 2016, PADI: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 12.
[29] Ndanga Kouali, G., Compétition entre périmètres irrigués partageant la même ressource en eau: cas de Mogtedo et Talembika. 2010, 2iE: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 78.
[30] Hallot, E., et al., Gestion intégrée des petites retenues hydro-agricoles au Burkina Faso. Geo-Eco-Trop. 43 (3): p. 327-336, 2019.
[31] Guyon, F., et al., Estimation de la sédimentation des retenues de Kierma, Wedbila et Mogtedo - Méthodologie et résultats obtenus, in Atelier de capitalisation des résultats et Acquis du PADI. 2016, PADI: Ouagadougou, Burkina Faso.
[32] Tao, A., *Mogtedo: le barrage se meurt, la ville aussi,* in *FENOP Info*. 2016, Fédération Nationale des Organisations Paysannes: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 2-3.
[33] Sprumont, C., et al., Caractérisation des conditions hydrogéologiques au voisinage de petites retenues d'eau d'irrigation: le cas de la cuvette de Mogtedo au Burkina Faso, in Atelier de capitalisation des résultats et Acquis du PADI. 2016, PADI: Ouagadougou, Burkina Faso.
[34] CISV and Coopération-Suisse, Etude diagnostique sur la gestion intégrée des ressources en eau du barrage de Mogtedo dans la province du Ganzourgou. 2011, CISV & Coopération Suisse: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 42.
[35] INSD, *Analyse des résultats de l'enquête burkinabé sur les conditions de vie des ménages - Rapport final*. 2003, Institut National de la Statistique et de la Démographie: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 270.
[36] INSD, Enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages de 2018. 2021, INSD. p. 171.
[37] Sanfo, S., B. Barbier, and A. Zangre, *Horticultural Production in Burkina Faso: A Comprehensive Socio-Economic Analysis.* Irrigation and Drainage. 66 (5): p. 828-841, 2017.
[38] Lebel, T. and A. Ali, Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990–2007). Journal of Hydrology. 375 (1–2): p. 52-64, 2009.
[39] Wellens, J., Note technique: Recensement hydro-agricole: Mogtedo – Mars 2012. 2012, PADI: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 7.

[40] Mountrakis, G., J. Im, and C. Ogole, *Support vector machines in remote sensing: A review.* ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 66 (3): p. 247-259, 2011.
[41] Allen, G.R., et al., *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage paper. Vol. 56, Rome, Italie: FAO. 326. 1998.
[42] Dembélé, Y., Modélisation de la gestion hydraulique d'une retenue d'irrigation: Application au périmètre rizicole de Mogtedo (Burkina Faso). 1985, ENSA: Rennes, France. p. 147.
[43] Padonou, M.N. and P. Sarr, Contribution de la Télédétection et du Système d'Information Géographique à l'amélioration de la gestion des eaux de surface dans un bassin versant: cas du barrage de Mogtedo au Burkina Faso, in Journées d'Animation Scientique (JAS09) de l'AUF. 2009: Alger, Algérie. p. 7.
[44] Wetta, C., et al., *Vers une gestion intégrée des ressources en eau au Burkina Faso,* PRISE, Editor. 2017, PRISE: London, United Kingdom. p. 60.
[45] Roncoli, C., et al., From Management to Negotiation: Technical and Institutional Innovations for Integrated Water Resource Management in the Upper Comoé River Basin, Burkina Faso. Environmental Management. 44 (4): p. 695-711, 2009.
[46] AEN, *Normes et techniques de protection des berges du Nakanbé*. 2015, Agence de l'eau du Nakanbé: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 53.
[47] Emsellem, Y., et al., *L'hydraulique villageoise en Afrique subsaharienne - 1968-1990*. Hong Kong, PRC: Schematics Limited Hong Kong. 153. 2015.
[48] Okounde, B., Etude des impacts environnementaux et sanitaires de l'utilisation des engrais et pesticides dans les périmètres irrigués du barrage de Mogtédo au Burkina Faso. 2006, EIER: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 111.
[49] Daré, W.s., et al. *Grands aménagements hydroagricoles, inégalités environnementales et participation: le cas de Bagré au Burkina Faso*. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement. 19, DOI: 10.4000/vertigo.23971, 2019.
[50] Guissou, B.L., *Le Burkina Faso au-delà de l'ajustement structurel.* Africa Development / Afrique et Développement. 21 (2/3): p. 159-183, 1996.
[51] Nébié, O., *Les aménagements hydro-agricoles au Burkina Faso: Analyse et bilan critiques.* Travaux de l'Institut Géographique de Reims. Espaces africains en crise. Formes d'adaptation et de réorganisation (83-84): p. 123-140, 1993.
[52] Hardin, G., *The tragedy of the commons.* Science. 162 (3859): p. 1243-1248, 1968.
[53] Jimmy, P.K. and I. Moumouni Moussa, Capital social et gestion des conflits dans le périmètre irrigué de Malanville au Bénin. Cahiers agricultures. 25 (65003): p. 1-5, 2016.
[54] Ostrom, E., Gouvernance des biens communs - Pour une nouvelle approche des ressources naturelles. 1ère ed.: Editions De Boeck. 301. 2010.
[55] Wade, R., The management of common property resources: collective action as an alternative to privatisation or state regulation. Cambridge Journal of Economics. 95: p. 95-106, 1987.
[56] Wellens, J., et al., A public–private partnership experience in the management of an irrigation scheme using decision-support tools in Burkina Faso. Agricultural Water Management. 116: p. 1-11, 2013.
[57] Mateos, L., I. Lopez-Cortijo, and J.A. Sagardoy, *SIMIS: the FAO decision support system for irrigation scheme management.* Agricultural Water Management. 56 (3): p. 193-206, 2002.
[58] Salman, M., et al., The AquaCrop model – Enhancing crop water productivity. Ten years of development, dissemination and implementation 2009–2019. 2021, FAO: Rome. p. 106.
[59] Steduto, P., et al., AquaCrop-The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: I. Concepts and Underlying Principles. Agronomy Journal. 101 (3): p. 426-437, 2009.
[60] Wellens, J., et al., Performance assessment of the FAO AquaCrop model for irrigated cabbage on farmer plots in a semi-arid environment. Agricultural Water Management. 127: p. 40-47, 2013.
[61] Renard, K.G., et al., Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook. Vol. Number 703, Washington DC, USA: USDA - ARS. 49. 1997.
[62] Laurent, P.-J. Système de mariages et terminologie de parenté chez les Mossi (Burkina Faso). L'homme. 206, 59-87 DOI: 10.4000/lhomme.24517, 2013.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 956-964
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Informatisation du système d'aide touristique dans la ville de Lubumbashi et ses environs en RDC

[Computerization of the tourist aid system in the city of Lubumbashi and its surroundings in the DRC]

Elie Mwez Rubuz, Bazin Nshimba Ilunga, Dédale Numbi wa Banza, Amand Mutombo Lwamba, Nsenga wa Mbayo Kapini, Guillaume Kasongo Kamwanya, and Sartre Mukamba Ngoy

Institut Supérieur Pédagogique de Kabongo, Kabongo, Haut-Lomami, RD Congo

Copyright © 2023 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 choice of this subject is related to the object that has activated our attention as a researcher and strikes our imagination. It all started with an exchange between colleagues and an observation made when we were watching a tourist documentary of the city of Lubumbashi, so we were driven by the taste of wanting to improve the tourism process to grant quick access to all sites available in the city for sightseeing. This work will provide the IT solution to the Ministry of Tourism and more specifically to the Tourism Service through the application that will be designed and implemented with regard to the process of tracking tourists and better managing them to maximize revenue.

KEYWORDS: Tourism, Tourist, Lubumbashi, Park, Sites, DRC, Nature.

RESUME: Le choix de ce sujet est en rapport avec l'objet qui a activé notre attention en tant que chercheur et frappe notre imagination. Tout est parti d'un échange entre collègues et d'une observation faite lorsque nous regardions un documentaire touristique de la ville de Lubumbashi, ainsi nous étions poussés par le goût de vouloir améliorer le processus de tourisme pour accorder un accès rapide à l'ensemble de sites disponibles dans la ville pour les visites touristiques. Ce travail fournira la solution informatique au ministère de tourisme et plus précisément au service de tourisme par l'application qui sera conçue et réalisée en ce qui concerne le processus de suivi des touristes et de mieux gérer ces derniers pour maximiser les recettes.

MOTS-CLEFS: Tourisme, Touristique, Lubumbashi, Parc, Sites, RDC, Nature.

1 INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo est une mosaïque culturelle et un scandale géologique avec une biodiversité et disposant des curiosités touristiques qui une fois mises en exploitation pourront beaucoup plus valoriser le pays sur le plan mondial.

Avec une superficie de 2.345.000 KM^2 la République Démocratique du Congo offre des paysages variés et contrastes (fleuves, lacs, rivières, montagnes, forêts, vallées, plateaux, parcs,...). Tous les climats s'y retrouvent, ses villes où se côtoient la modernité des quartiers résidentiels, commerciaux et administratifs et des quartiers périphériques offrent des curiosités touristiques; sa gastronomie variée son artisanat, sa musique traditionnelle sont autant d'atout à mettre en valeur afin de créer des attractions qui feront de la République Démocratique du Congo une destination de dépaysement et de rêve.

La République Démocratique du Congo n'est plus une destination touristique de renom plusieurs facteurs sont à la base de ce désintéressement. Depuis plusieurs décennies l'infrastructure touristique existant n'a pas été entretenue et les destinations jadis prisées même par des Congolais n'ont plus été exploitées. Les différentes guerres et rébellions ont créé l'insécurité à travers tout le pays.

Corresponding Author: Elie Mwez Rubuz

L'informatique de gestion est l'ensemble des connaissances, des technologies et des outils en rapport avec la gestion de données, c'est-à-dire la collecte, la vérification et l'organisation de grandes quantités d'information. En effet les problèmes de gestion que connaissent le ministère de tourisme est:

- La gestion de certaines tâches et opération est encore manuelle et de fois avec des traitements informatisés limités.
- Le nombre des touristes n'est pas connu pendant une certaine période;
- Le contrôle peu efficace séjour des touristes qui reste même au-delà de leurs dates de séjour;
- La difficulté d'établir les rapports de visite des différents touristes;
- La perte des informations sur les touristes vus qu'elles sont enregistrées sur des supports papiers ainsi que la mauvaise conservation de ces derniers.

En effet, le tourisme faisant vivre certaines notions dans le monde, il est important de pallier à tous ces problèmes de gestion de pour ainsi maximiser les recettes pour le bon fonctionnement des entités de l'état. Ainsi, compte tenu des problèmes cités ci-haut, nous nous sommes posé plusieurs questions dont nous résumons en une principale. « Quel système d'informations à mettre en place pour suivre le séjour des touristes ?».

2 METHODOLOGIE

Pour réaliser ce travail, nous avions fait recoure à la méthode analytique qui représente avec précision, oralement ou par écrit quelques choses de réel basée sur le langage de modélisation UML en utilisant le processus de développement logiciel 2TUP (de l'anglais TWO TRACKS UNIFIED PROCESS) dont l'objet est d'implémenter le processus unifié.

3 PRESENTATION DE SERVICE DE TOURISME

Dès 1889 Leopold II, roi de Belges décidait de crées de réserve de chasse destinées à protèges, l'éléphant contre un massacre déjà inconsidéré. Cette politique devait être poursuivie en 1908, par le prince Albert qui estimait nécessaire d'établir de nouvelles réserves naturelles en 1925, était créé le parc national Albert (aujourd'hui parc national de Virunga). Ce parc fut agrandi en 1929, 1934 et 1935 jusqu'à s'établir dans ses limites actuelles.

L'institut des parcs nationaux, crée en 1929 dépendait du ministère du cotonnier à Bruxelles il devait très rapidement s'enrichir de trois nouveaux parcs: Garamba, Upemba et la Kagera (aujourd'hui au Rwanda). En 1960, au lendemain de l'indépendance, ces parcs ont été attaches au ministère Congolais de l'agriculture. En 1970, le gouvernement congolais à crée quatre nouvelles réserves intégrales triplant la superficie globale des parcs nationaux. En 1972 le statut de L'IZEN étaient reconsidère afin d'y inclure le contrôle de l'environnement humain. En vue de faire connaitre le tourisme Congolais à l'étranger, 160.000 dépliants et affiches publicitaire ont été édites et distribués des 1973. De mêmes deux filins de quarante minutes sur le Zaïre ont été tournés.

En cette même année l'Office Zaïrois du tourisme avait ouvert un bureau à Bruxelles ou celui-ci était charge de rapport direct avec les "tours opératoires" les agences de voyage et tous les professionnels du tourisme installes aussi bien en Belgique que dans les autres pays du marché commun. Les défigées du commissariat général au tourisme prendront part à diverses manifestations internationales (conférences, séminaires, foires) dans la même optique de drainer un monde toujours croissant de touristes vers le Zaïre.

Au terme du plan d'orientation touristique 1970-1975, les résultats sont probants: malgré la crise internationale, le taux d'expansion touristique pour le pays se maintient à un niveau honorable, soit 10,9% d'augmentation entre 1972 et 1973 pour, ce qui est du nombre d'arrivées par voie aérienne à Kinshasa. Le flux va cependant connaitre une stagnation par la suite, à cause principalement de la conjoncture économique difficile que traverse le pays en ce moment-là. C'est ainsi qu'entre 1979 et 1982, le nombre des tourismes et des visiteurs étrangers entrent au Zaïre à constamment oscille autour de 100.000 personnes, dont moins de 20.000 véritable touristes.

Le siégé social de l'office national de tourisme est situé sur l'avenue de chute dans la commune de Lubumbashi.

3.1 FONCTIONNEMENT

Lorsqu'un Touriste arrive dans la ville de Lubumbashi, il a besoin de trouver au moins un site touristique pour visiter. Ainsi Le processus métier de gestion touristique commence lorsqu'un Touriste se présente à la réception pour prendre de renseignement sur les différents sites à visiter, l'Agent d'accueil commence par identifier le Touriste; une fois l'identification terminée, l'Agent d'accueil présente la cartographie des différents sites touristiques au Touriste.

Le Touriste consulte la situation géographique de tous les sites de tourisme se trouvant dans la ville de Lubumbashi et se présente auprès de l'Agent chargé de tourisme pour une orientation sur le choix des sites de tourismes; après avoir effectué le choix des sites de tourisme à visiter par le Touriste, l'Agent chargé de tourismes, demande au Touriste le frais de séjour pour son tourisme.

Le Touriste paie le frais demandé auprès de l'agent chargé de tourisme qui, après encaissement de frais payé, rédige la carte de tourisme avec tous les détails du séjour à effectuer par le touriste; une fois l'établissement de la carte de tourisme terminé, le chargé de tourisme remet ladite carte au Touriste et demande à un Agent Accompagnateur de lui tenir en compagnie durant sa visite.

A la fin du séjour du touriste, l'agent accompagnateur, édite le rapport qui marque la fin de séjour et le transmet à l'agent chargé de touristes pour l'approbation, le chargé de touristes, vérifie les nombres de jours consommés par le touriste. Après vérification du nombre de jours consommés, le chargé de touristes demande au touriste de renouveler sa carte de séjour si le nombre de jours consommés dépasse celui qui avait été prévu lors de la première visite, sinon le chargé de touristes retire la carte de visite qui déclenche ainsi la fin du processus.

3.2 DIAGRAMME D'ACTIVITES

Dans la phase de conception, les diagrammes d'activités sont particulièrement adaptés à la description des cas d'utilisation. Plus précisément, ils viennent illustrer et consolider la description textuelle des cas d'utilisation. De plus, leur représentation sous forme d'organigrammes les rend facilement intelligibles et beaucoup plus accessibles que les diagrammes d'états-transitions.

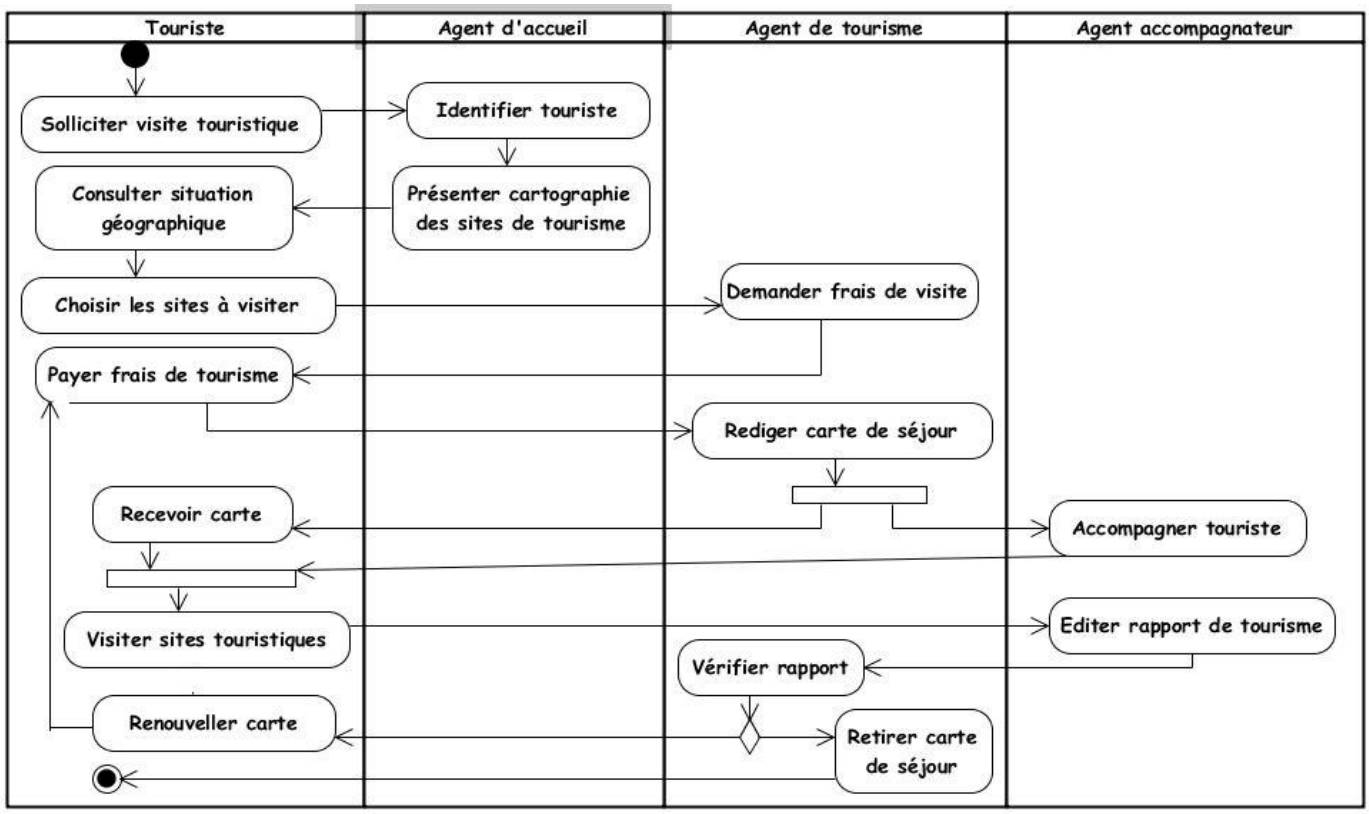


Fig. 1. Diagramme d'activités

4 CONCEPTION DE LA SOLUTION

Dans un premier temps, nous commencerons à déterminer les besoins fonctionnels en considérant le système comme une boîte noire, afin d'étudier sa place dans le système métier plus global de l'entreprise. Après avoir identifié les acteurs qui interagiront avec le système, nous développerons un premier modèle UML de niveau contexte, pour pouvoir établir précisément les frontières fonctionnelles du système.

L'étude préliminaire est la toute première étape du processus 2TUP. Elle consiste à effectuer un premier repérage des besoins fonctionnels et opérationnels, en utilisant principalement le texte, ou diagrammes très simples. Elle prépare les activités plus formelles de capture des besoins fonctionnels et de capture techniques (**P. Roques et F. Vallée 2007).**

4.1 PRESENTATION DU PROJET A REALISER

Notre projet s'inscrit dans la sphère organisationnelle et technique de l'office national de tourisme. Celui-ci englobe toutes les informations relatives à la gestion de touristes. Les structures du système d'information existant, les plus directement impliquées dans la gestion des informations sur les visites touristiques effectuées par les touristes pour différents sites touristiques sont l'agent de tourisme, la réception et d'accompagnement de visites. Ce projet aura pour aboutissement d'abord la formalisation d'un nouveau système informatique qui permettra une gestion efficace des 'informations sur toutes les visites effectuées par des touristes; ensuite l'automatisation de certaines tâches programmables de ce système. Parmi ces différentes tâches, nous relèverons la gestion des informations relatives à la gestion de visites touristiques, lesquelles informations relèvent d'un processus à trois ordres:

- Les informations relatives à la demande de visite touristique: l'enregistrement des touristes pour chaque visite effectuée, l'enregistrement des différentes demandes de visite touristique pour une meilleure identification.
- Les informations relatives à la gestion des sites touristiques: l'enregistrement des sites touristiques, l'établissement et l'impression des cartes de tourismes et leurs renouvellements.
- Les informations relatives aux visites touristiques effectuées par des touristes: l'enregistrement de chaque visite effectuée, l'établissement des relevés hebdomadaires, mensuels, semestriels ou annuels sur le visite, l'élaboration de rapports et statistique de visites touristiques.

4.2 IDENTIFICATION DES ACTEURS

- **Agent d'accueil**: est utilisateur du système chargé d'enregistrer les demandes de visite touristiques effectuées par les touristes;
- **Agent de tourisme:** est un acteur chargé de gérer toutes les visites touristiques effectuées au sein de sites touristiques c'est-à-dire d'encaisser l'argent payer pour les séjours et d'enregistrer chaque visite effectuée, établir les cartes de tourisme;
- **Agent accompagnateur**: il est chargé d'éditer des rapports de visite touristique pour chaque touriste qu'il a tenu en compagnie;
- **Touriste:** chaque personne qui effectue une demande de visite des sites touristique au sein de l'office national de tourisme;
- **Administrateur:** il est chargé de gérer les utilisateurs du système informatique.

4.3 DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION

Le diagramme de cas d'utilisation (de l'anglais **Use Case Diagram**) suivant illustre le fonctionnement du processus de gestion de visite touristique au sein de l'office national de tourisme.

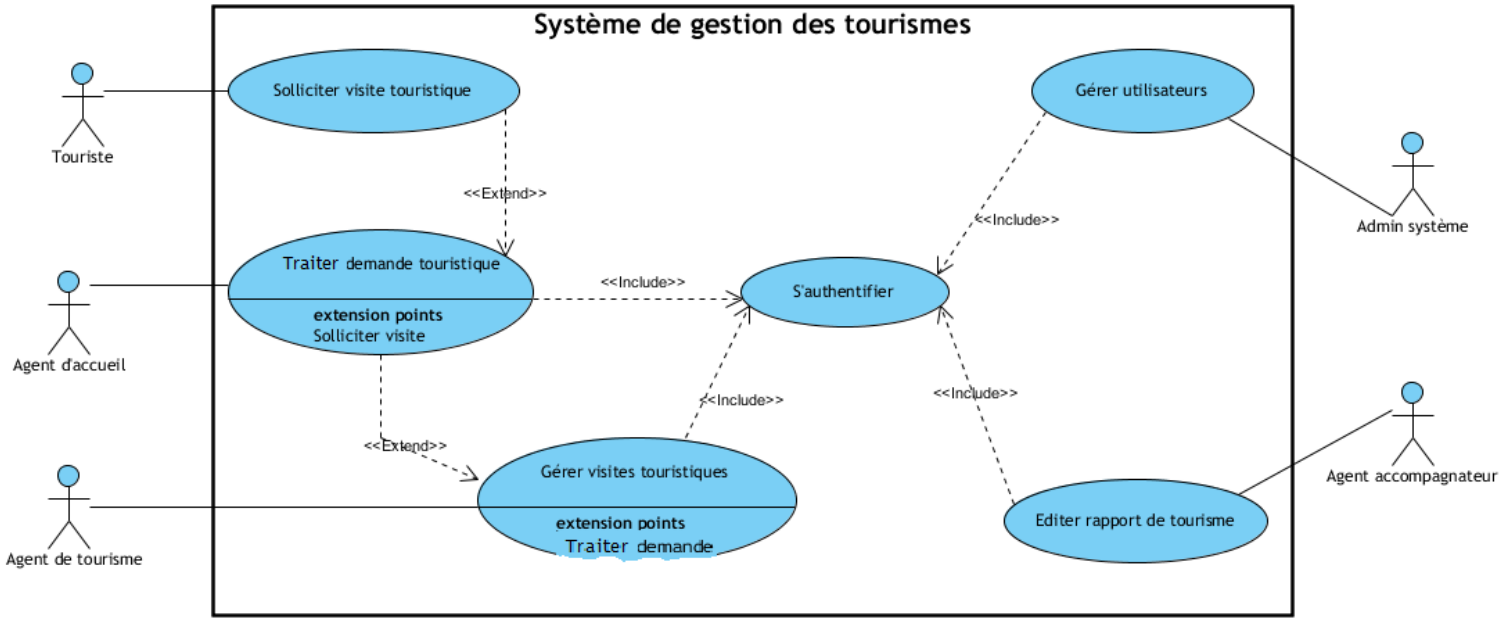


Fig. 2. Diagramme de cas d'utilisation

4.4 DIAGRAMME DE CLASSES DE CONCEPTION

Dans ces diagrammes, nous allons produire des classes qui seront à l'implémentation du système informatique. Pour une classe, le couplage est la mesure de la quantité d'autres classes avec lesquelles elle est connectée par des associations, des relations de dépendances.

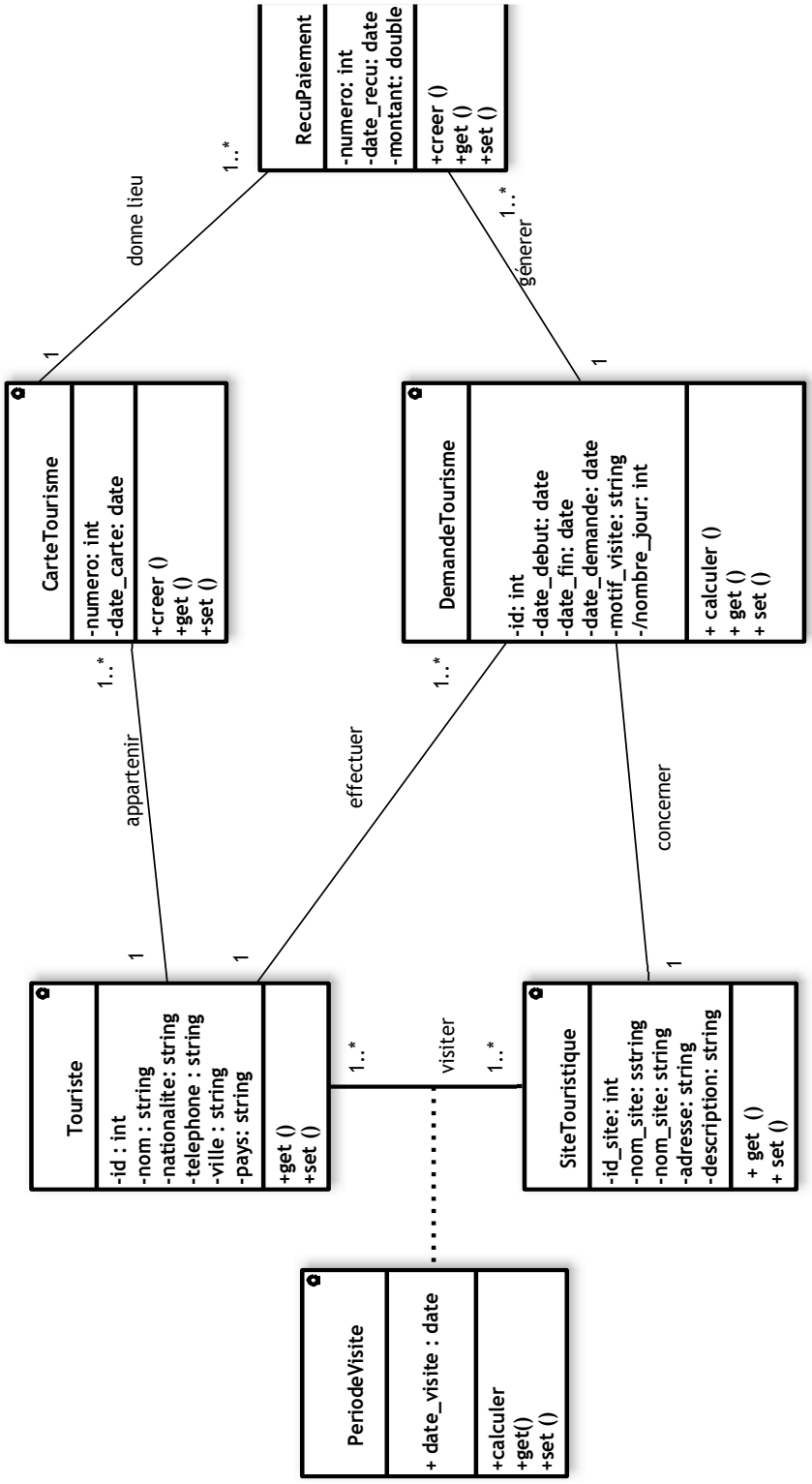


Fig. 3. Diagramme de classe de conception

5 IMPLEMENTATION ET DEPLOIEMENT DE LA SOLUTION

L'architecture logiciel décrit d'une manière symbolique et schématique les différents éléments d'un ou de plusieurs systèmes informatiques, leurs interrelations et leurs interactions. Contrairement aux spécifications produites par l'analyse fonctionnelle, le modèle d'architecture, produit lors de la phase de conception, ne décrit pas ce que doit réaliser un système informatique mais plutôt comment il doit être conçu de manière à répondre aux spécifications. L'analyse décrit le « quoi faire » alors que l'architecture décrit le « comment le faire ? »

Une structure un ensemble d'éléments du logiciel liés par une relation spécifique alors qu'une vue est la représentation de la structure. Un pattern d'architecture = la description d'une architecture-type ayant été testée sur plusieurs logiciels et éprouvée par le temps. Le style capture les concepts et principes fondamentaux d'une certaine manière d'organiser les composants de son logiciel pour atteindre un objectif spécifique et satisfaire les exigences d'un cas spécifique de logiciel. Il existe plusieurs patterns d'architecture:

- **Les structures générales**: les modèles en couches, les modèles en pipe, les modèles à filtre.
- **Les styles de systèmes distribués**: le client/serveur, le modèle 1, 2, 3-tiers, ou n tiers, et le broker.
- **Les styles de systèmes interactifs**: le modèle Modèle-Vue-Contrôleur, le modèle Présentation-Abstraction-Contrôle,…
- Et bien d'autres.

5.1 CHOIX DES ARCHITECTURES LOGICIELLES

5.1.1 CHOIX DE STYLE DE SYSTÈME DISTRIBUÉ

Le style de système distribué que nous avons choisi pour notre système est celui d'architecture en niveaux et le style d'architecture en tiers.

LE STYLE D'ARCHITECTURE EN NIVEAUX:

Ce style spécifie le nombre de niveaux géographiques et organisationnels où vont se situer les environnements d'exécution du système [Orfali 94]. Nous aurons le niveau de départemental qui représente le métier de gestion de visites touristiques au sein de l'office nationale de tourisme et le niveau central qui représente l'hébergeur distant.

LE STYLE D'ARCHITECTURE EN TIERS (*TIER* SIGNIFIE « PARTIE » EN ANGLAIS):

Ce style spécifie l'organisation des composants d'exploitation mis en œuvre pour réaliser le système. Chaque partie indique une responsabilité technique à laquelle souscrivent les différents composants d'exploitation d'un système. Le style d'architecture **3-tiers** correspond à la configuration la plus simple d'un système client/serveur. Dans ce cas, *il incombe aux clients de gérer l'interface utilisateur et les processus d'exploitation. Les serveurs ont pour responsabilité de traiter le stockage des données ainsi que la logique applicative et l'interception des requêtes utilisateur.* Ce type d'architecture est parfaitement bien adapté aux systèmes départementaux, dans la mesure où les concepts et les processus manipulés n'existent qu'une seule fois au sein d'un département de l'entreprise.

5.1.2 CHOIX DE STYLE DE SYSTÈME INTERACTIF

Le choix a porté sur le modèle MVC en rapport avec le système interactif vu l'importance et l'avantage de ce style qui permet la séparation des couches logicielles. Le modèle qui est devenu aujourd'hui le standard dans la conception des logiciels, permet de séparer la couche de présentation, de la couche de persistance ou d'accès aux données ainsi que celle de la logique applicative.

5.1.3 CHOIX DE L'ARCHITECTURE DE RÉFÉRENCE

Se basant sur l'environnement dans lequel nous allons instaurer notre système informatique, le choix de l'architecture de référence tombe sur celle dite application web client léger. Application web client léger: c'est un pattern architectural le plus classique aujourd'hui et correspond donc aux applications Internet/intranet pour lesquelles la configuration du client n'est pas maîtrisable, à ceci près que l'on requiert côté client un navigateur web assez récent, comprenant le langage JavaScript. Le client navigue sur des pages dotées d'intelligence (programmée en JavaScript). Les composants majeurs du pattern architectural client web léger se trouvent sur le serveur. Dans bien des sens, cette architecture est effectivement celle d'une application web minimale.

5.2 CHOIX DES ARCHITECTURES MATERIELLES (PHYSIQUES)

5.2.1 CHOIX DES COMPOSANTS (LOGICIELS)

Les composants sont des briques de base importantes dans la modélisation des aspects physiques d'un système. Un composant est une partie physique remplaçable d'un système qui fournit la réalisation d'un ensemble d'interfaces et s'y conforme. On utilise les composants pour modifier les éléments physiques qui peuvent se trouver sur un nœud, comme les exécutables, les bibliothèques, les tables, les fichiers et les documents. Il regroupe aussi physiquement les éléments logiques (classes, interfaces, collaborations). En UML, tous ces éléments physiques sont modélisés comme des composants. Pour ce qui est de notre système de gestion touristique, nous avons retenu comme composants ceux qui suivent:

- Le navigateur client: à l'occurrence de Google Chrome, d'Opéra mini, Mozilla Firefox,...
- Le Framework pour le développement du code source du logiciel, à l'instar de CodeIgniter, Symphony, Laravel, ASP.NET CORE,...
- Le Framework pour le style de présentation et d'animation des pages web, comme Bootstrap, MDB, JQuery, AdminLte, Materialize...
- Le serveur de données à l'exemple de MySQL, SQL Server, Oracle,...
- Le serveur d'application et le serveur Web (http): Apache, Tomcat, Glashfish, IIS,...

5.2.2 CHOIX DES MATÉRIELS

Un processus est un nœud qui a des capacités de traitement c'est-à-dire il peut exécuter un composant. Un périphérique est un nœud qui n'a pas de capacité de traitement. Les matériels utilisés sont les suivants:

- Les postes de travail: PC ou téléphones intelligents (Smart phones);
- Les différents éléments pour la connectivité sans fil comme le routeur, modem, câbles réseaux.

5.3 DIAGRAMME DE COMPOSANTS

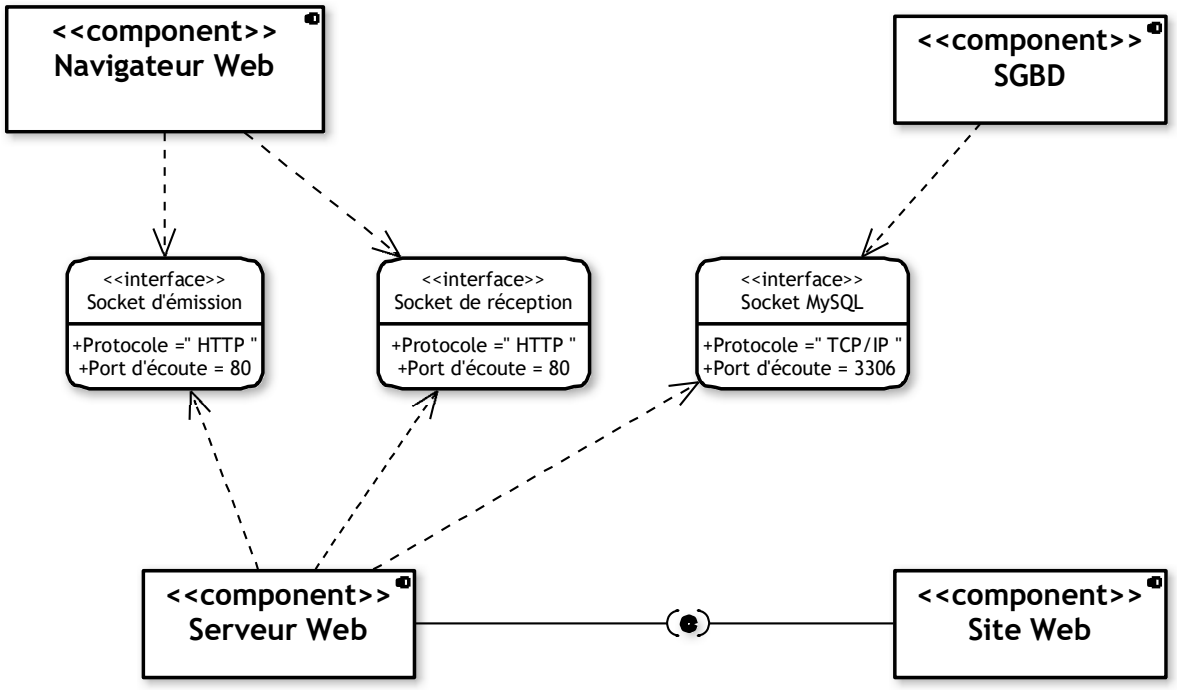


Fig. 4. Diagramme de composants

5.4 DIAGRAMME DE DEPLOIEMENT

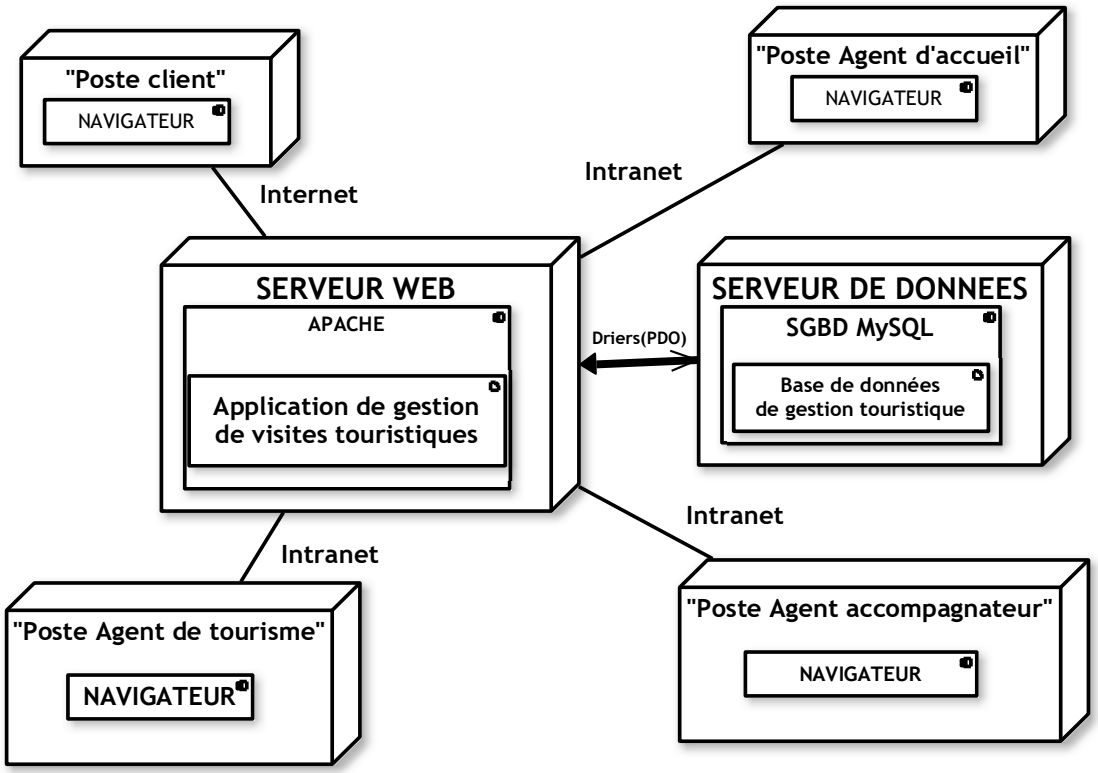


Fig. 5. Diagramme de déploiement

5.5 CHOIX DU LANGAGE DE PROGRAMMATION

Le développement d'une application web dynamique demande l'inclusion de script et de code pour garantir le dynamisme des pages et la liaison avec la base de données. Pour le développement de notre site, nous avons utilisé HTM (Hypertexte Markup Language) comme langage principal, car c'est le langage de programmation des pages web « de base ». Et pour cause: c'est ce langage qui va structurer les données de pages, indiquer comment elles sont faites et quels en sont les éléments.

C'est lui qui indiquera quels sont les titres, comment le texte est divisé en paragraphe, etc. Etant limité, nous y avons ajouté les autres langages pour apporter le dynamisme à notre site. C'est entre autre:

- Le JavaScript: (à ne pas confondre avec Java) est un langage très largement employé sur Internet côté client, même s'il peut aussi fonctionner côté serveur. Il a été mis au point par Netscape Communications. Ses instructions sont incluses dans le code HTML des pages envoyées sur le poste client et elles sont traitées directement par le navigateur.
- Le PHP (Hypertext Preprocessor): Initialement appelé Personal Home Page, il a été développé à l'origine par Rasmus Lerdorf en 1994 pour enregistrer le nombre de visiteurs sur son site. Il a vite été perfectionné par la communauté Internet pour devenir un langage de script côté serveur, à la fois très simple et très performant. Il s'interface parfaitement avec des bases de données MySQL, mais il peut aussi exploiter d'autres bases de données (Informix, dBase, Oracle, SyBase, PostgreSQL...).

5.6 CHOIX DU SYSTEME DE GESTION DES BASES DE DONNEES

Pour la réalisation de cette application web, nous avons opté pour le SGBD MySQL comme gestionnaire de base de données. **MySQL** un produit gratuit et Open Source constitué d'un serveur SQL qui supporte différents systèmes de stockage, plusieurs logiciels clients et librairies, outils d'administration, ainsi que de nombreuses interfaces de programmation. MySQL est l'un des Systèmes de Gestion de base de données open source les plus populaires au monde, il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. MySQL peut vous aider à concevoir des applications de base de données évolutives et hautement performantes.

5.7 CHOIX DU SERVEUR WEB (APACHE)

Le serveur HTTP Apache est un serveur HTTP open-source pour les systèmes d'exploitation modernes. Le but de ce projet est de fournir un serveur sécurisé, efficace et extensible qui fournit des services HTTP respectant les standards HTTP actuels. Nous l'avons utilisé pour nous aider à configurer les Virtual hosts afin de nous permettre de faire des tests sur le déploiement en réseau local.

6 CONCLUSION

Pour bien assurer la gestion des touristes, il vaut mieux avoir des bons outils matériels ou humains pouvant aider à bien l'assurer pour la bonne évolution des activités y afférentes. Dans ce travail, il a été question de développer une application web de gestion de visites touristiques au sein de l'office nationale de tourisme. Il est mieux de signaler qu'il existe un très grand nombre des logiciels pouvant assurer cette gestion, mais il vaut mieux adapter l'outil aux spécifications de la société. C'est ainsi que nous avons été amené à développer le logiciel selon les fonctionnalités que les utilisateurs ont formulées.

Signalons par ailleurs que ce projet a été conçu selon les principes des méthodes agiles en utilisant la démarche **2TUP** qui donne des bonnes pratiques de développement logiciel appuyée par le langage de modélisation informatique UML (de l'anglais Unified Modeling Language).

REFERENCES

[1] John S. Mayo, Matériaux de l'information et communication, Science Américaine, 1986.
[2] Madeleine GRAWITZ, Méthodes des sciences sociales, Paris Cedex, 2006.
[3] John Wiley et Sons, Inc, le management-des-processus-métier-BPMN-pour les nuls, Edition Limitée, Etats-Unis.
[4] LAURENT AUDIBERT, de l'apprentissage à la pratique, cours et exercice, Edition, Eyrolles.
[5] P. Roques et F. Vallée, UML 2 en action de l'analyse des besoins à la conception, 4e édition, Eyrolles, février 2007.
[6] P. Roques, Les cahiers du programmeur UM2 modéliser une application web, Eyrolles 4e édition 2008.
[7] Guilbert Olivier, *le langage de modélisation objet UML,* Université Bordeaux I, 2010.
[8] Pascal Roques et Franck Vallée, UML2 en action de l'analyse des besoins à la conception, Edition Eyrolles, Paris 2004.
[9] Xavier Blanc et Isabelle Mounier, UML 2 pour les développeurs, Ed Eyrolles, 2005.
[10] Di Gallo Frederick, cours génie logiciel, Edition Cnam Bordeaux, 1999-2000.
[11] Maurice CHAVELLI, Découvrez le framework Laravel, 2e édition, openclassrooms.com, Avril 2016.
[12] https://codeigniter.com/docs.
[13] https://laragon.org/.
[14] https://google.com/.
[15] http://www.wikipedia.org
[16] Dictionnaire La ROUSSE ILLUSTRE, 2009.
[17] Jargon Informatique version 1.3.1

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 965-973
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Informatisation du système de contrôle et identification des élèves sur l'étendue nationale par le SERNIE en RDC

[computerization of the control system and identification of pupils nationally by SERNIE in DRC]

Bazin NSHIMBA ILUNGA, Elie MWEZ RUBUZ, Dédale Numbi wa Banza, Amand Mutombo Lwamba, Nsenga wa Mbayo Kapini, Guillaume Kasongo Kamwanya, and Sartre Mukamba Ngoy

Institut Supérieur Pédagogique de Kabongo, Kabongo, Haut-Lomami, RD Congo

Copyright © 2023 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 SERNIE is an educational system that guarantees the quality of education, the circulation of fake school coins, in short, it fights against anti-values in the school environment. The SERNIE awakens the conscience of parents in the supervision of their children to increase discipline and observation. The Ministry of Primary, Secondary and Vocational Education is working through SERNIE to fight relentlessly all the flaws observed in the head of managers, students and parents alike. The SERNIE is also a powerful weapon of deterrence in the hands of the authorities of the Ministry of EPESP. The choice of our subject is not a random fact, it is explained by the fact that we have seen the way in which the management of student identification works. Certainly, the SERNIE has set very relevant objectives, among which we just mention the identification of students in order to prevent fraud and school vagrancy. But the information system as designed now does not really allow it to achieve its ends.

KEYWORDS: SERNIE, DRC, Student, Vagabondage, Teaching, Education, School, Establishment, School, Education.

RESUME: Le SERNIE c'est un système éducatif qui garantit la qualité de l'enseignement, la circulation des fausses pièces scolaires, bref il lutte contre les antivaleurs dans le milieu scolaire. Le SERNIE réveille la conscience des parents dans l'encadrement de leurs enfants pour accroitre la discipline et l'observation. Le ministère de l'enseignement primaire, secondaire et professionnel s'emploie à travers le SERNIE à combattre avec acharnement toutes les tares observées dans le chef aussi bien des gestionnaires, des élèves que des parents. Le SERNIE est également une arme puissante de dissuasion dans la main des autorités du ministère de L'EPESP. Le choix de notre sujet n'est pas un fait hasardeux, il s'explique du fait que nous avons constaté la manière dont la gestion de l'indentification des élèves fonctionne. Certes le SERNIE s'est fixé des objectifs très pertinents, parmi lesquels nous citons juste l'identification des élèves afin d'empêcher les fraudes et le vagabondage scolaire. Mais le système d'information tel que conçu maintenant ne lui permet pas vraiment à atteindre ses fins.

MOTS-CLEFS: SERNIE, RDC, Elève, Vagabondage, Enseignement, Scolarité, Ecole, Etablissement, Scolaire, Education.

1 INTRODUCTION

Depuis quelques années les techniques des traitements des données et du texte se développent à une vitesse vertigineuse. Grâce à la micro-informatique, chacun peut désormais disposer d'outils performants pour la constitution des bases de données. Cette révolution technologique n'est pas sans conséquence, notamment en ce qu'elle contribue à modifier sensiblement les habitudes de travail dans presque toutes les institutions. En effet, pour tirer parti des dernières innovations technologiques, chaque institution serait appelée à chercher des voies et moyens capables pour aboutir à de bons résultats. Nous essayerons

de parler sur l'identification des élèves dans ce travail car elle est très importante et cela permettra au ministère de l'enseignement de connaitre l'effectif exact des enfants qui fréquentent l'école au niveau national que provincial.

Vu le besoin ressenti au sein du service national d'identification des élèves SERNIE en sigle, nous avons pensé que l'action d'informatiser aurait un apport considérable dans la gestion d'identification des élèves, c'est dans cette optique que nous nous sommes proposés de concevoir un système de gestion de l'identification des élèves. Nous avons mis la réflexion sur la question principale, celle de savoir comment réorganiser la gestion de l'identification des élèves ? C'est pourquoi nous pensons améliorer leur système en concevant une application dotée d'une base des données dans laquelle toutes les informations seront enregistrées (sauvegarde).

A l'issue de multiples observations faites et informations recueillies au cours de nos investigations au sein du service national d'identification des élèves (SERNIE), nous avons pu dénicher les problèmes ci-après:

- Difficultés de retrouver les informations antérieures des élèves par la secrétaire;
- Exploitation des informations est lente car les informations sur base desquelles le service devrait établir une fiche d'identification à chaque début d'école ou transaction des élèves sont stockées sur des supports ne permettant pas une exploitation aisée.
- Perte de temps à cause de la répétition de mêmes informations chaque année, pour chaque enfant.
- La difficulté d'effectuer un contrôle rigoureux de l'identification des élèves;
- L'incapacité d'arrêter le trafic de faux documents scolaires qui favorisent en majorité les fraudes scolaires sous toutes leurs formes: de fausses identités des élèves aux faux diplômes, en passant par de faux bulletins;
- La modification des numéros d'identification des élèves le long de leur cursus scolaire, et même la modification de ceux des établissements scolaires; ce qui ouvre des brèches aux contrefacteurs et falsificateurs des documents scolaires;
- L'accès difficile, voire impossibles aux données nationales sur les élèves et les établissements scolaires;
- La quasi-impossibilité d'empêcher la fraude avant que ne se fasse: on découvre le mal après qu'il a déjà été consommé ou même quand il est impossible de l'arrêter.

En considérant les difficultés soulevées précédemment, la majeure préoccupation est celle de savoir quel système d'information à concevoir afin d'améliorer la gestion d'identification d'élèves ?

2 METHODOLOGIE

Plusieurs significations contextuelles et définitions ont été jointes au mot (méthode) par différents acteurs, vu le nombre imaginable des auteurs qui l'ont définie, il y a lieu d'affirmer que la méthode est pour la science ce que la voix pour un choriste. Pour bien mener notre analyse, nous avons recouru à la méthode systématique en utilisant le processus 2TUP (Two Tracks Unified Process) qui est une méthodologie de développement logiciel (itératif et incrémental, centre sur l'architecture, conduit par les cas d'utilisation et piloté par les risques) [Pascal Roques 2007). En ce qui concerne la modélisation du métier, nous utiliserons la notion BPMN (Business Process Model and Notation) standardisée pour modéliser les procédures d'entreprise, en vue de leurs exécutions par un moteur de workflow.

Toute recherche ou application à caractère scientifique doit comporter l'utilisation de procédés opératoires rigoureux, bien définis, transmissibles, susceptibles d'être appliqués à nouveau dans les mêmes conditions, adaptés au genre de problèmes et des phénomènes en cause. De ce fait, les techniques suivantes ont été utilisées dans l'élaboration de notre travail:

- **Technique d'analyse documentaire**: elle nous a permis de consulter des documents pour la réalisation de notre travail et nous a permis aussi d'enrichir notre connaissance des faits, en faisant l'assemblage des notes, documents du domaine choisi, TFC, ouvrages, revues, etc.
- **Technique d'interview:** elle nous a aidé à avoir un (des) échange (s) verbale avec les agents afin de récolter des informations en rapport avec l'objet de notre étude, ce qui nous a permis de mieux comprendre l'environnement du travail.
- **Technique d'observation directe:** Elle nous a permis de descendre sur terrain pour voir le déroulement des opérations en fin de critiquer les informations reçues.

3 PRESENTATION DU CHAMP EMPIRIQUE

3.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Cette présentation consiste à situer ou présenter géographiquement et relater l'histoire de l'organisation. Le SERNIE est situé sur le boulevard KATUBA juste a cote du quartier SALAMA dans la commune de kamalondo, ville de Lubumbashi, province du KATANGA situé à l'ouest entre le boulevard KATUBA coin FEMME KATANGAISE de la commune de Kamalondo.

3.2 HISTORIQUE DU DOMAINE

Le SERNIE c'est un système éducatif qui garantit la qualité de l'enseignant, la circulation des fausses pièces scolaires, bref il lutte contre les antivaleurs dans le milieu scolaire. Le SERNIE réveille la conscience des parents dans l'encadrement de leurs enfants pour accroitre la discipline et l'observation. Le ministère de l'enseignement primaire, secondaire et technique s'emploie à travers le SERNIE à combattre avec acharnement toutes les tares observées dans le chef aussi bien des gestionnaires, des élèves que des parents. Le SERNIE est également une arme puissante de dissuasion dans la main des autorités du ministère de L'EPESP. En vue aux antivaleurs.

Les locaux que abrite le service national d'identification des élèves en sigle (SERNIE), se trouve dans le bâtiment de la SOUS-DIVISION URBAINE DE L'EPST de Lubumbashi II, ils ont été construits vers les années 1956-1958, le bâtiment du SERNIE se trouve dans l'enceinte de l'école primaire E.P KAMALONDO I et II, le SERNIE fut implanté vers les années 2009-2010, LE SERNIE fut créé à cause des désordres qui régnaient dans les établissements scolaires pour la gestion du parcours scolaire des élèves, en effet, les élèves qui échouent dans d'autres établissements changent facilement d'écoles sans cursus scolaire.

Le SERNIE, Service National d'Identification de l'Elève, est né en 2004. Le gouvernement de la République Démocratique du Congo ayant constaté les failles suivantes:

- L'octroi de faux documents (documents non-authentiques) aux élèves par les écoles;
- La difficulté de contrôler le cursus scolaire des élèves;
- Le vagabondage scolaire des élèves,

Avait décidé la création du SERNIE, avec pour objectifs:

- Suivre le cursus scolaire des élèves;
- Endiguer la prolifération et l'octroi de faux titres scolaires;
- Freiner le vagabondage scolaire.

3.3 FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Lors de la création d'une école, le Chef de division provinciale du SERNIE attribue à celle-ci un code_école_SERNIE. L'enseignant donne un numéro permanent et un numéro d'identification à chaque élève de sa classe. Ainsi, le Chef d'établissement édite le registre d'identification des élèves de son école qu'il dépose à l'antenne SERNIE de la circonscription de son école pour vérification. Les exploitants de cette antenne renvoient le registre auprès du chef d'établissement pour correction en cas d'erreur concernant l'identification de l'élève. Si le registre est bon, le Chef d'antenne SERNIE le renvoie au Chef de division provinciale qui, à son tour, constitue le fichier provincial d'identification de toutes les écoles sous sa juridiction; lequel fichier sera transmis au chef de direction d'identification qui constitue le fichier national d'identification.

Pour assurer le suivi du parcours scolaire de chaque élève, le Chef d'établissement complète à la fin de chaque année scolaire la partie parcours scolaire de la fiche d'identification de chaque élève. Il est à savoir que l'identité de chaque élève est complétée une fois durant son parcours scolaire sur cette même fiche. En plus l'enseignant complète les résultats annuels sur les bulletins que le Chef d'établissement les fait valider par les Exploitants de l'antenne SERNIE à laquelle appartient son école.

Lorsqu'un élève veut changer d'écoles, il demande une fiche de mouvement auprès des exploitants de l'antenne SERNIE de son école de provenance, et en présente aussi la raison. Ceux-ci analysent cette raison. Si celle-ci est valable, le Chef d'antenne donne à l'élève la fiche de mouvement accompagnée de la fiche de suivi du parcours scolaire nouvelle situation qui permettra au chef d'établissement de l'école de destination de l'élève de suivre le cursus du nouvel élève. Sinon, sa demande est rejetée.

3.4 DIAGRAMME DE CAS D'UTILISATION METIER

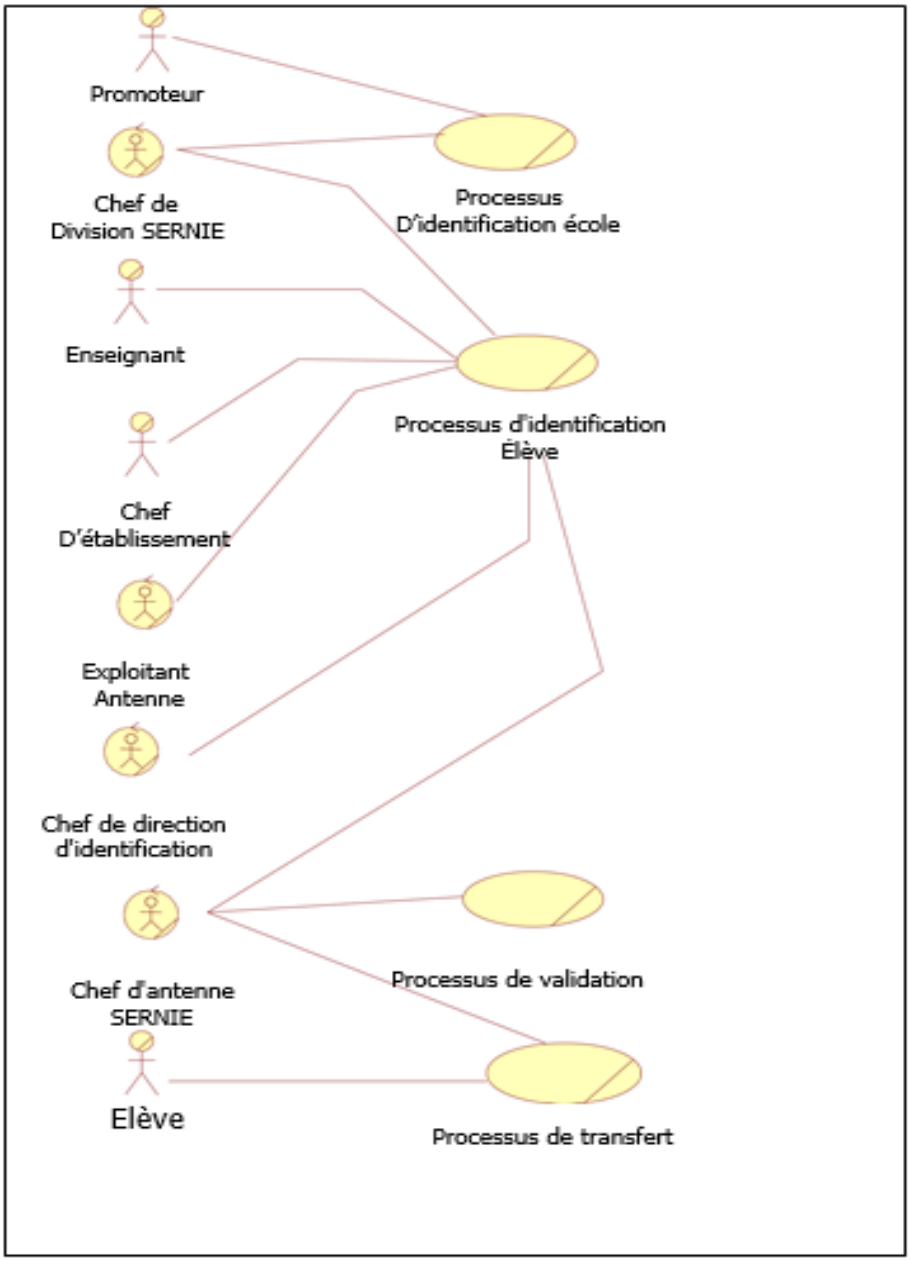


Fig. 1. Diagramme de cas d'utilisation métier

4 CONCEPTION DE LA SOLUTION

Après avoir analysé le système existant de SERNIE et en avoir ressorti les points forts et les points faibles, nous concevons un nouveau système informatique cette fois-ci, afin de relever les failles de l'ancien système. Nous partirons de l'identification des besoins et la spécification des fonctionnalités qui nous aideront à identifier et modéliser les besoins des utilisateurs qui constitueront les fonctionnalités du système informatique, la spécification détaillée des besoins qui détaillera la description des besoins à partir du diagramme de cas d'utilisation et le diagramme de classes de conception.

4.1 IDENTIFICATION DES BESOINS ET SPECIFICATION DES FONCTIONNALITES

4.1.1 IDENTIFICATION D'ACTEURS

- Elève: il peut s'inscrire ou se réinscrire dans une école, consulter son parcours ou consulter le site;
- Internaute: il peut s'inscrire dans une école ou consulter le site;
- Chef d'établissement: il peut confirmer une inscription, éditer le palmarès annuel, inscrire ou réinscrire un élève;
- Chef d'antenne Sernie: il peut éditer une fiche de mouvement, une fiche de suivi du parcours nouvelle situation;
- Chef de division Sernie: il peut enregistrer une nouvelle;
- Chargé de maintenance: il assure la maintenance du site;
- Administrateur: il gère les profiles des utilisateurs
- Directeur national d'identification: il établit le rapport d'identification nationale
- Maintenance: il assure la sécurité et la mise à jour du site.

4.1.2 IDENTIFICATION DE BESOINS

- Inscrire l'élève: une fois inscrit sur le site dans son école de choix pour la première fois et que l'école aura confirmé son inscription, le système devra être à mesure d'identifier l'élève de manière unique.
- Réinscrire l'élève: le système devra gérer la réinscription de tout élève déjà inscrit une fois dans une école sur le site
- Gérer le cursus scolaire: le système devra être capable de suivre le cursus scolaire de chaque élève inscrit sur le site et dont l'inscription a été confirmée par l'école. Et ce, jusqu'à l'obtention de son diplôme d'état s'il y arrive.
- Endiguer le vagabondage scolaire: le système ne devra accepter que le changement d'écoles qui sera autorisé par le chef d'antenne SERNIE de l'école de départ de l'élève, après avoir sélectionné l'une des raisons répertoriées comme valables pour un changement d'écoles.
- Enregistrer une nouvelle école: le système devra être capable de prendre en charge une nouvelle école afin d'y permettre l'inscription des élèves.
- Signaler une inscription: le système devra être capable d'envoyer les coordonnées de tout élève qui se sera inscrit dans une école afin de permettre à celle-ci de confirmer cette inscription une fois toutes les conditions d'inscription de cette école remplies par l'élève.
- Lancer une commande des bulletins: le système devra être à mesure de fournir toutes les informations nécessaires par école au guichet unique des bulletins à Kinshasa, comme c'est le cas maintenant.
- Editer les cartes d'élèves: le système devra être capable d'éditer une carte d'élève annuelle à chaque élève dont l'inscription a été confirmée l'année scolaire en cours.

4.2 DIAGRAMME DE CAS D'UTILISATION

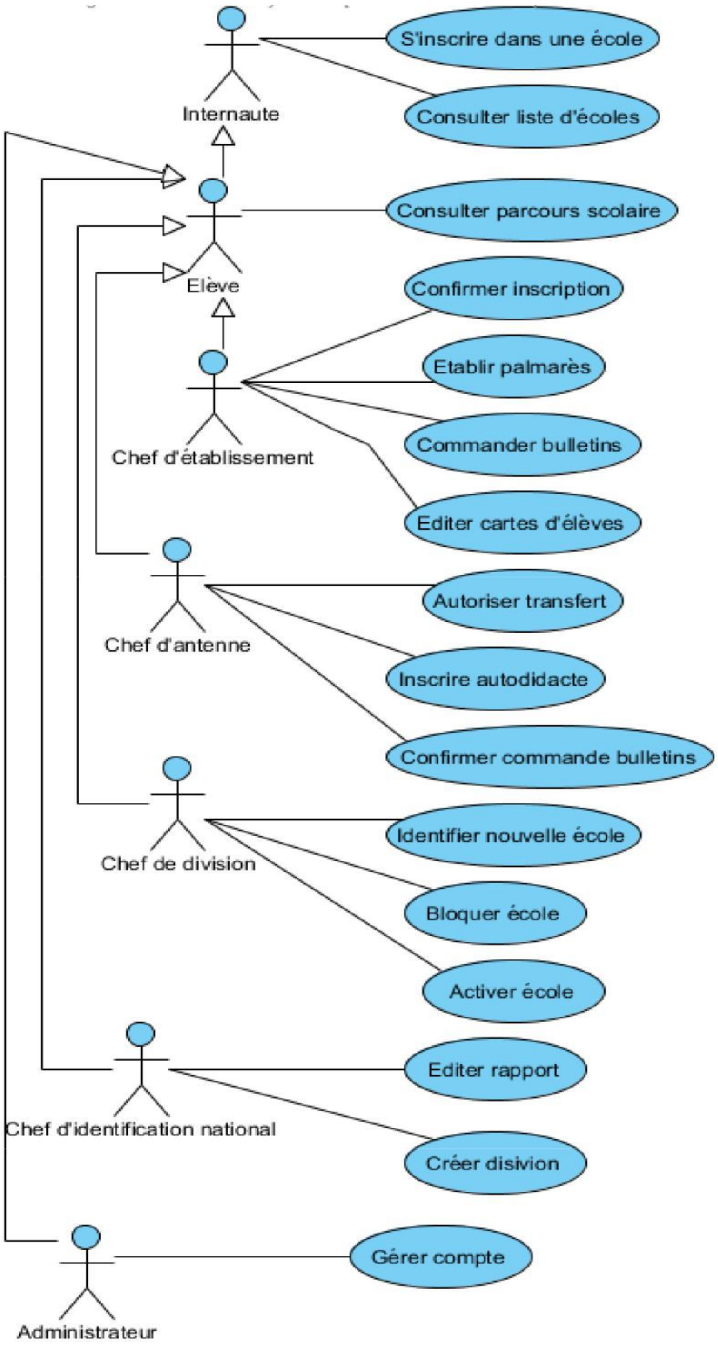


Fig. 2. Diagramme de cas d'utilisation

4.3 DIAGRAMME DE CLASSES DE CONCEPTION

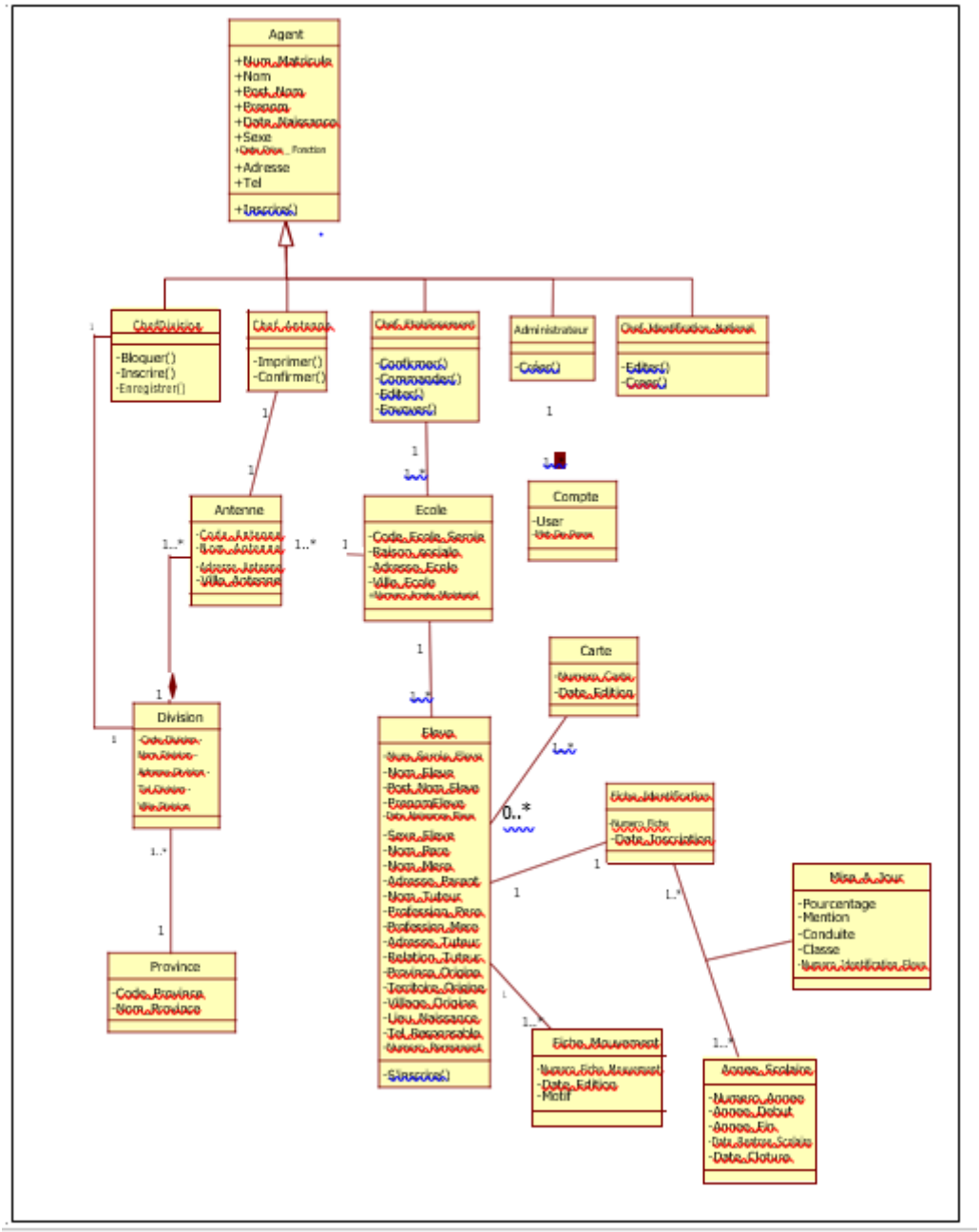


Fig. 3. Diagramme de classes de conception

5 ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL ET TECHNOLOGIES

Les technologies, logiciels, Framework mis en œuvre pour développer le logiciel sont les suivants: Les éditeurs Web sont des applications qui facilitent le formatage des données pour la conception des pages Web et ils ont une importance capitale à être présentés dans ce travail en vue de montrer à nos lecteurs ceux que nous avons utilisés pour développer de ce site web. Notre matériel tourne sur un système d'exploitation Windows de Microsoft [8].

5.1 CHOIX DU LANGAGE DE PROGRAMMATION

Le développement d'une application web dynamique demande l'inclusion de script et de code pour garantir le dynamisme des pages et la liaison avec la base de données. Pour le développement de notre site, nous avons utilisé HTM (Hypertexte Markup Language) comme langage principal, car c'est le langage de programmation des pages web « de base ». Et pour cause: c'est ce langage qui va structurer les données de pages, indiquer comment elles sont faites et quels en sont les éléments. C'est lui qui indiquera quels sont les titres, comment le texte est divisé en paragraphe, etc. Etant limité, nous y avons ajouté les autres langages pour apporter le dynamisme à notre site [9]. C'est entre autre:

- Le JavaScript: (à ne pas confondre avec Java) est un langage très largement employé sur Internet côté client, même s'il peut aussi fonctionner côté serveur. Il a été mis au point par Netscape Communications. Ses instructions sont incluses dans le code HTML des pages envoyées sur le poste client et elles sont traitées directement par le navigateur.
- Le PHP (Hypertext Preprocessor): Initialement appelé Personal Home Page, il a été développé à l'origine par Rasmus Lerdorf en 1994 pour enregistrer le nombre de visiteurs sur son site. Il a vite été perfectionné par la communauté Internet pour devenir un langage de script côté serveur, à la fois très simple et très performant. Il s'interface parfaitement avec des bases de données MySQL, mais il peut aussi exploiter d'autres bases de données (Informix, dBase, Oracle, SyBase, PostgreSQL...).

5.2 CHOIX DU SYSTEME DE GESTION DES BASES DE DONNEES

Pour la réalisation de cette application web, nous avons opté pour le SGBD MySQL comme gestionnaire de base de données. MySQL est un produit gratuit et Open Source constitué d'un serveur SQL qui supporte différents systèmes de stockage, plusieurs logiciels clients et librairies, outils d'administration, ainsi que de nombreuses interfaces de programmation. MySQL est l'un des Systèmes de Gestion de base de données open source les plus populaires au monde, il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. MySQL peut vous aider à concevoir des applications de base de données évolutives et hautement performantes [10].

5.3 CHOIX DU SERVEUR WEB (APACHE)

Le serveur HTTP Apache est un serveur HTTP open-source pour les systèmes d'exploitation modernes. Le but de ce projet est de fournir un serveur sécurisé, efficace et extensible qui fournit des services HTTP respectant les standards HTTP actuels. Nous l'avons utilisé pour nous aider à configurer les Virtual hosts afin de nous permettre de faire des tests sur le déploiement en réseau local [11].

6 CONCLUSION

Dans ce travail, il a été question de développer une application informatique de gestion d'identification des élèves en République Démocratique du Congo. C'est ainsi que nous avons été amenés à développer le logiciel basé sur le mode opératoire de l'organisation à laquelle nous sommes décrits. Nous avons également pu découvrir la vie au quotidien à l'intérieur du Service National d'Identification des Elèves ainsi que ses diverses activités. Ce travail m'a aussi permis d'assimiler des connaissances dans le déroulement du processus de développement agile mis en place, qui, bien qu'il y ait eu quelques aspects impondérables engendrant du retard et qu'il soit quelque peu fastidieux à gérer l 'aspect développement et gestion des éléments, met le demandeur au centre du développement afin de répondre au mieux à ses besoins.

En effet, pour atteindre cet objectif, nous avons commencé par définir des concepts de base et faire une considération théorique illustrant notre travail, ensuite nous avons fait l'analyse du domaine d'étude pour bien le système existant et pour mieux identifier les besoins des utilisateurs et de caractéristiques les contraintes. En effet, nous sommes passés par l'analyse et la conception du système informatique, qui ont été rendus possibles par la représentation de quelques diagrammes UML tels que le diagramme de cas d'utilisation, séquences, classes participantes, diagramme d'interactions, diagrammes de packages, déployés. En s'appuyant sur le processus de développement logiciel **UP.** La solution mise en place a été réalisé avec la technologie VueJS 3.0 [12] accouplé au Framework CodeIgniter [13] dans sa dernière version 4.2 qui ont permis de concevoir le produit logiciel selon la tendance actuelle du web mettant accent sur l'expérience utilisateur et la rapidité de développement.

REFERENCES

[1] MAYO J., Matériaux de l'information et communication, Science Américaine, 1986.
[2] Charles WATERFIELD et Nick RAMSING, *Systèmes d'information de gestion pour les institutions de micro finance,* Guide Pratique, Série (Outils techniques), Février, 1998).
[3] Laurent Audibert, *UML 2.0,* Institut Universitaire de Technologie de Villetaneuse – Département Informatique, 2005.
[4] Di GALLO Frederick, cours génie logiciel, Edition Cnam Bordeaux, 1999-2000.
[5] ROQUES P. et VALLEE F., UML2 en action de l'analyse des besoins à la conception, Edition Eyrolles, Paris 2004.
[6] Guilbert Olivier, *le langage de modélisation objet UML,* Université Bordeaux I, 2010.
[7] NEBRA M., Réalisez votre site web avec PHP et MySQL, 3éd. 2009.
[8] Roques P., UML 2 modéliser une application web (les cahiers du programmeur) Ed. Eyrolles, 2006.
[9] Jargon Informatique version 1.3.1
[10] Dictionnaire © Larousse médical. 2010.
[11] https://vuejs.org/guide.
[12] https://codeigniter.com/docs.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 974-983
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Analyse du développement du secteur financier et économique de la République Démocratique du Congo de 1980 à 2016

[Analysis of the development of the financial and economic sector of the Democratic Republic of Congo from 1980 to 2016]

Patient KAYEMBE NYEMBO

Département des sciences Commerciales et Administratives, Institut Supérieur Pédagogique, Kabongo, Haut-Lomami, RD Congo

Copyright © 2023 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 study examines the relationship between financial sector development and economic growth in DR Congo (DRC). Indeed, well-functioning financial markets are a key factor in achieving high economic growth, while inefficient financial markets are one of the reasons many countries around the world romain desperately poor. Hence, the development of the financial sector can drive economic growth. The main objective of this work is therefore to determine the influence of the financial system on economic growth in the DRC). By conducting this study, we specifically want to verify whether financial development indicators are significantly related to the growth of the Gross Domestic Product (GDP) in the DRC. The econometric analysis is based on a general linear model, and the data used for this analysis come mainly from the World Bank and the Central Bank of Congo. The results obtained show that the savings rate has a positive and significant impact on economic growth in the DRC; the interest rate also influences economic growth but in a negative way. These results show that the development of the financial sector promotes growth in the DRC.

KEYWORDS: Financial sector, Economic growth, Development, savings rate, interest rate.

RESUME: La présente recherche porte sur l'analyse du développement du secteur financier et économique de la RD du Congo (RDC). A cet effet, des marchés financiers qui s'organisent bien sont un facteur clé pour réaliser une croissance économique élevée, alors que des marchés financiers désorganisés sont une des causes pour lesquelles de nombreux pays dans le monde demeurent désespérément pauvres. Ainsi, le développement du secteur financier peut conduire la croissance économique. Ce travail a donc pour objectif principal de déterminer l'influence du système financier sur la croissance économique en RDC. En menant cette étude, nous voulons de façon spécifique vérifier si les indicateurs du secteur financier sont en liaison significative avec la croissance du Produit Intérieur Brut (PIB) en RDC. L'analyse économétrique se base sur un modèle linéaire général, et les données utilisées pour cette analyse proviennent essentiellement de la Banque Mondiale et de la Banque Centrale de la RD Congo. Les résultats obtenus montrent que le taux d'épargne a une incidence positive et significative sur la croissance économique en RDC; le taux d'intérêt également influence la croissance économique mais de façon négative. Ces résultats montrent ainsi que le développement du secteur financier favorise la croissance en RDC.

MOTS-CLEFS: Secteur financier, Croissance économique, Développement, taux d'épargne, taux d'intérêt.

Corresponding Author: Patient KAYEMBE NYEMBO

1 INTRODUCTION

Nombreuses études ont essayé d'expliquer le développement du secteur financier et économique, compte tenu du rôle que joue la croissance économique dans le développement socio-économique d'un pays. Bien que les théories traditionnelles de la croissance économique se focalisent sur les facteurs directs de croissance, par exemple l'investissement et les technologies, nombreux d'autres facteurs peuvent influencer directement ou indirectement la croissance économique à l'instar du développement secteur financier (DINAR, 2022). En effet, le développement du secteur financier peut conduire à la croissance économique grâce notamment à une meilleure allocation des ressources, entraînant ainsi un accroissement de la demande de crédit qui peut, à son tour, favoriser le développement économique. Des marchés financiers qui sont bien organisés, sont l'une des causes qui permet de réaliser une croissance économique élevée, alors que des marchés financiers qui ne fonctionnent pas bien sont une des raisons pour lesquelles beaucoup de pays dans le monde demeurent désespérément pauvres.

Les activités développées sur les marchés financiers ont aussi des conséquences directes sur la richesse des individus, sur le comportement des entreprises et des consommateurs, mais également sur le cycle conjoncturel des économies. (MISHKIN, 2013). Ainsi, comme le souligne MBAM et DJOUDA DJIAKO, le secteur bancaire est l'un des secteurs économiques extrêmement important aussi bien dans les pays développés, émergents qu'en développement. Ce secteur représente l'épine dorsale financière de la vie économique dans la mesure où les banques représentent l'intermédiaire privilégié entre les épargnants et les investisseurs. (MBAM. A J & DJOUDA DJIAKO. H D (2022)

En tant qu'intermédiaires financiers, les banques ont un rôle très important dans la collecte des dépôts et l'octroi de crédits aux agents économiques: aussi bien aux entreprises qu'aux ménages. De ce fait, l'activité d'équilibrage entre les excédents et les besoins de financement entre acteurs économiques se réalise soit de manière directe sur les marchés financiers, soit indirectement, à savoir de façon intermédiée, grâce aux banques. (THIBIERGE et Al., 2018).

Par ailleurs, beaucoup de chercheurs ont été, durant plusieurs années, en désaccord sur le rôle effectif du secteur financier dans la croissance économique. La majorité d'entre eux, en l'instar du Prix Nobel d'économie Robert Lucas (1988), ont mis en doute l'idée d'un rôle décisif du développement financier sur la croissance économique. Ainsi, pour Mamadou Diang Barry (2012), la relation entre finance et croissance économique peut être remontée, au moins, à Schumpeter (1911), mais cette relation a connu un véritablement regain d'intérêt suite aux travaux des auteurs comme: Gurley et Shaw (1955),

Granger (1963), Patrick (1966), Goldsmith (1969), Hicks (1969) et McKinnon (1973) grâce à l'admission de tests empiriques. Sur le plan théorique, Patrick (1966) présente trois hypothèses de base sur la relation entre finance et croissance. En premier lieu l'hypothèse dite "Supply leading" où c'est l'essor financier qui est à la genèse de la croissance économique. Dans un deuxième temps, l'hypothèse opposée dite "Demand following" où le développement du secteur financier est une conséquence de la croissance. En troisième lieu enfin, l'hypothèse dite "Stage-of-development" qui indique que le développement financier favorise la croissance dans les économies moins développées, mais leur rôle s'inverse, au fur et à mesure que les économies se développent, dans ce cas, la croissance économique reprend le dessus sur la finance. McKinnon (1973) (cité par Mamadou Diang Barry 2012), a entreprit de vérifier empiriquement ces hypothèses; ses conclusions indiquent que la relation allant de l'essor du secteur financier vers la croissance est plus prononcée. Ces conclusions ont eu une grande portée sur les politiques menées par le Fonds Monétaire International (FMI) et la Banque mondiale dans les pays en développement, particulièrement en ce qui concerne les améliorations du système financier dans ces pays.

D'autres chercheurs pensent, par ailleurs, que le développement financier a tendance à aller de pair avec la croissance économique, mais le sens de causalité reste toujours ambigu et est sujet de plusieurs controverses empiriques. Pour eux, le développement du secteur financier joue un rôle primordial dans le processus de croissance économique, mais ce rôle peut être freiné (ou même avoir un impact négatif) si les autorités publiques interviennent sur le prix ou l'allocation de crédit, c'est-à-dire dans un contexte de répression financière. Il y a lieu de souligner ici que la plupart de travaux portant sur la relation entre finance et croissance se sont penchés plus sur les pays développés, compte tenu de l'importance de leur système financier et économique, mais aussi de la disponibilité des données. Cependant, au cours de ces dernières décennies, les pays en voie de développement ont attiré l'attention des chercheurs. Pourtant, peu de travaux se sont intéressés, de manière spécifique, aux pays de l'Afrique Centrale.

Au regard de ce qui précède, le présent travail poursuit comme objectif de monter l'incidence du secteur financier sur l'économique en République Démocratique Congo (RDC) sur la période allant de 1980 à 2016. En menant cette étude, nous voulons de façon spécifique vérifier si les indicateurs du développement financier sont en liaison significative avec la croissance du Produit Intérieur Brut (PIB) en RDC.

Nous allons ainsi dans le présent travail, délimiter notre analyse autour de la problématique suivante: quelle est incidence du développement du secteur financier sur la croissance économique en RDC ? De ce fait et en rapport avec cette question de recherche, nous formulons l'hypothèse selon laquelle le développement du secteur financier aurait une incidence positive sur la croissance économique en RDC. La suite du travail se présente de la manière suivante: outre l'introduction, la conclusion ainsi que la bibliographie, le premier point présente le contexte de l'étude, il est principalement question de ce point de l'analyse du secteur financier congolais ainsi que la présentation des quelques indicateurs financiers. Le deuxième point aborde la revue de la littérature aussi bien sur le plan théorique qu'empirique. Le troisième point présente la méthodologie et enfin le quatrième point se consacre à la présentation et aux discussions des résultats.

Ainsi, le modèle conceptuel qui soutient la problématique ci-dessus se présente de la manière suivante:

2 CONTEXTE DE L'ETUDE

2.1 LE SECTEUR FINANCIER EN RDC

Malgré la progression considérable des banques opérant en RDC, le secteur financier souffre encore d'une fragilité chronique qui a conduit plusieurs établissements à mettre la clé sous la porte. Si le nombre des comptes est passé d'environ 50 mille à 6 millions entre 2000 et 2016, repartis principalement entre 18 banques commerciales, le total du bilan de ces banques reste insignifiant, 5 milliards de dollars environ pour un pays de plus 70 millions d'habitants. Le taux de la bancarisation reste en deçà de la moyenne d'Afrique subsaharienne, qui se situe à 25 %. (Jeune Afrique, 2017). Les banques en RDC n'arrivent pas à mobiliser une grande partie de l'épargne du pays à cause notamment du seuil minimum élevé fixé pour les dépôts dans certaines de ces banques, mais aussi de la durée nécessaire pour réaliser les opérations et de la lenteur administrative.

Par ailleurs, dans leur stratégie d'implantation, ces banques privilégient plus les régions minières et la majorité d'entre-elles se concentrent dans les grandes villes du pays et possèdent quelques succursales dans les petites villes du pays. De ce fait, il est donc difficile pour ces banques de mobiliser l'épargne des ruraux et semi-ruraux alors que ceux-ci représentent environ 65% de la population totale de la RDC. (Mansesa, 2010). Ainsi, la population habitant dans ces milieux ruraux et semi-ruraux recoure souvent au système financier non officiel et semi-formel, principalement la micro finance qui prend de plus en plus de l'ampleur. Pour mieux canaliser l'épargne dans ce secteur, les établissements de micro finance choisissent souvent plusieurs stratégies dont celle de porte à porte, opérant sous forme de gardes fonds en vue de réduire la distance entre ceux qui épargnent et ces établissements d'épargne. Ce secteur en RDC se focalise également dans allocation des services aux petites entreprises et ménages qui n'ont pas d'accès facile aux services du secteur financier formel. (LELART, 2006 cité par Mansesa 2010). Les établissements de micro finance se couvrent en partie contre les risques de non remboursement en s'appuyant aux partenaires et aux procédés du secteur financier informel, en recourant par exemple au mécanisme du crédit collectif. (CNUCED, 2007). A côté du secteur de micro finance formel, évolue également le secteur financier dit d'informel. Celui-ci comprend des pratiques d'épargne et de crédit échappant au contrôle de la Banque Centrale de la RDC et par conséquent, ne respectent aucun cadre légal.

2.2 INDICATEURS FINANCIERS EN RDC

2.2.1 LE TAUX D'EPARGNE

Les taux d'épargne en RDC sont demeurés pratiquement faibles durant plusieurs décennies; ceci à cause particulièrement de l'état du système financier qui est resté pratiquement embryonnaire durant plusieurs années. A cela s'ajoute, les pillages et les guerres à répétition qu'a connu le pays dans les années 90. Noté par exemple qu'entre 1990 et 1993, on avait assisté à la baisse du taux d'épargne de l'ordre de 9,3% à 3,9% du PIB, passant par un taux très bas d'environ 1,8% du PIB en 1991.

Plusieurs autres éléments peuvent être aussi à la base du faible taux d'épargne en RDC, parmi lesquels il y a la répression financière. En effet, comme les taux d'intérêts proposés aux épargnants ne leur permettaient pas de se prémunir contre l'inflation; ce qui rendait donc insignifiant le montant de l'épargne en monnaie nationale déposée auprès des établissements financiers, la Banque Centrale a résolu à consentir l'ouverture des comptes d'épargne libellés en dollars et en Euro. Un autre facteur qui explique la faiblesse du taux d'épargne en RDC est la faiblesse des revenus des agents économiques qui ne permettent même pas de pallier à leurs besoins existentiels de la vie. La coexistence du secteur financier formel (ou semi formel) et le secteur financier informel ainsi que le seuil minimum fixé par les banques dans l'ouverture du compte peuvent aussi expliquer la faible mobilisation de l'épargne. (Nsonizeno, 2009).

.

2.2.2 LE TAUX D'INTERET

L'évolution du taux d'intérêt est restée pratiquement instable durant plusieurs décennies en RDC. Ces taux sont restés très faibles durant la décennie 80 et ceci pour permettre particulièrement à l'État congolais de se financer au moindre coût. Durant les années 90, par contre, le taux d'intérêt perd sa stabilité car l'inflation devenait trop importante. Il fallait donc ajuster à tout moment le taux d'intérêt.

Par ailleurs, face à l'hyperinflation, il a été laborieux de voir s'adapter fréquemment les taux d'intérêt nominaux au niveau de celle-ci. Toutefois, l'on constate une certaine amélioration de taux d'intérêt après 2003 et ceci grâce notamment aux efforts fournis par le gouvernement de transition.

3 REVUE DE LA LITTERATURE

Nous présentons dans cette section quelques études qui ont expliqué la manière dont le développement financier affecte la croissance économique et ceci aussi bien sur le plan théorique qu'empirique.

3.1 MODELES THEORIQUES

3.1.1 APPROCHE KEYNESIENNE

Pour ce modèle, le développement du secteur financier et la croissance économie sont reliés par le canal du taux d'intérêt. En effet, les motifs de demande de monnaie par les agents économiques sont de trois ordres, à savoir le motif de transactions, de précaution et de spéculation. Ainsi, la détention de monnaie, particulièrement pour des besoins de spéculation découle de la volonté des ménages entre disposer de la liquidé ou des actifs financiers non monétaires. Les ménages privilégient la détention de la monnaie à des fins spéculatives lorsque le taux d'intérêt sur le marché financier est faible. Toutefois, quand cette baisse atteint un certain niveau, alors les ménages devancent une hausse future du taux d'intérêt et, dans ce cas, un accroissement de l'offre de monnaie ne produit pas de mouvement à la baisse du taux d'intérêt.

Ce phénomène que les économistes appellent trappe à liquidité joue un rôle primordial sur le niveau de production de l'économie. Ainsi, le niveau d'investissement des entreprises, dans ce modèle, est beaucoup influencé par le taux d'intérêt. De ce fait, l'augmentation du taux d'intérêt entraine une diminution du niveau des investissements compte tenu du niveau d'épargne prévu par les ménages dans un contexte de plein emploi et ceci en présence de la trappe à liquidité. Ce modèle Keynésien, fondé sur l'hypothèse de rigidité des prix et un raisonnement à court terme, suppose qu'un taux d'intérêt élevé est désavantageux pour la production. (BARRY M.D, 2012)

3.1.2 APPROCHE NEOCLASSIQUE

Ce modèle qui s'appuie sur l'hypothèse d'une concurrence pure et parfaite, accorde à la monnaie un rôle dans les transactions; Toutefois, ce modèle considère que la monnaie n'a pas un rôle direct décisif dans l'accumulation du capital physique. Ainsi, la demande de monnaie est fonction positive de la production à cause des motifs de transactions. Les signes inverses des taux de rémunération du capital et de la monnaie sont très importants en ce sens qu'ils montrent l'existence de substituabilité entre les deux. Ainsi, une augmentation de la rémunération des actifs monétaires peut diminuer la demande de capital physique. Ce modèle établit, d'une manière générale, une relation contraire entre la détention de monnaie et l'accumulation du capital. (BARRY M.D, 2012).

3.1.3 LES MODELES DE MCKINNON ET SHAW

Mckinnon (1973) présente un modèle fondé sur la relation entre le taux de rémunération des dépôts et l'investissement, tandis que le modèle de Shaw (1973) s'appuie sur l'importance de l'activité financière, spécifiquement sur les activités de dépôts et d'emprunt. Ces deux modèles sont ainsi appelés de modèles de libéralisation financière d'autant plus qu'ils accordent au marché un rôle indispensable dans le fonctionnement des activités financières (volumes de prêts et d'emprunt) et dans la variation des taux d'intérêt. McKinnon dans son modèle met en lumière les limites de deux modèles de base à savoir le modèle keynésien et néoclassique quant au fonctionnement parfait des marchés et à l'existence d'un taux d'intérêt unique. McKinnon montre qu'il existe une variété de taux d'intérêt dans le cas des pays en développement, due à l'inefficience du fonctionnement du marché financier. Il montre que dans ce contexte, la monnaie et le capital jouent un rôle complémentaire, et non interchangeable. Cette dualité des sources de financement fait que la monnaie et le capital sont complémentaires; la monnaie étant un canal par lequel l'accumulation de capital physique se développe. La demande de monnaie dépend positivement du

taux de rémunération du capital, d'une part, et d'autre part, le taux d'investissement (I/Y) est fonction croissante du taux de rémunération des actifs monétaires, expliquant ainsi cette complémentarité. La demande de monnaie et le taux d'investissement dépendent, par conséquent, positivement des rémunérations du capital et des actifs monétaires. (BARRY M.D, 2012)

Le modèle d'intermédiation financière de Shaw quant à lui s'appuie sur l'opportunité de convertir la monnaie disponible dans le circuit financier en prêts pour les entreprises du secteur privé. De ce fait, plus le volume de monnaie en relation avec l'activité économique est important, plus il y a d'opportunités d'accroitre l'intermédiation financière entre ceux qui épargnent et les investisseurs. Dans ce modèle, Shaw propose un niveau de taux d'intérêt relativement haut afin d'attirer l'épargne, particulièrement celle qui se trouve en dehors du circuit financier formel, c'est qui va occasionner la mobilisation de ressources supplémentaire pour financer l'activité économique. Shaw ne fait pas d'hypothèse de complémentarité entre monnaie et capital dans la mesure où il considère que les entrepreneurs peuvent trouver de financement sur le secteur financier. (BARRY M.D, 2012).

3.1.4 LES MODELES DE CROISSANCE ET DU DEVELOPPEMENT FINANCIER ENDOGENES

Les travaux de base dans ce domaine sont dus à Lucas (1988). Plus que la théorie néoclassique qui fonde la croissance sur les facteurs de production tels que le capital, le travail et le progrès technique, les modèles de croissance endogène, (Lucas, 1988; Rebelo, 1991; Pagano, 1993), placent en avant le rôle primordial du progrès technique dans le processus de croissance à long terme. Le progrès technique soutenu est le principal élément qui peut promouvoir la croissance à long terme face aux rendements d'échelle décroissants des autres facteurs. Plusieurs autres travaux pourtant, ont mis en exergue les effets néfastes que le développement du secteur financier peut avoir sur la croissance économique. Deux de ces inconvénients peuvent être mentionnés (BARRY M.D, 2012): Inconvénient lié à la surveillance des entreprises: les banques dans de nombreuses situations, jouent un rôle de surveillant dans la gestion et la définition des stratégies des entreprises du fait des apports financiers qu'elles leur accordent. Aussi, peuventelles faire preuve d'aversion au risque lié à certains projets d'investissements très innovants, mais qui pourraient comporter des incertitudes sur leur conception et leur réalisation. Morck et Nakamura (1999) et Morck, Stangeland et Yeung (2000) ont montré que ce comportement des banques a un effet négatif sur la croissance à long terme.

Les conséquences déstabilisantes des marchés financiers: ces effets négatifs ont été déjà mis en lumière par Keynes (1936) à travers les nombreuses actions de spéculation qui peuvent générer des bulles spéculatives et les effets psychologiques qui pèsent sur la bonne marche du système et des marchés financiers. Les effets psychologiques résultants d'anticipations pessimistes des agents par exemple, sont amplifiés en présence d'un système bancaire fragile Singh (1997). Les crises boursières asiatiques de 1997, celles de 2001 liées aux nouvelles technologies, et surtout la crise financière de 2008-2009 montrent encore les graves conséquences que l'économie réelle supporte lors de ces crises. Dans cet ordre d'idées, Mankiw (1986), Stiglitz (1994, 2000), en prônant l'intervention de l'Etat dans les activités financières, ont relevé que les libéralisations financières ont eu des conséquences néfastes sur l'économie et le secteur social, notamment dans les pays en voie de développement.

3.2 ETUDES EMPIRIQUES

De manière générale, la majorité d'études ont trouvé une relation positive entre la croissance économique et le développement financier surtout dans les pays en développement; peu d'études seulement ont essayé d'expliquer la relation négative entre ces deux grandeurs. Ainsi, nous allons dans les paragraphes qui suivent présenter quelques-unes de ces études.

3.2.1 RELATION POSITIVE ENTRE FINANCE ET LA CROISSANCE ECONOMIQUE

Le lien entre la finance et la sphère économique a fait l'objet, sur le plan empirique, de nombreuses études. L'un des précurseurs dans ce domaine est sans doute Goldsmith (1969). Son travail s'appuyait sur un échantillon de 35 pays allant de la période 1860- 1963.

Ainsi, à la suite de ses analyses, Goldsmith abouti aux résultats qu'il existe un lien entre la finance et le secteur réel. Néanmoins, il y a lieu de relever quelques limites dans son étude: les résultats trouvés par Goldsmith ne permettent pas d"identifier le sens de causalité et ensuite son étude ne tient pas compte des certaines variables de contrôle pouvant influencer la croissance économique.

En étudiant l'ensemble des variables financières pouvant influencer la croissance à long terme, King et Levine (1993) ont soutenu leur étude sur un échantillon de 80 pays développés durant la période allant de 1960 à 1989. A l'issu de leurs analyses,

ils aboutirent sur une contribution positive et statistiquement significative des variables de la sphère financière sur la croissance économique. Les trois variables financières retenues à cet effet dans leur étude sont: les engagements liquides du secteur financier rapportés au PIB et représentés par le ratio M2/PIB; les dépôts auprès des banques commerciales majorés des dépôts des banques commerciales auprès de la banque centrale et enfin le montant des crédits accordés aux entreprises privées toujours rapportés au PIB.

Dans son étude sur un panel de 28 pays africains (dont les trois pays du Maghreb), Savvides (1995) conclut à un impact positif entre la finance et la croissance économique. Le ratio quasi-monnaie/ PIB semble donc exercer un effet positif sur la croissance, mais significatif au seuil de 10 %, et ceci seulement si la variable liberté politique n'est pas considérée.

Collier et Gunning (1997) prennent comme base l'échantillon de King et Levine, et découvrent que l'effet de l'approfondissement du secteur financier sur la croissance économique est positif en Afrique, mais plus petit que celui observé dans les autres pays en développement. L'étude proposée par Levine et Zervos (1998), a tenté d'apprécier l'impact du développement du secteur bancaire et de la bourse sur la croissance économique. Pour cela, ils ont opté pour un échantillon de 49 pays pour la période allant de 1976-1993. Ils ont dans leur modèle retenu comme variables financières: le ratio de capitalisation boursière, la volatilité du marché, le ratio de rotation des actifs et les indicateurs du développement bancaire. Ils ont aussi considéré comme variables endogènes: le taux de croissance du PIB réel, du capital, de la productivité et de l'épargne comme l'ont considéré King et Levine (1993). Les résultats trouvés à l'issu de leur analyse mettent an avant l'impact des variables financières sur la croissance économique. Ainsi, d'après ces auteurs, l'impact du développement financier peut être observé au travers de deux mécanismes: le premier mécanisme concerne l'accroissement de l'efficacité du capital, grâce à la meilleure allocation des ressources et le deuxième mécanisme concerne la mobilisation de l'épargne qui augmente le volume d'investissement. L'une de conclusion de leur étude est que les économies ayant un niveau de développement financier élevé présenteraient des taux de croissance assez importants.

En 2006, Boujelbène Younes et Chtioui Slim ont effectué une étude sur la libéralisation et l'impact du développement financier sur la croissance économique en Tunisie. Pour bien mener cette étude, ces deux auteurs s'inspirent des travaux de Levine et Renelt (1992), King et Levine (1993), et Levine (1997). Ils concluent ainsi à une liaison positive étroite entre les variables financières et les variables réelles. Ils retiennent à cet effet que le développement système financier peut donc concourir à la performance de l'économie en Tunisie.

Dans son étude portant sur « le Développement financier et croissance économique au Togo", Ayira Blaise KOREM 2004, analyse la relation entre le secteur financier et le secteur réel au Togo entre 1965 et 2002. Il s'est appuyé pour cela, à la contribution de la micro finance sur le secteur financier. Il trouve comme résultats que le développement financier a un effet positif sur la croissance économique. Toutefois, ces résultats n'ont pas permis de trancher sur le sens de causalité entre les différentes variables financières et la variable utilisée pour mesure de la croissance économique.

3.2.2 RELATION NEGATIVE ENTRE LE SECTEUR FINANCIER ET LA CROISSANCE

Dans une étude portant la relation entre la finance et la croissance, réalisée par De Gregorio et Guidotti (1995), sur un échantillon de 12 pays d'Amérique Latine, les auteurs concluent sur une relation négative entre le ratio du crédit bancaire au secteur privé rapporté au PIB et l'activité économique. D'après ces auteurs, ce résultat peut être expliqué sur le fait que dans ces pays, la libéralisation financière s'est réalisée dans un contexte de régulation inadaptée; et ceci n'a pas permis d'avoir les résultats macroéconomiques escomptés.

L'impact du développement du secteur financier sur la croissance économique a été également analysé par Berthélemy et Varoudakis (1998), sur un panel 82 pays, pendant six périodes quinquennales (du début des années soixante jusqu'aux années quatre-vingts dix). Ainsi, dans leurs analyses, ils considèrent autrement la variable M2 / PIB prise comme un facteur de développement financier d'un pays. Ils modifient le traitement de cet indicateur par rapport aux études passées d'autant plus qu'ils ajoutent le rôle de la répression financière.

Ils ont décidé d'introduire cette variable pour distinguer l'impact du développement financier selon les périodes de répression financière et de libéralisation financière. Les résultats de leurs analyses montrent une influence presque insignifiante de la croissance du système financier en période de répression financière. Le seul effet mis en avant est un effet négatif lorsqu'il est associé à un régime de répression financière. Ce qui a conduit ces deux auteurs à conclure que lorsque le système financier est réprimé, cette répression peut avoir un impact nuisible sur la

croissance. Ces résultats appuient donc la position des défenseurs de la libéralisation. Dans une étude portant sur l'intermédiation financière et la croissance au Gabon, Mba Nguéma B. (2000) conclut que les banques ne finançaient pas la croissance nonobstant les périodes régulières de surliquidité du système bancaire gabonais. Pour réaliser cette étude l'auteur

s'est appuyé sur le modèle de Levine mettant en relation le taux d'investissement et les indicateurs du système financier. Le fait relevé dans sa conclusion est que la contribution du secteur financier à la croissance ne s'est pas accrue au Gabon.

Rousseau et Wachtel (2002), à partir d'un panel de 84 pays, découvrent que l'inflation ralenti les effets de la finance sur la croissance. La croissance ne peut être boostée par la finance uniquement lorsque le taux d'inflation se situe en en deçà d'un seuil qui varie entre 13% et 25% selon la variable financière utilisée.

Enfin, Keho (2010), dans une étude portant sur la relation entre finance et croissance dans les pays de l'UEMOA trouve comme résultats que le développement financier ne concoure pas à la croissance réelle des pays de cette zone. La relation négative trouvée entre la finance et la croissance peut être expliquée, d'après l'auteur, par le faible niveau d'approfondissement financier dans les pays étudiés.

4 METHODOLOGIE

4.1 MODELE ECONOMETRIQUE

Ce travail s'appuie sur un modèle économétrique linéaire général. Ainsi, ce modèle se présente de la manière suivante:

PIB$ =&'+&) *$+&+, -$+&./0$+&1Δlog, 0$+ 7$

Où:

- β0, β1, β2, β3 et β4 sont des paramètres à estimer;
- PIB est le taux de croissance économique;
- S est le taux d'épargne en pourcentage du PIB;
- TD est le taux d'intérêt en pourcentage;
- EX est le taux d'exportation en pourcentage du PIB;
- Δlog TX est la variation en logarithme du taux de change;
- 8 désigne le terme de l'erreur; et
- t désigne le temps (année).

4.1.1 EXPLICATION DES VARIABLES

Le Taux de croissance économique (PIB): est la variable expliquée. Il s'agit du taux de croissance du PIB. Le taux d'épargne: ce taux est l'un des facteurs qui explique la performance économique et le développement dans beaucoup de pays, surtout les pays d'Asie de l'Est,... Ainsi, l'investissement qui est à la base de la croissance économique est souvent financé lui-même par l'épargne. Le signe attendu du coefficient est donc positif. Le taux d'intérêt: est l'un des indicateurs du développement financier. En effet, un secteur financier où règne la concurrence se traduit par un taux d'intérêt créditeur élevé, mais un taux d'intérêt débiteur faible, ce qui réduit les marges sur les taux d'intérêt. La baisse du taux d'intérêt réel encourage l'investissement et a ainsi un impact positif sur la croissance économique. Le signe attendu est donc négatif: la baisse du taux d'intérêt encourage la croissance économique.

Le taux d'exportation: c'est une variable de contrôle qui est incluse dans le modèle parce que les exportations favorisent la croissance économique. C'est le cas en RDC où la croissance est principalement tirée par les exportations des matières premières. Le signe attendu est donc positif. Le taux de change: La hausse du taux de change encourage les exportations et peut donc avoir un effet positif sur la croissance. D'autre part, l'économie congolaise est une économie dollarisée. Dans ce cas, la hausse du taux de change peut engendrer l'inflation qui, à son tour, peut affecter négativement la croissance. Ainsi, le signe attendu du coefficient associé au taux de change peut être positif ou négatif.

4.1.2 LES DONNEES

Nous avons utilisé les données qui proviennent essentiellement de la Banque Centrale de la RD Congo et de la Banque Mondiale. Et ces données couvrent la période allant de 1980 à 2016.

4.2 ANALYSE DESCRIPTIVE DES VARIABLES

Elle consiste à analyser les principales statistiques pour différentes variables retenues dans cette étude. Ces statistiques sont: la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum. Le tableau suivant présente l'analyse descriptive des variables sous étude.

Tableau 1. Analyse descriptive des variables

VARIABLES	PIB	S	TD	EXPORT	TX
MOYENNE	1,188139	9,619139	47,23056	24,99336	-2,377836
ECART TYPE	5,733616	4,878497	52,67327	8,991035	5,612274
MINIMUM	-13,469	-1 2 11,327	-11,327		
MAXIMUM	9,509	27,541	45,359	2,9666	

Source: Nous-même sur base du logiciel Stata.

Le tableau ci-dessus nous montre que la performance économique de la RDC en termes de progression du PIB a été faible au cours de la période étudiée. En effet, la moyenne du taux de croissance est de 1,18%, très en deçà du taux de croissance démographique qui est proche de 3%. Ainsi, le PIB par habitant a connu une régression durant la période. Le taux de croissance le plus faible a été enregistré en 1993 (-13,4%) suite notamment aux pillages qu'a connu le pays. Le taux de croissance le plus élevé a été enregistré en 2014 (9,5%). L'écart-type du taux de croissance est très élevé, montrant une très forte dispersion des taux de croissance autour de la moyenne.

Le taux moyen d'épargne en RDC pour la période 1980-2016 est de 9,619139 % et l'écarttype de 4,878497 %. Le minimum est de l'ordre de -1 % du PIB et le maximum est de 27,541 %, respectivement atteints en 1998 et 1996. Comme on peut le voir, le taux d'épargne en RDC est très faible. En moyenne, le taux d'intérêt en RDC concernant la période 1980-2016 s'élève à 47,23056 % du PIB et un écart-type de 52,67327 %. Celui-ci étant supérieur à sa moyenne, la série de taux d'intérêt est dispersée. Le maximum est de 238 % (1996) du PIB et le minimum est de l'ordre de 2 % du PIB.

La valeur des exportations fluctue durant la période 1980-2016, la moyenne est de 24,99336 % du PIB; avec un écart-type de 8,991035 % du PIB. Le taux d'exportation maximum est de 45,359 % du PIB, son minimum est de 11,327 % du PIB respectivement pour la période 2011 et 1993. On observe également des très fortes fluctuations du taux de change comme l'indique la moyenne et l'écart-type.

5 PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

5.1 ESTIMATION DE L'EQUATION

Nous présentons dans le tableau suivant les résultats des estimations faites à l'aide du logiciel.

Tableau 2. Régression du taux de croissance en RDC.

N°	VARIABLES	COEFFICIENTS
1	Taux d'intérêt	-0,7031 *** (0,12667)
2	Taux d'exportation	0,1291*** (0,08117)
3	Taux de Change	0,3369*** (0,12085)
4	Taux d'épargne	0,5138*** (0,1397)
5	Constante	-9,1116** (4,421348)
6	Coefficient de détermination	0,7113
7	Coefficient de détermination ajusté	0,6631
8	coefficient significatif	10%
9	coefficient significatif	5%;
10	coefficient significatif à 1%	1%
11	Nombre d'observation	36

Source: Nous-même sur base du logiciel Stata.

5.2 INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats de l'estimation indiquent que le coefficient associé au taux d'épargne est positif et significatif au seuil de 1%. Cela signifie que le taux d'épargne a un effet positif sur la croissance économique. Le développement financier, en permettant de mobiliser davantage l'épargne des ménages, encourage la croissance économique.Les résultats montrent également que le coefficient associé au taux d'intérêt est négatif et significatif au seuil de 1%. Ainsi, la baisse du taux d'intérêt favorise

l'investissement et la croissance économique en RDC. Le développement financier, en intensifiant la concurrence entre les banques, permet de réduire le taux d'intérêt et d'encourager l'investissement et la croissance économique. Les deux variables de contrôle ont également des coefficients significatifs au seuil de 1%.

Le taux d'exportation exerce un effet positif sur la croissance économique. En effet, la croissance économique en RDC est tirée par les exportations des matières premières, principalement le cuivre et le cobalt. De même, les variations du taux de change ont un effet positif sur la croissance. La dépréciation du taux de change favorise ainsi les exportations et la croissance économique. Il ressort de ces résultats que le développement financier a un impact positif sur la croissance économique en RDC. En effet, le développement du secteur financier entraine une meilleure mobilisation de l'épargne qui à son tour, a un effet positif sur la croissance économique. De même, le développement financier se traduit par une concurrence plus vive qui entraine la baisse du taux d'intérêt, qui à son tour, a un impact positif sur la croissance économique.

Ainsi, l'ensemble de ces résultats est conforme aux conclusions de la majeure partie de travaux empiriques portant sur l'incidence positive du secteur financier à la croissance économique, comme celles de King et Levine (1993), Savvides (1995) et Boujelbène Younes et Chtioui Slim (2006). Les variables financières contribuent donc de manière positive et significative sur le secteur réel. Au regard de ces résultats nous recommandons au gouvernement de soutenir le développement du secteur financier en RDC par un certain nombre des mesures dont la stabilisation du cadre macroéconomique par la lutte contre l'inflation car celle-ci a des effets néfastes sur le secteur financier; l'encouragement des innovations financières par les banques et l'encouragement de la concurrence entre banques en vue de baisser les taux d'intérêt. Nous suggérons donc à l'Etat congolais de mettre en place des mesures qui encouragent le développement du secteur financier, notamment la stabilisation du cadre macroéconomique en maintenant les taux d'inflation à des niveaux bas, ainsi que l'encouragement de la concurrence entre les banques en vue d'accroitre les innovations financières et de baisser le taux d'intérêt.

6 CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de déterminer le lien entre le développement financier et la croissance économique en RDC. Pour atteindre cet objectif, nous avons recouru notamment à la technique documentaire et à l'analyse économétrique basée sur un modèle linéaire général. Les données macroéconomiques utilisées provenaient de deux principales sources qui sont: la Banque Mondiale et la Banque Centrale du Congo.

Apres analyse de données, nous avons trouvé les résultats suivants: le taux d'épargne a une incidence positive et significative sur la croissance économique en RDC. Le taux d'intérêt également influence la croissance économique mais de façon négative. Ainsi, nous confirmons l'hypothèse selon laquelle le développement du secteur financier a une incidence positive sur la croissance économique en RDC. Les résultats de ce travail peuvent être mis à contribution dans la politique visant le cadrage macroéconomique, dans la promotion d'un bon climat des affaires ainsi que dans la promotion des investissements en RDC.

REFERENCES

[1] Banque Centrale du Congo (2016), Rapport annuel.

[2] Banque Mondiale (2018), World Development Indicators data base.

[3] Berthelemy, J. C. et Varoudakis A. (1998), «Développement Financier, Réformes Financières et Croissance: Une Approche en Données de Panel» Revue Economique, vol. 49, n° 1, pp 195-206.

[4] BARRY M.D (2012), développement financier et croissance économique: Etudes Théoriques et Applications sur l'UEMOA et la CEDEAO. Thèse de doctorant.

[5] Boujelbène Younes et Chtioui Slim (2006): « Libéralisation et l'impact du développement financier sur la croissance économique en Tunisie ».

[6] CNUCED (2007): Rapport Annuel 2007Collier, P., Gunning, J., (1999b), «Explaining African Economic performance», Journal of economic Literature. 37, 64-111.

[7] De Gregorio J. & Guidotti P.E (1995) «Financial Development and Economic Growth» World Development, vol. 23, n° 3, pp 433-448.

[8] GOLDSMITH, R. W. (1969), Financial Structure and Development, New Haven, CT: Yale University.

[9] Jeune Afrique (2017), « Le secteur bancaire en RDC reste fable », Aout 2017.

[10] Keho Y. (2010): «Effect of Financial Developpment on Economic Growth: Does Inflation Matter? Times Series Evidence From UEMOA Contries», International Journal Economic, pp 343-355.

[11] Korem A.B, (2007): « Développement financier et Croissance économique au Togo«, Quarterly Journal of Economics, vol. 108, n° 3, pp 717-737.

[12] Levine R. & Zervos S. (1998), «Stock markets, banks, and growth». American economic Lucas, R. E., Jr, (1988), «On the Mechanics of Economic Development», Journal of Monetary Economics. 22, 3-42.
[13] MBAM. A J & DJOUDA DJIAKO. H D (2022) « La performance des entreprises du secteur bancaire au Cameroun: Un regard à partir de la Théorie du Comportement Planifie (TCP) ».
[14] Revue Internationale des Sciences de Gestion « Volume 5: Numéro 2 » pp: 494 – 516.
[15] Mamadou Diang Barry (2012), « Développement financier et croissance économique: études Théoriques et applications sur l'UEMOA et la CEDEAO ». Economies ET finances.
[16] Mankiw, N. G., (1986), «The Allocation of Credit and Financial Collapse», Quarterly Journal of Economics. 101, 455-470.
[17] MANSESA K.G., « Epargne et bien-être des ménages en RDC: cas des cités de MbanzaMémoire FASEG/UK, 2010.
[18] Mba Nguéma B. (2000), « Intermédiation Financière et croissance économique dans les pays de la CEMAC: cas du Gabon », mémoire de DEA-PTCI, Université de Libreville, Gabon.
[19] McKinnon, R. et Shaw (1973), Money and capital in economic development, Washington, DC: Brooking Institution.
[20] MISHKIN F. (2013), Monnaie, banque et marchés financiers, Ed. Nouveaux horizons, ParisFrance.
[21] Pagano, M., (1993), «Financial Markets and Growth: an Overview», European Economic Review, n° 37, pp. 613-622.
[22] Morck, R., Nakamura, M. (1999), «Banks and Corporate Control in Japan, »Journal of Finance. 54, 319-339.
[23] Morck, R. K., Stangeland, D. A., Yeung, B. (2000), «Inherited Wealth, Corporate Control, and Economic Growth: The Canadian Disease?», In Morck, R.K. (ed.) Concentrated Corporate Ownership (p. 319-369). Chicago and London: University of Chicago Press.
[24] Nsonizeno P.A. (2009), « Déterminants de l'investîmes privé en RDC », Mémoire FASEG/UK, 2009.
[25] Patrick H.T (1966) «Financial Development and Economic Growth in Underdeveloped Countries» Economic Development and Cultural Change, vol. 14, n° 2, pp 174-189.
[26] Rebelo, S., (1991), «Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth», Journal of Political Economy. 99, 500-521.
[27] Rousseau et Wachtel (2002): «Inflation thresholds and the finance-growth nexus», Journal of international money and finance, Elsevier.
[28] Salem. D. (2022) « Dépenses publiques en éducation et croissance économique au Maroc: Apports théoriques et tests empiriques (période 1990-2020)«, Revue Française d'Economie et de Gestion « Volume 3: Numéro 7» pp: 408-43.
[29] Savvides A. (1995): « Economic Growth in Africa«, World developpment, vol 23, N°3, pp. 449-458.
[30] Shaw, E.S. (1973), Financial Deepening in Economic Development. Oxford University Press, New York.
[31] Singh, A. (1997), «Financial Liberalisation, Stockmarkets and Economic Development», Economic Journal. 107, 771-782.
[32] Stiglitz J. (1994), «The role of the state in financial markets» Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics, 1993, Supplement to the World Bank Economic Review and the World Bank Research Observer, pp. 19-52.
[33] Stiglitz, J. E., (2000), «Capital Market Liberalization, Economic Growth, and Instability», World Development. 28, 1075-1086.
[34] THIBIERGE et Al. (2018), Finance d'entreprise, Manuel et applications, Ed. MagnardVuibert, Paris-France.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 984-993
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Évaluation de la productivité de différentes variétés de Manioc local cultivées dans le territoire de Kabongo: Cas du village Mukola

[Evaluation of the productivity of different varieties of local Cassava grown in the territory of Kabongo: Case of the Mukola village]

Mutombo Lwamba Amand

Département d'Agronomie Vétérinaire, Institut Supérieur Pédagogique, Kabongo RD Congo

Copyright © 2023 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: In this work it was a question of evaluating the productivity of different varieties of local cassava grown in the Territory of Kabongo. To achieve the objectives we have set ourselves, the data were collected at MUKOLA following a completely randomized experimental design during the month of March of the year 2021. The yield parameter in terms of the number of chips per variety was evaluated. It emerges from the analysis of the variance of the following classification: KILEBE = KATSHILUSA ≥ ASUMINI = MULOKO with regard to the number of chips per variety.

KEYWORDS: Kabongo, Village, Agriculture, Cassava, Territory, Africa, Variety, DRC.

RESUME: Dans ce travail il a été question d'évaluer la productivité de différentes variétés de manioc local cultivées dans le Territoire de Kabongo. Pour atteindre les objectifs que nous nous sommes assigné, les données ont été récoltées à MUKOLA suivant un dispositif expérimental complètement randomisé pendant le mois de mars de l'année 2021. Le paramètre de rendement en termes de nombre de cossettes par variété a été évalué. Il ressort de l'analyse de la variance de classement suivant: KILEBE = KATSHILUSA ≥ ASUMINI = MULOKO pour ce qui concerne le nombre de cossettes par variété.

MOTS-CLEFS: Kabongo, Village, Agriculture, Manioc, Territoire, Afrique, Variété, RDC.

1 INTRODUCTION

Parmi toutes les cultures à racines et tubercules en Afrique tropicale, le manioc occupe la superficie la plus importante. Sa popularité résulte avant tout de ses qualités exceptionnelles: croissance vigoureuse, rendement plus assuré et très élevé, travail restreint et facile, aptitude spéciale à réussir après défrichement, résistance relative à la sécheresse, facilité de conservation dans le sol, rusticité.

En Afrique centrale et au Congo-Kinshasa en particulier, le manioc fut rapidement connu et apprécié par les populations (ANONYME, 2009). Les racines de manioc constituent l'aliment de base de la plus grande partie de la population Congolaise, tandis que le Pondu (feuille de manioc) représente le légume le plus consommé en RDC. Outre son utilisation en alimentation humaine et animale, le manioc se prête à des nombreux usages industriels notamment la fabrication d'amidon (pour l'industrie textile), de garri (farine), et alcool éthylique.

Les recherches sont encore en voie sur la planification de la farine de manioc, recherches dont l'intérêt pourrait être grand pour les régions tropicales pour la farine de blé (MOBAMBO, 2009). Les rendements sont variables suivant le climat, la valeur du sol, la variété et l'âge auquel on récolte. En région équatoriale, les terres moyennes, bien cultivés, fournissent de 20 à 25 tonnes de racines fraiches à l'hectare. Dans les régions tropicales, la production se situe dans des conditions moyennes, à environ 10 tonnes à l'hectare (ANONYME, 2009).

Corresponding Author: Mutombo Lwamba Amand

2 GENERALITES SUR LE MANIOC

2.1 ORIGINE

Le manioc est une espèce tropicale originaire d'Amérique. II a son centre principal de diversification au Brésil. L'origine de l'espèce cultivée M. esculenta proviendrait soit d'hybridations successives entre plusieurs espèces sauvages, soit de deux sous-espèces: *M.* esculenta Flabellifolia et M. esculenta Peruviana*.* Il reste probable que d'autres espèces telles que Manihot glaziovi aient participé à la constitution géométrique de l'espèce cultivée (MEMENTO DEL'AGRONOME, 2006).

Le Manioc semble être introduit en Afrique par les Portugais dans la deuxième moitié du 16e siècle. L'extension de sa culture à travers le continent Africain, actuellement le plus grand producteur de Manioc, a été favorisé par le fait qu'il constitue un aliment de réserve pendant les famines et qu'il est résistant au ravage du Criquet migrateur (MOBAMBO, 2007).

2.2 MORPHOLOGIE

Le Manioc est une plante arbustive pérenne de 1 à 4 mètres de hauteur. Un ou plusieurs tiges principales se développent simultanément sur la bouture. Leur nombre caractéristique de la variété est modifié par la qualité et le mode de plantation des boutures. C). Le mode de propagation en culture est la bouture de tige. Une (bouture émet des racines au niveau des nœuds en contact avec le sol humide (racine nodale) et à la base (racine basales, qui sont les plus nombreuses).

Le nombre potentiel de racines diffère selon les variétés. Il diminue avec l'utilisation des boutures de mauvaise qualité, la sécheresse ou l'excès d'eau. Chaque racine primaire est un site potentiel de stockage des réserves amylacées et commence à accumuler de l'amidon sur un secteur dès les premières semaines (MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006).

Quant à MOBAMBO, 2009; le Manioc est une plante arbustive, semi-ligneuse, de 4 à 5 m de haut à l'état spontané. En culture, il ne dépasse pas 2 à 3 m. c'est une plante pluriannuelle, mais n'est cultivée que durant 1 à 2 ans. La tige dont le diamètre ne dépasse pas 2 à 3 cm, est en grande partie remplie de moelle, ce qui le rend fragile. Après chaque floraison terminale, elle se ramifie en deux ou trois branches. Certains cultivars ne fleurissent pas et de ce fait ne se ramifient pas ou presque.

Les feuilles sont alternes et comportent 3 à 9 lobes. L'inflorescence est une panicule terminale. Les fleurs sont unisexuées, mai avec les fleurs mâles et femelles sur la même plante. De ce fait, le Manioc est une plante allogame. Le système radiculaire est fasciculé, certaines racines sont tubérisées. Elles mesurent généralement 30 à 50 cm de long et peuvent atteindre 1 m avec un diamètre de 3 à 15 cm. Les racines tubérisées pèsent 2 à 4 Kg, pouvant arriver jusqu'à 20 à 25 Kg dans les meilleures conditions de culture.

2.3 AIRE DE CUL TURE

M. utiuissima constitue la plante alimentaire par excellence des régions tropicales humides et subhumides du globe.En Afrique et en Amérique du Sud, le manioc se cultive généralement dans les zones forestières humides et dans les savanes subhumides.Parmi toutes les cultures à racines et tubercules en Afrique tropicale, le manioc occupe la superficie la plus importante. Sa popularité résulte avant tout de ses qualités exceptionnelles: croissance vigoureuse, rendement plus assuré et très élevé, travail restreint et facile, aptitude spéciale à réussir après défrichement, résistance relative à la sécheresse, facilité de conservation dans le sol, rusticité. En Afrique centrale et au Congo-Kinshasa en particulier, le manioc fut rapidement connu et apprécié par les populations (ANONYME, 2009).

2.4 EXIGENCES ECOLOGIQUES

2.4.1 CLIMAT

Le manioc est cultivé dans toute la zone intertropicale avec des régimes pluviométriques à une ou deux saisons de pluie et des pluviosités annuelles variant de 600 mm à plus de 4000 mm. La température minimale est de 12°C, le taux maximum de croissance se situe entre 25 et 29°C (MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006).

Selon MOBAMBO, 2009; des températures moyennes de 24 à 25°C constituent l'optimum pour sa culture. Le rendement diminue avec l'altitude. A l'équateur, il peut être cultivé jusqu'à 1000 m d'altitude, mais au-delà de 1500 m par exemple, les conditions de température ne permettent plus une croissance normale de la plante.

Il est cultivé dans les régions dont la pluviosité est variable. Cependant l'optimum est de 1200 à 2000 mm de pluie par an. Malgré ses besoins élevés en eau, le manioc peut supporter une longue période sèche sauf à la plantation. Sa résistance à la sécheresse est sans doute pour une large part dans une forte expansion actuelle du manioc en Afrique (MOBAMBO, 2009).

2.4.2 SOL

Le manioc est une plante très rustique, tolérant une large gamme de sols, hormis les sols hydromorphes ou les sols trop sableux. Il préfère les sols sablo-argileux profonds, meubles et bien drainés. Il tolère les sols acides. De par sa mycorhyzation (association d'un champignon inférieur du sol avec les racines) poussée, le manioc vient bien sur sols dénaturés et pauvres en phosphore.

Par contre, les sols trop fertiles et en particulier l'excès d'azote nuisent à la tubérisation. Le manioc est vorace en potasse. Une culture de manioc améliore la structure du sol suite à son enracinement profond (ANONYME, 2009).

2.5 CULTURE

2.5.1 MULTIPLICATION

La propagation du manioc se fait par bouturage. Le recours au semis se limite aux seuls travaux d'amélioration parce que le taux de pollinisation artificielle est généralement faible, de même, le taux de germination est très bas (MOBAMBO, 2009).

Les boutures de 10 à 30 cm de longueur sont prélevées sur des tiges bien droites de plantes saines âgées de 8 à 18 mois. Elles seront plantées immédiatement. Toutefois, afin d'assurer une reprise homogène, certains agriculteurs préfèrent récolter les tiges environ une semaine avant la mise en place. Pendant cette courte période, les tiges seront conservées à l'ombre en un endroit bien aéré. La division des tiges en boutures se fera par contre, au moment de la plantation ou, au plus tôt, la veille (ANONYME, 2009).

2.5.2 PREPARATION DU TERRAIN

La mise en place des boutures se fait sur un terrain ameubli ou sur buttes, suivant les coutumes locales. Des études ont montrées que la confection des buttes sous lesquelles la végétation herbacée provenant du défrichement est enfouie, est favorable après décortication, à des rendements élevés. Certains paysans recouvrent les buttes avec les plantes adventices sarclées afin d'améliorer la fertilité. La matière organique y constitue, non seulement, un apport de matière nutritives, mais aussi une masse retentive pour l'eau dont profite le manioc et éventuellement, sa culture accompagnatrice (ANONYME, 2009).

2.5.3 PLANTATION

Dans la cuvette du fleuve Congo, le manioc peut être planté à n'importe quel moment de l'année, mais les meilleurs rendements sont obtenus lorsque la mise en place des boutures coïncide avec le début de la période la plus pluvieuse de l'année. Dans les régions tropicales, la plantation se fait au début de la saison des pluies.

Les boutures seront plantées horizontalement, obliquement ou verticalement à raison d'une ou deux boutures par emplacement. Généralement, la meilleure méthode consiste à les enfoncer obliquement jusqu'aux trois quarts de leur longueur tout en respectant leur tropisme, c'est-à-dire leur polarité géotropique. La plantation se fait à des écartements de 1 x 1 m en culture pure. En culture mixte, la densité est moins élevée et les écartements peuvent atteindre 2 à 3 m tous sens. La reprise a lieu 8 à 15 jours (ANONYME, 2009).

Selon MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006; l'installation de la bouture se fait sur le sol humide:

- Horizontalement sous 4 à 15 cm pour les sols lourds argileux avec risque de noyer la plante, car les racines sont sensibles à l'excès d'eau;
- A l'oblique ou verticalement (enfoncée au deux tiers en respectant la polarité haut/bas sur des sols légers sableux avec risque de sécheresse, pour assurer l'émission plus en profondeur des racines basales.

La densité de plantation varie de quelques milliers: 12 000 plants/ha en culture traditionnelle (pure ou associée), sans régularité des distances. Elle se situe entre 10 000 et 20 000 plants/ha en systèmes intensifs (1 mètre entre les lignes; 0,5 à 1 mètre entre les plantes) (MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006).

2.5.4 ENTRETIEN

La couverture du sol est lente (100% vers trois mois pour 10 000 plants/ha) et 1 à 3 sarclages manuels sont nécessaires. La lutte contre les adventices se fait par le choix variétal (floraisons précoces), la culture associée, la densité de plantation. Les traitements chimiques sont rares (trifluraline, oxyfluorfène) (MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006).

Ref. [2] confirme que dès les premières semaines, jusqu'au moment où le manioc couvre le sol, celui-ci doit être sarclé à plusieurs reprises pour éliminer toute végétation adventice concurrente. Dans les cultures de manioc plantées à plat (sans billon), on procède au buttage avant la couverture des frondaisons, lorsque les plantes atteignent 40 à 60 cm de hauteur.

Dans le cas du désherbage chimique, on utilisera des herbicides en pré-émergence à base de diuron, chloranben, atrazine ou fluometuron. Parmi les formules mixtes (ou cocktails), on préconise le fluometuron combiné au métolachore, le fluometuron combiné à la pendimethalin ainsi que le mélange métolachlore avec metrobromuron.

Dans la région de la cuvette du fleuve Congo, certains agriculteurs pratiquent la technique de l'étêtage consistant à couper le bourgeon terminal, et pratiquer en vue de favoriser le grossissement des tubercules. L'étêtage se pratique surtout en saison des pluies.

2.5.5 FERTILISATION

Elle est peu pratiquée en milieu traditionnel. Les amendements organiques augmentent la production. La fertilisation minérale recommandée se situe entre 30 et 60 Kg d'Azote, en évitant l'excès par rapport à K car les parties aériennes se développent alors au détriment des tubercules. L'apport de potassium (kcl) recommandé est de 60 à 300 Kg. Les besoins en phosphore sont plus limités (20 à 40 Kg d'acide phosphorique) (MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006).

Pour Ref. [2], la fumure minérale du manioc donne de bons résultats avec des formules NPK de 12 - 12 - 18 ou de 15 - 15 - 15 selon des quantités variant généralement de 300 à 650 kg/ha d'engrais commercial. L'application sera fractionnée (par exemple une première application juste après la plantation et une deuxième à la fermeture des frondaisons) et localisée en layon sur le billon ou le long de la ligne de plantation. On obtient couramment des rendements de 30 tonnes de racines-tubercules à l'hectare en apportant 44 kg d'N, 37 kg de P205 et 94 kg de K20. L'amendement calcaire se fera à raison de 3 tonnes/ha de chaux par période de 6 ans.

2.5.6 RECOLTE

Dans la région équatoriale, la plupart des variétés de manioc, tant douces qu'amères, peuvent être récoltées vers l'âge de 12 mois. Lorsque le climat s'écarte des conditions équatoriales, la récolte est plus tardive et ne s'opère qu'après 18 à 24 mois.

La détermination exacte de la période optimale de récolte n'a toutefois pas pour le manioc l'importance que ce facteur revêt pour d'autres cultures. Le manioc peut être récolté dès que les racines ont atteint un poids moyen de 2 à 4 Kg (ANONYME, 2009).

MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006; montre que la récolte comprend la coupe des aériens (des tiges saines et vigoureuses sont retenues pour les boutures du cycle suivant) et l'arrachage des tubercules. Celui-ci est plus pénible en saison sèche. C'est pourtant la meilleur période, car la teneur en matière sèche des racines est la plus élevée. La racine arrachée se détériore immédiatement au-delà de trois jours.

2.6 CONSERVATION

Les racines de manioc sont récoltées au fur et à mesure des besoins, dès qu'elles atteignent les dimensions voulues. Ce mode d'exploitation est justifié par le fait que la conservation des racines fraiches est difficile au-delà de deux semaines. Aussi lorsque l'on procède à une récolte assez massive est-il indiqué de rouir les racines, de les débarrasser de leur pelure et, enfin, de les faire sécher après les avoir divisées en fragments. On peut également, après dessiccation, réduire ces fragments en farine et assurer les conservations sous cette forme.

2.7 RENDEMENT

Les rendements sont variables suivant le climat, la valeur du sol, la variété et l'âge auquel on récolte. En région équatoriale, les terres moyennes, bien cultivés, fournissent de 20 à 25 tonnes de racines fraiches à l'hectare. Dans les régions tropicales, la production se situe dans des conditions moyennes, à environ 10 tonnes à l'hectare. La racine de manioc fraiche comporte 12

à 15% de pelure. Les racines pelées contiennent 20 à 40% de fécule. Une tonne de racine fraiche, non pelée, peut donc fournir 200 à 300 kg des cossettes séchées ou de farine (ANONYME, 2009).

2.8 AMELIORATION ET VARIETES

Les travaux d'amélioration ont non seulement pour objet d'augmenter le rendement du manioc dans différentes conditions écologiques mais également de réduire la teneur ainsi que la susceptibilité aux différentes maladies et ravageurs. Finalement, les sélectionneurs recherchent également à augmenter la qualité nutritionnelle et la conservation des racines après-récolte.

Dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, des variétés locales ont fourni le support pour permettre aux instituts nationaux de produire des clones dans la création desquels la productivité et la résistance aux maladies ont été les facteurs déterminants, pans ces pays, on cultive les deux types de manioc, le manioc amer et le manioc doux.

2.9 COMPOSITION

La racine de manioc est un aliment assez pauvre. Elle renferme outre 61% d'eau, surtout des matières amylacées (33,6%), de la cellulose (2,6%), des protéines (1,2%), des matières grasses (0,4%) et 1,2% de matières minérales. D'un Kg de racines fraiches de manioc on peut extraire 29 à 33% de farine ou 20 à 25% de fécule (ANONYME, 2009).

2.10 IMPORTANCE

Les racines de manioc constituent l'aliment de base de la plus grande partie de la population Congolaise, tandis que le Pondu (feuille de manioc) représente le légume le plus consommé en RDC. Outre son utilisation en alimentation humaine et animale, le manioc se prête à des nombreux usages industriels notamment la fabrication d'amidon (pour l'industrie textile), de garri (farine), et alcool éthylique.

Les recherches sont encore en voie sur la planification de la farine de manioc, recherches dont l'intérêt pourrait être grand pour les régions tropicales pour la farine de blé (MOBAMBO, 2009). La totalité de la plante est parfois utilisée, le bois comme combustible, les feuilles et les épluchures pour l'alimentation animale. Dans certaines régions (Afrique, Amérique latine), les extrémités avec les jeunes feuilles sont cueillies en cours de végétation pour être consommé (MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006).

3 MILIEU, MATERIELS ET METHODE

3.1 MILIEU

Le milieu retenu pour cette étude est le village MUKOLA qui se trouve à environ 40 km au Sud-Est du chef-lieu du Territoire de Kabongo

3.1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le territoire de Kabongo est situé au Sud-est de la République Démocratique du Congo, dans la province du Haut-Lomami.

3.1.2 LIMITES TERRITORIALES

Le Territoire de Kabongo est entouré de neuf autres territoires à savoir:

- Au Nord: les Territoires de Lubao et de Kabalo;
- Au Sud: les Territoires de Kamina et de Bukama;
- A l'Est: les Territoires de Manono et de Malemba-Nkulu;
- A l'Ouest: les Territoire de Kaniama, Ngandajika et de Kabinda;

Il existe également des limites naturelles:

- Au Nord: les rivières Lomami et Lukashi;
- Au Sud: rivières Mwenze et Musono;
- A l'Est: rivières Luvidjo ainsi qu'une ligne imaginaire;
- A l'Ouest: la rivière Lwembe.

3.1.3 COORDONNEES GEOGRAPHIQUES

Le Territoire de Kabongo se trouve à 9° Nord et 10° Sud de latitude, 22° Est et 24° Ouest de Longitude. L'altitude moyenne s'élève à 870m situé à 23° du méridien de Greenwich.

3.1.4 CONDITIONS CLIMATIQUES

Le Territoire de Kabongo a un climat tropical humide selon la classification de Koppen, caractérisé par deux saisons: 8 mois de saison pluvieuse allant du mois d'octobre au mois d'avril et 4 mois de saison sèche couvrant la période de mai à octobre. La température varie entre 22 et 30°C. La pluviométrie du territoire de Kabongo n'est pas encore déterminée (RAPPORT ANNUEL DU TERRITOIRE DE KABONGO, 2011).

3.1.5 CONDITIONS EDAPHIQUES

Le territoire de Kabongo a quatre types de sol, à savoir: argileux, sablonneux, argilo-sablonneux et sablo-argileux. Le relief du sol est caractérisé par la savane boisée parsemée des termitières. Le sous-sol renferme quelques gisements d'or qui est exploité d'une manière artisanale. Les récentes recherches font état de la présence de plusieurs autres minerais dont le cuivre et le cobalt.

3.1.6 HYDROGRAPHIE

Nous trouvons dans le territoire de kabongo:

- La rivière Lomami qui prend sa source dans le Territoire de Kaniama et entre dans le Territoire de kabongo à partir du village NJIYE et sort au secteur Nord-Baluba.
- D'autres grandes rivières sont à signaler entre autre:
    - ✓ La rivière Lubangule dans la chefferie de Kayamba;
    - ✓ La rivière Mwiluyi dans la chefferie de Kayamba;
    - ✓ Lwembe dans la chefferie de Kayamba;
    - ✓ Lufwishi dans la chefferie de Kayamba;
    - ✓ Lufute dans la même chefferie;
    - ✓ Luvidjo dans la chefferie de Kabongo;
    - ✓ Lukuvu dans la chefferie de Kabongo.

Il existe trois petits lacs dans le Territoire de Kabongo, notamment:

- Le lac BOYA à Kime dans la chefferie de Kabongo;
- Le lac DISHIBA à Kabulo Kisanga dans le secteur Nord-Baluba;
- Le lac KATANYE à Kabulo Konyi au Nord-Baluba.

3.1.7 VEGETATION DOMINANTE

Le territoire de Kabongo est dominé, dans sa majeure partie, des savanes, des galeries forestières ainsi que des forêts claires ombrageant des cours d'eaux.

3.2 MATERIELS

Quelques variétés de manioc cultivées dans le Territoire de Kabongo ont constitué les matériels biologiques utilisés dans ce travail. Cependant, nous avons trouvé dans notre site de recherche; les variétés de manioc locale communément appelées: ASUMINI, KATSHILUSA, KILEBE, et MULOKO.

3.3 METHODE

Pour évaluer la productivité des différentes variétés de manioc utilisées dans le Territoire de Kabongo, la descente sur terrain à MUKOLA a été effectuée en vue de la récolte des données. Quatre échantillons ont été observés par variété. Le

comptage de nombre de cossettes par échantillon a été effectué. Nous n'avons pas pu obtenir le rendement en termes de nombre de tonne par hectare et par variété faute de la balance.

3.3.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La prise des données sur terrain a été conduite selon un dispositif complètement randomisé. C'est le dispositif le plus simple où le choix des différentes unités expérimentales ou différents échantillons se fait de manière au hasard.

3.3.2 PARAMETRE OBSERVE

Le paramètre qui a été observé est celui de rendement en termes de nombre de cossettes par cultivar.

3.3.3 TRAITEMENT DES DONNEES

Les résultats bruts obtenus ont été soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) où les moyennes sont comparées entre-elles après le test de LSD ou la plus petite différence significative (ppds). Deux hypothèses sont retenues:

- Hypothèse nulle (Ho)
- Hypothèse alternative (H1).

En analysant la variance, si F calculé (Fcal) est supérieur à F théorique (Fth) (Fcal > Fth), l'hypothèse nulle est rejetée. Si Fcal est inférieur à Fth (Fcal < Fth), on rejette l'hypothèse alternative.

Lorsqu'on rejette l'hypothèse nulle, cela traduit qu'il y a des différences entre les moyennes des traitements comparés les uns aux autres. On procède à un test de comparaison multiple, il s'agit du test de la plus petite différence significative.

4 PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans ce chapitre sont présentés les résultats obtenus, leurs interprétations et leurs discussions. Ces résultats concernent le paramètre de rendement.

Les variétés qui ont constitué les traitements sont les suivantes:

- ASUMINI;
- KATSHILUSA;
- KILEBE;
- MULOKO.

De ce qui précède, il résulte les résultats du terrain obtenu par variété comme l'indique le tableau ci-après

Tableau 1. Rendement en termes de nombre de cossettes de manioc par variété

NOM DU CULTIVATEUR	SUPERFICIE EMBLAVEE	VARIETE RENCONTREE	NOMBRE DE COSSETTES PAR PIEDS			
1	2	3	4			
MWINE BYANDI	0,5 Ha	KATSHILUSA	7	4	5	6
KABILA NGOY	1,2 Ha	ASUMINI	4	6	2	3
NGOY KALENGE	1,2 Ha	KILEBE	8	6	7	9
MUTOMBO WA KALENGA	0,4 Ha	MULOKO	5	3	4	2

Il ressort du tableau 1, le tableau synthétique des résultats que nous représentons ci-après :

Tableau 2. Synthèse du rendement en termes de nombre de cossettes de manioc

VARIETE	DETERMINATION				TOTAL VARIETE
	1	2	3	4	
ASUMINI	4	6	2	3	15
KATSHILUSA	7	4	5	6	22
KILEBE	8	6	7	9	30
MULOKO	5	3	4	2	14
TOTAL DETERMINATION	24	19	18	20	81

$FC = \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{axb} = \frac{81^2}{4X4} = \frac{6561}{16} = 410,06$

$SCT = \Sigma y_{ij}^2 - FC = 4^2+6^2+2^2+7^2+4^2+5^2+6^2+8^2+6^2+7^2+9^2+5^2+3^2+4^2+2^2 - 410,06 = 475-410,06 = 64,94$

$SCV = \frac{\Sigma(Tti)^2}{a} - FC = \frac{15^2+22^2+30^2+14^2}{4} = 451,25 — 410,06 = 41,19$

$SCD = \frac{\Sigma(TDet)^2}{a} - FC = \frac{24^2+19^2+18^2+20^2}{4} - FC = 415,25-410,06 = 5,19$

$SCE = SCT - SCV - SCD = 64,94 - 41,19 - 5,19 = 18,56$

Tableau 3. Résumé de l'analyse de la variance

Source variance	dl	SC	CM	Fcal	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$	Conclusion
Total	15	64,94					
Variété	3	41,19	13,73	8,91	3,19	5,95	**
Détermination de la même variété	3	5,19	1,73	1,12	3,19	*5,95*	NS
Erreur	12	18,56	1,54				

Il ressort du tableau 2, la figure ci-dessous.

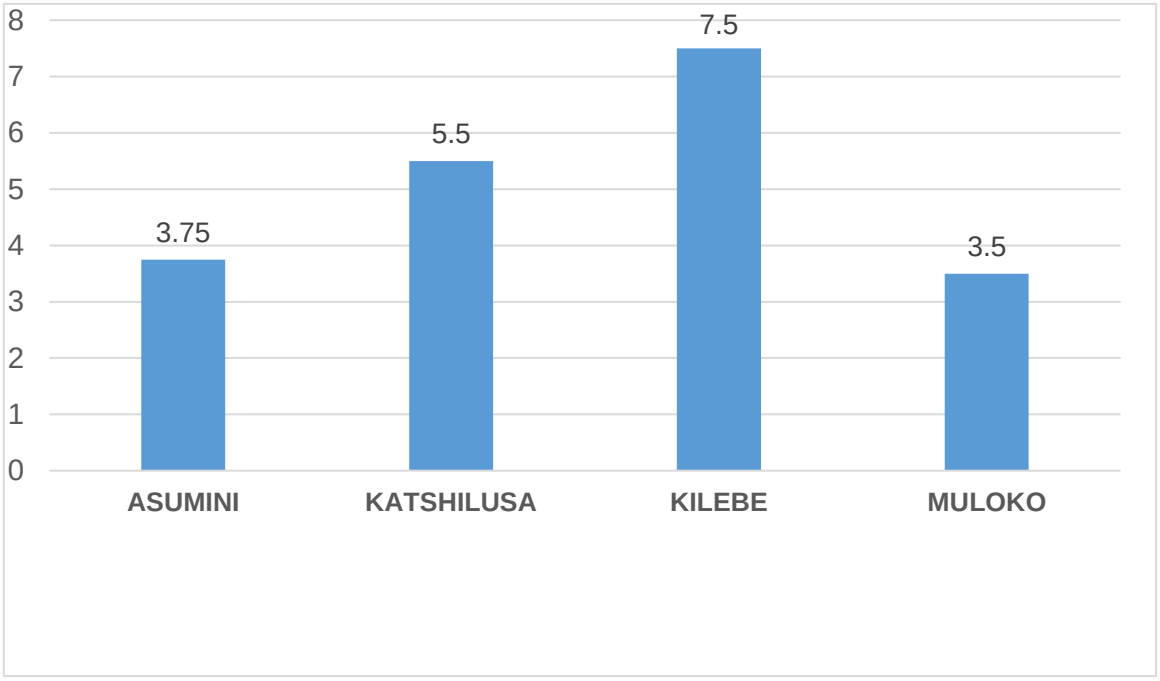


Fig. 1. Rendement moyen en termes de nombre de cossettes par variété observée

Les chiffres repris dans la figure 1 sont les moyennes en termes de nombre de cossettes issues de chaque variété. Au regard de l'histogramme, il résulte que le nombre moyen de cossettes varie entre 3,5 et 7,5 en fonction des Variétés.

L'analyse de la variance (tableau 3) relève une différence hautement significative entre les variétés, pendant que les déterminations de la même variété ne présentent pas des différences au seuil de confiance de 5%.

Il reste à vérifier par le test de différence de moyennes, quelles sont les moyennes qui sont statistiquement différentes.

Le test de la ppds (LSD) à la probabilité de 0,05 nous donne ce qui suit:

$LSD = t_{0,5}\sqrt{\frac{2s^2}{b}} = 2,179\sqrt{\frac{2x1,54^2}{4}} 2,179\sqrt{\frac{4,7432}{4}} = 2,179 \times 1,1858 = 2,583$

En rangeant des moyennes en ordre croissant horizontalement et verticalement, les différences entre les moyennes nous donnent ce qui suit:

Tableau 4. Différences entre les moyennes

	3,5	3,75	5,5	7,5
3,5	-	0,25	2	4
3,75	--	0	1,75	3,75
5,5	--	--	0	2
7,5	--	--	--	0

PRINCIPE:

La différence entre deux moyennes est déclarée significative si cette différence est supérieure à la valeur LSD.

Le test de la ppds permet d'établir le classement suivant:

KILEBE = KATSHILUSA ASUMINI = MULOKO pour ce qui concerne le nombre de cossettes par variété.

Le nombre de cossettes par cultivar est beaucoup plus élevé pour certaines variétés cultivées dans le territoire de Kabongo que pour d'autre, car par exemple, les écarts entre le nombre de cossettes de la variété MULOKO et ASUMINI par rapport à KILEBE sont considérables.

En effet, ils sont passés successivement de 3,5 et 3,75 à 7,5 cossettes par plante; contrairement aux variétés MULOKO, ASUMINI et KATSHILUSA où les différences ne s'avèrent pas significatives, passant successivement de 3,5; 3,75 et 5,5 cossettes par plante ainsi que KATSHILUSA et KILEBE qui n'expriment pas une différence significative dont la moyenne de nombre de cossettes par cultivar est passée de 5,5 à 7,5. Ceci explique que les génotypes ont réagi différemment pour ce qui concerne le rendement en termes de nombre de cossettes par plante.

Ce qui nous permet de dire que les différentes variétés se comportent différemment vis-à-vis du rendement exprimé en termes de nombre de cossettes par cultivar. Cela serait dû aux caractéristiques variétales.

5 CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'évaluer la productivité de différentes variétés de manioc local cultivées à MUKOLA dans le Territoire de Kabongo. A cet effet, quatre variétés de manioc, notamment: ASUMINA, KATSHILUSA, KILEBE et MULOKO ont fait l'objet de notre1 observation. Le rendement en termes de nombre de cossettes par variété a été récolté sur terrain à MUKOLA suivant un dispositif complètement randomisé.

Il ressort de la l'analyse de la variance que les génotypes influence significativement le rendement en terme de nombre de cossettes par variété. Le nombre de cossettes de la variété KILEBE est beaucoup plus élevé que celui des variétés ASUMINI et MULOKO, pendant que la variété KATSHILUSA est intermédiaire aux deux groupes.

Ce qui nous permet de dire que les différentes variétés e comportent différemment vis-à-vis du rendement exprimé en termes de nombre de cossettes par cultivar. Cela serait dû aux caractéristiques variétales comme l'affirme MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006 que le nombre potentiel de racines diffère selon les variétés. Il diminue avec l'utilisation des boutures de mauvaise qualité, la sécheresse ou l'excès d'eau.

Nous ne prétendons pas dire au regard de ces résultats que KILEBE présente un bon rendement par rapport aux autres, car selon ce que confirme MOBAMBO, 2009; le système radiculaire du manioc est fasciculé, certaines racines sont tubérisées. Elles mesurent généralement 30 à 50 cm de long et peuvent atteindre 1 m avec un diamètre de 3 à 15 cm. Les racines tubérisées pèsent 2 à 4 Kg, pouvant arriver jusqu'à 20 à 25 Kg dans les meilleurs conditions de culture (MOBAMBO, 2009).

II serait souhaitable que le rendement soit obtenu en termes de tonne par hectare à fin d'avoir la différence exacte entre le rendement de ces différentes variétés.

REFERENCES

[1] ANONYME Mémento de l'agronome CIRAD-CRET, Ministère français des affaires étrangères, 2006 PP 789-792.
[2] ANONYME, 2009. Phytotechnie spéciale des plantes cultivées.
[3] BARAMPAMA B, le manioc en Afrique de l'Est, Ed Karthala, paris, 2000 P1-182.
[4] Innocent ANDIA NZUMEA, 2011. Rapport annuel du Territoire de Kabonqo.
[5] MEMENTO DE L'AGRONOME, 2006.
[6] MOBAMBO, K., 2007. *Phytotechnie spéciale des plantes cultivées,* Faculté des Sciences Agronomiques/UNILU.
[7] MOBAMBO, K., 2009. *Phytotechnie spéciale des plantes cultivées,* Faculté des Sciences Agronomiques/UNILU. Çj
[8] SINGH, T.P, sélection du manioc pour la résistance aux pestes et maladies en République Démocratique du Zaïre, 1979 pronon III P.3.
[9] SIVESTRE, P, ARRUDEAUM, Le manioc, Ed. Maisonneuve et la rose, Paris, 1995, P.1-113.
[10] RAMAEKERS.R.H, Agriculture en Afrique tropicale, Direction générale de la coopération internationale, Bruxelles, Belgique, 2001 P.P.194-218.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 994-1006
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Priorisation de déterminants sociaux de la santé de partants volontaires de la GCM en RDC

[Prioritization of social determinants of health of GCM volunteer participants in the DRC]

Jacques BAJIKA KALOMBO

Statistique (Mathématique de gestion), Institut Supérieur de Statistique de Lubumbashi, Lubumbashi, Haut-Katanga, RD Congo

Copyright © 2023 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 main objective of the present survey, is to achieve the selection and classification of the major problems of health that the starters voluntary of the GCM know. This classification makes itself according to the criterias of priorisation, so while putting in inscription the mixed approach, following the diagram: quali=>Quanti => quali, and that, for the explanatory sequential design, we got the results below according to the order: The main objective of the present survey, is to achieve the selection and classification of the major problems of health that the starters voluntary of the GCM know. This classification makes itself according to the criterias of periodization. So while putting in inscription the mixed approach, following the diagram: qual i=>Quanti => quali, and that, for the explanatory sequential design, we got the results below according to the order: The problems of the food with 34 points, the problems of recourse to the cares of health with 31 points, the problems of education (payments of the school expenses with 27 points, the problems of payments of rent with 26 points, the problems of the reinsertion with 22 points, the problems of retirement with 20 points;, the problems of the payments of invoices of the REGIDESO with 19 points and finally the problems of the payments of invoices of the SNEL with 18 points.

KEYWORDS: Selection and classification, criteria of prioritization, mixed Approach, explanatory sequential design.

RESUME: L'objectif principal de la présente étude, est de réaliser la sélection et classification des problèmes majeurs de santé que connaissent les partants volontaires de la GCM. Cette classification se fait suivant les critères de priorisation, Ainsi par l'approche mixte, suivant le schéma: quali=>Quanti =>quali, et le design séquentiel explicatif, nous avons obtenu les résultats suivant l'ordre ci-après: Les problèmes de l'alimentation avec 34 points, les problèmes de recours aux soins de santé avec 31 points, les problèmes de la scolarité des enfants des partants volontaires (paiements des frais scolaires) avec 27 points, les problèmes de paiements des loyers avec 26 points, les problèmes de la réinsertion des Partants Volontaires avec 22 points, les problèmes de retraite des partants Volontaires avec 20 points, les problèmes de paiements des factures de la REGIDESO avec 19 points et enfin les problèmes de paiements des factures de la SNEL avec 18 points.

MOTS-CLEFS: sélection et classification, critères de priorisation, Approche mixte, design séquentiel explicatif.

1 INTRODUCTION

« Tous les hommes naissent et demeurent libres et égaux en droits » (Déclaration universelle des droits de l'homme et du citoyen, 1789). La Déclaration universelle de droits de l'homme promulguée par l'Assemblée générale de l'ONU en 1948 et

inspirée des précédentes déclarations, visait à la reconnaissance totale des droits de l'homme. Le Comité pour le pacte des droits économiques et culturels définit le droit contenu dans le pacte selon trois grands chapitres:

- Le droit de travailler dans les conditions justes et favorables;
- Le droit à la protection sociale, à un niveau de vie décent et à une exigence optimale en matière de la santé physique et mentale;
- Le droit à l'éducation et aux partages des bénéfices tirés de la liberté culturelle et de progrès scientifiques.

Ainsi, nous constatons des situations très différentes selon que l'on parle des pays européens, des Etats-Unis d'Amérique, de l'Amérique latine, de l'Asie ou de l'Afrique. Il apparaît même des différences internes notables au sein de chaque pays, comme on pourra l'apprécier [1].

Par ailleurs, de nombreux pays vivent des situations dramatiques et très diverses dans leur nature et dans leurs causes. Ces situations de précarité, de crises et de pauvreté s'accompagnent souvent des conflits et des qualificatifs divers dont les causes principales sont d'ordre économique, social, culturel, alimentaire, environnemental et politique [2]. On parle des tensions et des crises internationales, nationales, régionales, sectorielles et locales, des crises des logements et de diverses crises qui se traduisent au moins par une dégradation des conditions de vie des populations. Dans la plupart des cas, ce sont les composantes économiques et sociales qui retiennent le plus souvent l'attention avec notamment: la dégradation du pouvoir d'achat des ménages, l'extension du chômage et le désengagement de l'Etat des secteurs sociaux. Et ce sont des millions d'êtres humains, parmi les vulnérables, qui sont affectés. Les situations sont très diverses et les dynamiques économiques à l'œuvre sont différents, cela en liaison avec la diversité des histoires, des contextes politiques, économiques, sociaux, culturels et environnementaux.

En RDC, en raison des contraintes d'exploitation et de gestion qui étaient confrontées à un environnement international défavorable, l'entreprise dénommée la « Générales de Carrières et de Mines", Gécamines en sigles, était entrée en 1986 dans une zone de fortes turbulences, avec pour conséquences une chute vertigineuse de sa production, partant de 476000 tonnes en 1986 à seulement 20000 tonnes en 2002. Elle a été confrontée à un endettement important et insoutenable dont les encours étaient évalués à 1,6 milliards USD. Cette situation a précarisé les finances de l'entreprise et l'a entraînée dans un état de cessation de paiement, notamment des salaires des employés.

Pour arrêter la saignée, l'entreprise s'était vue obligée de prendre des mesures d'ajustement internes, notamment celle de réduire les effectifs de son personnel, au travers d'un programme d'incitation au départ volontaire, programme piloté par le Bureau Central de Coordination (BCECO) et appuyé financièrement par la Banque Mondiale. Sur terrain, ce programme a été piloté par l'Unité de Réinsertion du Katanga, URK en sigle. Après une intense campagne d'information et de sensibilisation, 10654 employés ayant accompli 25 ans de service, représentant 45% contre 55% qui continuent à travailler jusqu'à ce jour, hormis des cas de retraite individuelle, ont accepté de partir en 2003, en percevant des indemnités de sortie volontaires dans les trois sites miniers.

Les ex-agents de la GCM, appelés dans le nouveau jargon « Partants Volontaires ou ODV » et ceux qui continuent à œuvrer, ont vécu dans un «système de paternalisme total », système dans lequel l'employeur avait pris en charge depuis 1910 tous les secteurs sociaux des employés. Avec la restructuration intervenue à la Gécamines, les partants Volontaires devraient se prendre en charge dans différents secteurs sociaux jadis pris en charge par l'employeur.

Notre préoccupation consiste à hiérarchiser les différents problèmes majeurs de santé rencontrés par les Partants Volontaires et leurs familles dans les différents secteurs de la vie sociale. C'est pourquoi, nous nous attelons à répondre à la préoccupation ci-après:

Comment classer les différents problèmes majeurs de santé que connaissent les Partants Volontaires et leurs familles ?

2 MATERIELS ET METHODES

Cette étude a opté pour une démarche mixte, suivant le schéma: quali =>Quanti => quali, et ce, pour le design séquentiel explicatif. Cette démarche nous a permis d'évaluer respectivement les différents déterminants sociaux de la santé et de faire la classification de problèmes majeurs de santé que connaissent les partants volontaires et leurs familles suivant les critères de priorisation. Nous avons procédé par la consultation et l'exploration bibliographique, et enfin par la visite des reconnaissances de terrain avant d'entamer les différentes étapes méthodologiques, Pour réaliser notre étude, avons mis en œuvre 3 étapes, notamment celle de la préparation et de la réalisation de l'enquête proprement, suivi de l'étape des traitements et de l'analyse des données et enfin de l'étape de présentation des résultats. La première étape relative à l'approche quantitative, s'est attelée sur: l'état des lieux des milieux d'étude, l'identification de la base de sondage, le choix de

la méthode et technique d'échantillonnage, la détermination de la taille d'échantillon, l'identification des variables d'études, l'élaboration du questionnaire, la formation des enquêteurs, la réalisation de l'enquête pilote, la révision et réaménagement du questionnaire, l'élaboration des stratégies de l'enquête, la réalisation de l'enquête proprement dite, l'encodage, les traitements et l'analyse des données ainsi que la production des résultats sur l'évaluation des déterminants sociaux de la santé. La seconde étape est celle de la mise en œuvre des critères de sélection et de classification des problèmes majeurs de santé que connaissent les partants volontaires et leurs familles. La troisième étape est la mise en exergue de l'approche qualitative dans le but de la triangulation des résultats relatifs à la priorisation des problèmes majeurs de santé obtenus avec l'approche quantitative.

Dans le cadre de la première phase: Enfin, nous avons visité les services de l'environnement, la Société nationale d'électricité de Kolwezi et la RÉGIDESO de Kolwezi, les cités GCM à travers la circonscription de Kolwezi, les différents points d'approvisionnement en eau et les sites artisanaux.

L'état de lieux des milieux d'étude nous a permis de définir les différentes variables, notamment variables: d'identification, relatives au secteur de milieu de vie, de l'alimentation, à la scolarité des enfants, aux recours aux soins de santé des PVs et de leurs ménages, aux habitudes et comportements des PVs sur le tabac et l'alcool relatives à la protection et sécurité sociale, aux activités de réinsertion et autres activités dans le cadre de stratégie de survie.

L'étape de visite et reconnaissance de terrain nous a permis de prendre des contacts et de réaliser des entretiens, d'une part, avec les autorités politico administratives et municipales, les responsables de personnel médical et paramédical des structures sanitaires GCM (centres de références) et autres structures privées proches des cités et camps GCM, privées et étatiques de la place, et d'autre part, avec les responsables des établissements scolaires des écoles privées, conventionnées et non conventionnées.et le personnel enseignant de la GCM ainsi que les organisations non gouvernementales de la place.

Nous avons identifié la base de sondage qui est constituée de la population de tous les ex- agents GCM de Kolwezi (Groupe Ouest) GCM ayant souscrit à l'opération dénommée Opération Départ Volontaire", ODV en sigle, et appelés aussi Partants Volontaires.

Nous avons pris une fraction de sondage de: **n/N= 13, 5% (**taux de sondage). Avec **n:** comme taille de l'échantillon et **N:** la population des tous les partants volontaires de la GCM (base de sondage). Cette fraction de sondage est choisie de manière à couvrir les cas des enquêtés non retrouvés, les cas des refus, les cas des absents, les cas de pertes de vue et mêmes ceux ayant quitté l'hinterland minier pour telle ou telle autre localisation. La taille de l'échantillon sélectionné est de 448 partants volontaires (toute Statut socioprofessionnelle considérée) de la Gécamines du groupe Ouest (Kolwezi).

Nous avons utilisé la méthode d'échantillonnage probabiliste, en optant la technique d'échantillonnage stratifié. Cette technique a mis en évidence les milieux de vie des travailleurs ainsi que les différentes classes de statut professionnel (Agent de la Main d'Œuvre d'Exécution, agent de Maitrise et agent de cadre). Les unités primaires de notre échantillon sont représentées par les partants volontaires, identifiés et localisés respectivement à partir de leurs numéros matricules, numéros auxquels, nous avons associé les noms et post noms ainsi que leur localisation (adresses complètes). Enfin, nous avons utilisé la table de hasard pour le choix des unités statistiques (Partants volontaires).

Nous avons élaboré le questionnaire suivant les modules relatifs aux secteurs: de milieu de vie, de l'alimentation, de l'éducation des enfants, des comportements et habitudes de vie, de la santé et aux recours aux soins médicaux, de la réinsertion, de soutien social et de différentes perceptions.

La formation des enquêteurs nous a permis d'avoir la même perception pour une meilleure compréhension et assimilation des détails nécessaires pour l'accomplissement et la réalisation de l'enquête sur terrain. Ainsi, cette étape a consisté à passer en revue tous les modules relatifs aux différents secteurs cités ci-dessus.

Nous avons réalisé une enquête pilote, interview restreinte, soumise à un nombre réduit de partants volontaires, dans le but de tester le questionnaire.

La révision du questionnaire nous a permis de lever les divergences dans la compréhension et la perception de l'enquête parmi les enquêteurs et enfin, de revoir et réadapter le questionnaire suivant les écueils, les difficultés et les réalités rencontrées sur terrain par les enquêteurs.

Pour la réalisation de l'enquête sur terrain, la stratégie a consisté à regrouper et reclasser les ménages de l'échantillon tiré de manière aléatoire en suivant respectivement la configuration géographique des communes et les quartiers ou les cités GCM et autres quartiers. Cette stratégie a été élaborée dans le but de minimiser les coûts de déplacement et de transport par rapport aux distances (gain de temps et même a permis d'économiser les efforts physiques en réduisant la perte en énergie physique).

Ainsi sur base des listes constituant notre échantillon, nous nous référions aux adresses complètes pour localiser les ménages (domiciles) des PVs et nous nous rassurions réellement des noms des enquêtés avant 'interview.

En cas de l'absence du partant volontaire, les enquêteurs devraient faire le nécessaire possible pour entrer en contact personnel ou téléphonique avec les PVs, afin de prendre un rendez-vous ferme. Nous relancions les contacts dans le cas où le rendez-vous n'était pas respecté.

Dans le cas où les partants volontaires avaient déjà déménagé, nous nous renseignons auprès des ménages voisins de manière à retrouver la nouvelle adresse. Dans le cas contraire, nous étendions les recherches auprès des collectifs de partants volontaires (association des PVs pour les informations supplémentaires concernant les différents répondants recherchés.

Au cas où le partant volontaire était décédé, nous déclassions ou éliminions le nom de ce partant volontaire.

Pour assurer la qualité de la collecte des données, la stratégie a consisté à regrouper et reclasser les ménages de l'échantillon tiré de manière aléatoire des PVs selon la configuration géographique des communes, reparties en quartiers ou cités GCM et autres quartiers. Partant de ces stratégies, nous avions minimisé les coûts de déplacement et de transport par rapport aux distances, gain de temps et même économisé les efforts physiques, en réduisant la perte en énergie physique.

Ainsi, les ménages ont été regroupés respectivement suivant les communes, les quartiers, les cités et autres quartiers non GCM.

En rapport avec le choix des priorités, interviennent les notions de « besoin et demande ». Il n'est pas toujours facile de connaître les « besoins » d'une population ou des services de santé. Par conséquent, il est plus simple et efficace de penser en fonction des problèmes que nous confrontons. En identifiant un problème, on identifie automatiquement un besoin. Une fois que les besoins ou les problèmes sont identifiés, Nous avons examiné tous les éléments principaux qui déterminent si les problèmes peuvent être solutionnés.

Après l'encodage des données, le traitement et l'analyse des données ont été réalisés à l'aide des logiciels ci-après: Excel version 10 et SPSS version 19.

Les données ont été soumises à l'analyse statistique.

L'approche quantitative, nous as permis d'évaluer l'ampleur de différents problèmes de santé. Ainsi, pour corroborer les résultats obtenus sur base de l'approche quantitative, avons recouru à l'approche qualitative, en organisant les focus groups avec les différents groupes composés de Partants Volontaires et des membres de leurs ménages. Le thème principal relatif aux différents entretiens avec les groupes référencés ci-haut en question, mettait en exergue opinions, leurs avis et considérations en rapport avec l'appréciation faite des problèmes de santé vécus dans leur environnement.

Nous avons fait allusion et références aux critères de sélection et classification en élaborant un Tableau d'appréciation des problèmes majeures de santé publique.

La notion de priorité est absolument fondamentale en santé publique. Une priorité est un choix d'intervention devant plusieurs problèmes de santé. Le choix des priorités est un choix chronologique et basé sur les quatre critères suivants:

- L'ampleur du problème relativement à la population affectée, c'est-à-dire la fréquence du problème de santé;
- La gravité du problème qui permet de connaître son impact sur la population affectée;
- La vulnérabilité du problème apprécie la probabilité qu'un problème soit résolu;
- Les effets économiques et sociaux du problème pourraient entraîner d'autres effets sur la population;
- La perception de la population n'est pas toujours celle des experts ou des décideurs.

3 RESULTATS SUR LES DETERMINANTS SOCIAUX DE LA SANTE-INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS

3.1 RESULTATS DE L'AMPLEUR DES DETERMINANTS SOCIAUX DE LA SANTE ET D'IDENTIFICATION DES PROBLEMES MAJEURS DE SANTE PUBLIQUE

Tableau 1. Répartition des PVs par l'âge, sexe, niveau d'études et Statut socioprofessionnelle

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Age			
	50-55	16	4
	55-60	72	17
	60-65	216	51
	65-P	121	28
Sexe			
	F	38	9
	M	387	91
Niveau d'étude			
	Primaries	219	52
	Secondaires	183	43
	Universitaires	23	5
Statut socioprofessionnel			
	Cadre	48	11,3
	Maitrise	14	3,3
	MOE	363	85,4

Source: enquête économico-socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

Les résultats montrent que près de 79% des PVs ont un âge qui varie entre 60 ans à plus de 65 ans; Sur 10 Partants volontaires, nous avons 1 (une) femme sur 9 hommes; (95%) des PVs sont de niveau primaire et de niveau secondaire contre de 5% des PVs de niveau universitaire; Et enfin, près 85% des PVs sont de la catégorie de main d'œuvre d'Exécution contre 15% sont constitués des agents de cadre et de Maitrise.

Tableau 2. Répartition des PVs suivant le Statut d'occupation, le Paiements de loyers, les problèmes du loyer et l'Etat de l'habitat

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Statut d'occupation			
	Locataire	45	11
	Maison de famille	7	2
	Propriétaire GCM	261	61
	Propriétaire non GCM	112	26
Paiements du loyer			
	Non	380	89
	Oui	45	11
Problèmes de paiement du loyer			
	Non	389	92
	Oui	36	8
Etat de l'habitat			
	Bon	193	46
	Mauvais	232	54

Source: enquête économico-socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

88% des PVs sont propriétaires des leurs maisons, dont 61,4% sont propriétaires des maisons GCM et 26,4% sont propriétaires des maisons non GCM contre 12% sont locataires et ceux qui vivent dans des maisons de famille.

Dans le cadre de la politique sociale (désengagement partiel du système paternaliste) de certaines entreprises publiques de l'Etat congolais (GCM, SNCC, ONATRA...), il avait été décidé la vente des maisons occupées par les agents (travailleurs et ceux ayant déjà atteint l'âge de la retraite) et ayant déjà accompli un certain nombre d'années de service.

Plus de la moitié des maisons construites dans les cités GCM (55%), se retrouvent en mauvais état contre 45%.

Tableau 3. Répartition des ménages de PVs suivant la distance et le temps (Aller-retour) d'accessibilité (De l'Habitat et à la source d'approvisionnement en eau) - type de la Source d'approvisionnement en eau potable, de la fréquence de l'eau et Qualité d'eau utilisée

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités de variables	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Distance d'accessibilité: Habitation et source d'approvisionnement en eau			
	A plus de 100 meters	216	51
	A moins de 100 mètres	110	26
	Dans la maison	44	10
	Dans la parcelle	55	13
Temps d'accessibilité (aller –retour) à la source d'approvisionnement en eau			
	Moins de 15 minutes	99	23
	Plus de 15minutes	326	77
Source d'approvisionnement en eau potable			
	Robinet	375	88
	Kishimpo	10	2
	Puits non protégés	29	7
	Puits protégés	11	3
Qualité d'eau utilisée			
	Pas du tout propre	41	10
	Propre	381	90
Fréquence d'eau			
	Pas régulier	276	65
	Assez régulier	117	27,5
	Régulier	32	7,5

Source: enquête économico-socio-sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

51% des membres des ménages des PVs couvrent plus de 100 mètres (distance de leurs maisons d'habitation jusqu'à la source d'approvisionnement en eau); Près de 77% de membres des ménages des PVs mettent plus de 15 minutes comme temps d'accessibilité aller-retour de l'habitation à la source d'eau; Les résultats montrent que la plupart de ménages des PVs connaissent des problèmes de santé publique relatifs à la distance d'accessibilité de leurs maisons d'habitation jusqu'à la source d'approvisionnement en eau et de temps d'accessibilité aller-retour de l'habitation à la source d'eau; 90% des ménages des PVs utilisent de bonne sources d'approvisionnement en eau potable provenant respectivement du robinet (88%) et des puits protégés (2%) contre 10% de mauvaises sources d'approvisionnement d'eau non protégés provenant de Kishimpo et de puits non protégés; Près des 10% des PVs ont déclaré que la qualité de l'eau utilisée n'était pas du tout propre contre 90%; Et enfin près de 92% des PVs ont déclaré que la fréquence en fourniture d'eau était soit assez régulière, soit non régulière.

Tableau 4. Répartition des ménages de PVs suivant la Quantité moyenne d'eau utilisée par personne/ménage - les Paiements et les Problèmes des paiements des factures Régideso

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités de variables	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Quantité moyenne d'eau utilisée par personne /ménage des PVs			
	20 litres et plus	140	33
	Moins de 20 litres	285	67
Paiements des factures RÉGIDESO			
	Par la GCM	221	52
	Par eux-mêmes	204	48
Problèmes des paiements de factures RÉGIDESO			
	Non	323	76
	Oui	102	24

Source: enquête économico-socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

Plus de deux tiers de ménages des PVs (67%) utilisent moins de 20 litre d'eau par personne /ménage par jour et ont aussi déclaré; 48% des PVs qui paient les factures de la RÉGIDESO, sont constitués des PVs de Statut socioprofessionnel (Cadre et Maitrise) habitant les maisons GCM, les Partants Volontaires appartenant à toute Statut socioprofessionnelle et propriétaires des maisons non GCM ainsi que tous les locataires résidant hors les cités GCM.

24% des PVs (la moitié de ceux qui paient les factures de la RÉGIDESO) éprouvent des difficultés pour les paiements des factures de la RÉGIDESO.

Tableau 5. Répartition selon les variables Caractérisant les secteurs de l'énergie électrique

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités de variables	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Possession de l'électricité			
	Non	59	13,9
	Oui	366	86,1
Qualité de l'électricité			
	Bonne	286	67,3
	Mauvaise	80	18,8
Fréquence de l'électricité			
	Bonne	49	11,5
	Mauvaise	317	74,5
Paiement des factures de l'électricité			
	Par la GCM	243	57,2
	Par nous-mêmes	1 23	29,9
	Pas d'électricité	59	13,9
Problèmes des paiements des factures SNEL			
	Non	378	88,9

Source: enquête économico-socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

Près de 13% à 14% des PVs ne disposent pas d'énergie électrique contre près de 86%; 67% des PVs ont déclaré que la qualité d'électricité est bonne contre près de 19%; 74% des PVs ont déclaré que la fréquence en fourniture d'électricité est mauvaise contre près de 12%; Enfin, les résultats montrent que près de 11% des PVs éprouvent de difficultés pour les paiements des factures de la SNEL.

Tableau 6. Répartition selon la Sécurité alimentaire)

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités de variables	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Fréquence de repas			
	Une fois par jour	374	88,0
	Deux fois par jour	51	12,0
Possession d'un champ			
	Non	174	40,9
	Oui	251	59,1
Epargne pour les provisions alimentaires			
	Non	367	86,4
	Oui	58	13,6

Source: enquête économico-socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

Au moins 88% des ménages des PVs prennent un seul repas par jour et font d'épargne pour les provisions alimentaires contre 12%; Enfin, plus de la moitié de partants Volontaires (59%) fonts les activités champêtres.

Tableau 7. Problèmes des besoins alimentaires - Malnutrition alimentaire - Obésité et Toxicité alimentaire et Perception des PVs sur l'alimentation des leurs ménages

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités de variables	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Problèmes des besoins alimentaires			
	Non	94	22
	Oui	331	78
Problèmes de malnutrition alimentaire			
	Non	399	94
	Oui	26	6
Problème d'obésité dans le ménage			
	Non	425	100
	Oui	0,0	0,0
Problème de toxicité alimentaire dans le ménage			
	Non	400	94
	Oui	25	6

Source : enquête économico socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

78% des ménages des PVs ont de problèmes relatifs aux besoins alimentaires et près de 6% de leurs ménages connaissent des cas de malnutrition et de toxicité alimentaire.

Tableau 8. Répartition des Variables relatives à la scolarité des enfants des PVs

Variables des déterminants sociaux de la santé	Modalités de variables	Effectifs (n= 425)	Pourcentages (%)
Situation scolaire des enfants des PVs			
	Scolarisés	369	87
	Déscolarisés	56	13
Paiements de la scolarité des enfants			
	Nous-mêmes	310	73
	Par les membres de la famille	115	27
Problèmes de paiements des frais scolaires			
	Non	127	30
	Oui	298	70
Application scolaire des enfants des PVs			
	Bonne	221	52
	Mauvaise	204	48

Source: enquête économico socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

Le taux de la scolarisation des enfants des Partants Volontaire est de 87% contre13%.

Plus de 70% des Partants Volontaires qui prennent en charge les frais de scolarisation de leurs enfants éprouvent de difficultés pour les paiements des frais scolaires.

3.2 RESULTATS DES PROBLEMES MAJEURS DE LA SANTE PUBLIQUE SELON LES CRITERES DE CHOIX DE SELECTION DES PRIORITES

Tableau 9. Répartition des Critères de choix des problèmes prioritaires suivant les différents problèmes de santé relatifs aux déterminants sociaux de la santé

PROBLEMES DE SANTE	Ampleur	Gravité	Vulnérabilité Financière ou technique	Vulnérabilité économique	Perception	Coûts	TOTAL
Problèmes de l'alimentation	6	8	3	5	6	5	33
Problèmes de paiements de loyer	2	5	5	5	4	5	26
Problèmes de paiements de factures RÉGIDESO	2	3	3	5	4	2	19
Problèmes de paiements des factures de la SNEL	2	3	3	4	3	3	18
Problèmes des paiements des frais scolaires	3	4	5	3	4	5	27
Problèmes des recours aux soins de santé							31
Reinsertion	2	5	6	3	5	4	25
Problèmes de retraite	3	5	2	3	3	4	20

Source: enquête économico-socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

Ce Tableau fait ressortir les différentes cotations attribuées aux critères de choix des problèmes prioritaires suivant les différents problèmes de santé relatifs aux différents déterminants de santé.

Tableau 10. Sélection et classification des problèmes prioritaires des Partants Volontaires suivant l'approche quantitative

Problèmes de Santé	Cotations	Classement de Problèmes de Santé
Problèmes de l'alimentation	34	1ère
Problèmes des paiements des frais scolaires	27	2ème
Problèmes des recours aux soins de santé	31	3ème
Problèmes de paiements de loyer	26	4ème
Problèmes de Réinsertion	22	5ème
Problèmes de Retraite	20	6ème
Problèmes de paiements de factures RÉGIDESO	19	7 ème
Problèmes de paiements des factures de la SNEL	18	8ème

Source: enquête économico-socio sanitaire 2012 dans le site minier de Kolwezi

Les résultats relatifs au classement de problèmes de santé montrent l'ordre de priorité de problèmes majeurs de santé publique tels qu'ils devront être traités dans l'exécution de réalisation des projets.

Ainsi les problèmes relatifs aux recours aux soins de santé viennent en première position, suivi de problèmes relatifs au secteur de l'éducation des enfants de partants volontaires, viennent ensuite les problèmes relatifs au secteur de l'eau et ainsi de suite.

Dans le but d'augmenter la validité ou la crédibilité des résultats quantitatifs relatifs aux critères de sélection et classification de problèmes de santé, avons triangule, ces résultats en les comparants avec les résultats des analyses des entretiens collectifs (focus group) réalisés sur le thème en rapport avec les critères cités ci-dessus.

Les résultats de la comparaison de ces deux approches révèlent en toute indépendance une nette cohérence.

3.3 RESULTATS DES ENTRETIENS QUALITATIFS SUR LA PRIORISATION DES PROBLEMES DE SANTE

L'analyse des contenus des entretiens collectifs (focus group) réalisés sur le thème en rapport avec les critères de sélection et classification des problèmes de santé rejoignent la même classification et ordre comme ceux trouvés selon l'approché quantitative.

4 DISCUSSION

Les résultats des déterminants sociodémographiques de: 91% des PVs de sexe masculin contre 9% de sexe féminin rejoignent presque les résultats de l'ENPA (Enquête Nationale pour les Personnes Agées) (2006) réalisée au Maroc où la répartition selon les groupes d'âges retenus, montrent qu"il y a plus une prédominance du sexe masculin au niveau des groupes d'âge 60-64 ans et 65-69 ans. Cependant, plus on avance en l'âge, plus la répartition devient à l'avantage des femmes puisque leur part atteint près de 56,6% contre 43,4% pour les hommes au niveau du groupe d'âge 75 ans et plus. (Source: Enquête nationale sur l'emploi, Direction de la statistique, 2006) [3].

Les résultats de 88% des PVs propriétaires des leurs maisons sont largement supérieurs aux résultats en milieu urbain de près de 47% et 62,5% respectivement pour l'enquête MISCII (2001) [4] réalisées en RDC et au Maroc (Enquête Nationale pour les Personnes Agées) « l'ENPA » (2006) [5] qui se rapprochent des résultats (MISCII) (2001) en milieu rural (86,2%) des personnes qui sont propriétaires [6].

49% des maisons des PVs se trouvent en mauvais état. Ces résultats sont de loin inferieurs aux résultats trouvés au Cameroun où près de 75% des maisons sont en mauvais état.

Des 91% des ménages des PVs, 88,2% consomment l'eau de robinet et 2, 6% consomment l'eau des puits protégés contre près de 9% des PVs consomment de l'eau presque non protégée. Au Cameroun, l'accessibilité à l'eau potable demeure un véritable problème de santé publique, car un ménage sur deux consomme l'eau provenant d'une rivière, d'un marigot ou d'un puits. Même les ménages aisés n'ont pas l'accès facile à l'eau potable, puisque 42 % d'entre eux n'en disposent pas et même, près de 69% de la population rurale en manquent. Selon les résultats de MISC 2010, près de 48% de la province du Katanga utilisent des sources d'eau des boissons améliorées, contre les résultats de MISCII (2001) [8] avancent que, près de 46% de l'ensemble de la population de la RDC utilisent l'eau potable. En comparant ces différents résultats, nous remarquons que de manière générale, en RDC, bien que l'eau de boisson demeure un problème de santé publique, le Cameroun se retrouve dans

une situation plus inquiétante. Toutefois ce problème se pose avec acuité dans le milieu rural où environ 29% de la population rurale utilisent l'eau potable contre 80% de la population urbaine.

Près de 49% des ménages des PVs ont de l'eau sur place ou à moins de 100m, mais les Camerounais habitant les milieux urbains parcourent au moins 2,4 km pour atteindre les points d'accès publics d'eau tandis que ceux habitant les milieux ruraux parcourent au moins 3km. Par contre d'après l'enquête MISCII 2001, seulement 30% ont de l'eau sur place ou à moins de 100m [9].

23, 3% des ménages des PVs mettent moins de 15 minutes pour accéder à la source d'eau contre près de 22% de la population de l'enquête MISCII (2001) qui ont l'accès à la source d'eau à moins de 15 minutes. Toutefois, les résultats de notre enquête sont inférieurs aux résultats de l'enquête MISCII 2001 avec 81,2% pour Kinshasa, 27,6% pour le Katanga, 25,5% pour le Bas-Congo et 24,8% pour le Kasaï oriental dont l'accessibilité est à moins de 15 minutes. 67% de la population de Lubumbashi disposent de l'eau en endéans les 15minutes (Mulungulungu, N., 2007) [10].

33% des ménages des PVs utilisent au moins 20 litres d'eau. Selon Mulungulungu N. (2007), 35,4% constituant une grande majorité, consomment 125 litres d'eau par jour et une autre tranche non négligeable (20, 8%) consomme 150 litres d'eau par jour pour tout usage. Les résultats de Mulungulungu, ne font pas allusion à la quantité d'eau consommée par individu. Par conséquent, il est malaisé de bien apprécier cet indicateur. Cependant, la consommation moyenne mensuelle d'un ménage de 10 personnes habitant dans le quartier où l'eau est régulièrement fournie est d'environ 7,1$m^{3,}$ ce qui donne une moyenne de 23,7 litres pour la consommation individuelle. Ce chiffre est supérieur à celui trouvé par Mulungunlungu (2003) pour une ancienne zone de santé Ruashi, avec (19,7 litres), un résultat qui se rapproche de la consommation moyenne individuelle journalière [11].

59% des ménages des PVs font des réserves des provisions alimentaires et 12% seulement de ces ménages prennent un seul repas par jour. Ces résultats sont de loin moins appréciables par rapport à ceux de MISCII (2001) d'après lesquels 66% de la population en RDC font des provisions alimentaires dans le milieu rural, près de 76% de la population rurale font des réserves alimentaires tandis que 27% prennent un seul repas par jour.

Le taux de scolarisation des enfants des PVs est de 87%, alors que les résultats de MISC II (2001), pour toutes les provinces sont inférieurs au seuil de 80%. C'est ce qui avait permis au Sommet Mondial pour les enfants de renforcer l'un des objectifs dans le domaine de l'éducation des enfants. Il en est de même pour les statistiques (2010) fournies par l'Institut National de la Statistique de la Direction Provinciale du Katanga, dont les taux de fréquentation au niveau de la RDC et de la province du Katanga sont respectivement [12]:

- Au niveau primaire 75% (RDC) et 66% (Katanga);
- Au niveau secondaire33% (RDC) et 23% (Katanga);

L'appréciation de l'application des enfants des PVs est de 52%, taux est inférieur à la moyenne générale de 73,2% (MISC II, 2001).

Selon les résultats de notre enquête, près de 85% des PVs présentent des difficultés d'ordre financier pour recourir aux structures sanitaires. Cependant au Maroc le non recours aux soins de santé, une fois malade, est plus élevé chez les ruraux (62,1%) et les femmes (62,8%) que chez les citadins (55,2%) et les hommes (55,1%). Au regard de ces résultats, les PVs éprouvent plus de problèmes d'accessibilité aux soins de santé que les camerounais.

Les résultats de notre enquête montrent que près de 78% des PVs ont connu des limitations d'activité (forme d'incapacité). Cependant au Maroc, près de 69% ont connu l'incapacité physique et les femmes sont plus exposées à cette forme d'incapacité physique. Les résultats de l'enquête des PVs sont moins bons que ceux de Maroc. Au regard de ces résultats, il y a moyen de conclure que les PVs connaissent plus de problèmes de santé par rapport aux retraités du Maroc.

Les résultats de notre enquête montrent que près de 95% ont développé les activités de survie tandis que selon l'ENPA de Maroc, près de sept personnes âgées sur dix (70%) travaillent à leur compte. En rapport avec l'enquête, les résultats révèlent que la majorité (71,1%) travaille à son compte, 16,5% sont des salariés, 10,9% sont des employeurs et une infime partie (1,5%) reçoit des aides familiales. Les personnes âgées sont, ainsi, en majorité des créateurs d'emploi pour elles-mêmes et accessoirement pour d'autres. Néanmoins, les personnes ayant une retraite sont moins actives (12,1%) que celles qui ne l'ont pas (37,6%) [13].

5 CONCLUSION

Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressés à l'évaluation des déterminants sociaux de la santé et des perceptions des partants volontaires de l'hinterland minier du Katanga du groupe ouest de la GCM Kolwezi.

Pour y parvenir, nous avons respectivement utilisé l'analyse uni variée pour apprécier l'ampleur des déterminants sociaux de la santé et identifier les différents problèmes majeurs de la santé publique, ensuite comparer les revenus et les coûts spécifiques des besoins souhaités (désirés) avec les besoins constatés de déterminants sociaux de la santé.

Et enfin, l'analyse bi-variée pour mesurer le degré de liaison (intensité de relation) respectivement entre d'une part, le « Statut socioprofessionnelle et d'autre part, les différentes perceptions ressenties par les partants volontaires avec les déterminants sociaux de la santé.

Les résultats sur l'évaluation de l'ampleur des déterminants sociaux de la santé indiquent que près de 88% des Partants volontaires (PVs) sont propriétaires des maisons contre près de 12% constitués de PVs locataires, cependant plus de la moitié de ces maison sont en mauvais état et les conditions d'hygiène et d'assainissement des latrines, des eaux usées et des immondices sont aussi mauvaises. Bien que près de 90% des ménages des PVs utilisent, comme source d'approvisionnement en eau potable, les robinets et les puits protégés et apprécient la qualité de l'eau, cependant la distance et le temps d'accessibilité pour se desservir de cette eau touchent respectivement près de 51% et près 76% des ménages des PVs mettent plus de 100mètres pour accéder à la source et plus de 15 minutes (temps aller-retour). Bien que près de 86% des PVs aient déclaré avoir de l'énergie électrique dans leurs maisons d'habitation contre14%, cependant, plus de 90% des PVs trouvent que la qualité et la fréquence de l'énergie électrique sont mauvaises.

L'appréciation de la sécurité alimentaire montre que près de 88% des ménages des PVs, prennent une fois le repas par jour, ensuite 59% des PVs possèdent un champ pour les activités champêtres et enfin, près de 86% des PVs ne font pas de provision alimentation. Les résultats de l'enquête révèlent les problèmes de malnutrition et de toxicité alimentaire de touche de 6% des ménages des PVs, bien que les problèmes de besoin alimentaires besoins concernent près de 78% des ménages des PVs.

Pour ce qui concerne la scolarité des enfants des PVs, près de 87% des enfants des PVs sont scolarisés contre 13% qui sont en situation de déscolarisation. Bien que Près de 73% des PVs prennent personnellement en charge les paiements des frais scolaires de leurs enfants contre près de 27% des PVs dont les paiements des frais scolaires sont pris en charge par les membres de la famille, il y a près70% des PVs qu'ils éprouvent des difficultés (problèmes) pour les paiements des frais scolaires de leurs enfants. Ainsi de manière générale, près 53% des PVs ont déclaré que l'application de leurs enfants est bonne contre 47%.

Les recours aux soins de santé des PVs et de leurs familles posent un problème d'accessibilité financière difficile et d'accessibilité géographique, respectivement de 85% et de 65% des PVs.

Les résultats montrent d'une part, que parmi 28% des PVs éligibles à la retraite, 12, 5% seulement ont accompli les formalités administratives contre près de 16% des PVs éligibles qui n'ont pas accompli les formalités administratives à l'Institut National de la Sécurité Sociale, INSS en sigle à cause des contentieux qui persistent avec l'ancien employeur et d'autre part, parmi les 38% des PVs qui ont exprimé les besoins d'avoir un nouvel emploi ou qui sont à la recherche d'un nouvel emploi, près de 28% des PVs ont troué un nouvel emploi. Malgré les résultats ci-dessus, presque tous les PVs (95%) ont d'autres activités des survies et enfin presque tous ont contracté au moins une dette chez une tierce personne. Bien que les PVs aient développés les activités de survie, 76% comptent sur (la famille, les amis, les collègues, les voisins et autres) pour se faire aider et près de 58% reçoivent de l'aide et enfin, 32% des PVs prodiguent aussi de l'aide à des tierces personnes. Les perceptions relatives aux bruits, aux relations de voisinages, au milieu de vie, à l'alimentation, à la scolarité des enfants des PVs et aux recours aux soins de santé ainsi que les liens ressentis entre conditions de vie et santé, notamment les perceptions d'un impact des problèmes de santé sur les conditions de vie et les perceptions d'une influence des conditions de vie sur la santé sont perçues de manière générale, négativement par les PVs.

De manière brève, le problème majeur de santé publique que connaissent les PVS et leurs familles se classent selon l'ordre de prioritaire ci-après: les recours aux soins de santé, suivis de problèmes relatifs au secteur de l'eau, ensuite les problèmes relatifs au secteur de l'éducation des enfants de partants volontaires et ainsi de suite.

Les résultats sur l'analyse des revenus montrent d'une part, que près de 93 % des revenus provient des PVs qui ont trouvé un emploi et ont aussi d'autres sources des revenus (revenus locatifs, autres activités) contre7% des revenus qui proviennent de l'aide et d'autre part, 77% des revenus proviennent des PVS qui n'ont comme sources des revenus, autres activités en dehors de l'emploi et des revenus locatifs contre 23% des revenus provenant de l'aide. Ainsi, la comparaison entre les deux types des revenus donne les rapports qui varient entre 2 à fois plus. Enfin, la comparaison des besoins souhaités (désirés) et besoins constatés des revenus et des coûts spécifiques montrent d'une part que l'écart moyen est de 35% dans le premier cas et 76% dans le deuxième cas. Le poste de l'alimentation prend une part de près d'un tiers dans le budget des dépenses souhaitables par les PVs, suivi du poste de la santé et ensuite du poste de l'éducation. Ces trois postes budgétaires avoisinent presque la moitié des dépenses souhaitables et estimables.

Les résultats de l'évaluation de l'intensité de degré de liaison de différents déterminants sociaux de la santé avec le « Statut socioprofessionnel » des Partants Volontaires, montrent qu"il existe toujours des liaisons de dépendance relative entre la plupart de ces déterminants avec le Statut socioprofessionnel des Partants Volontaires.

Enfin, les différents résultats de l'enquête montrent aussi l'existence réellement des liaisons dépendantes entre les perceptions relatives au milieu de vie, à l'alimentation, à la scolarité, aux recours aux soins de santé ainsi que l'impact des problèmes de santé sur les conditions de vie et l'influence de la perception de la santé sur les conditions de vie avec les différents déterminants sociaux de la santé de notre étude.

REFERENCES

[1] Gavin W J. Organisation de l'enseignement dans les pays en développements, Incidences de la croissance démographique, éd. population Council, New York, 1975, p44.
[2] Gendreau F. et Georges CG. Crises, Pauvreté et Changements démographiques dans les pays du Sud, éd. Estem, Paris, 1998, P 1, 415 P.
[3] Université Francophone. Assises de l'enseignement du français et en français, Montréal, Québec, canada H3T 1J9, 1998.
[4] Wresinski. Rapport du conseil économique et social, Grande pauvreté et précarité économique et social, éd. S a, 1987.
[5] Encyclopaedia Universali Corpus. Comportement alimentaire, éd Encyclopaedia Universalis, Paris 1965-1975, P 774.
[6] Encyclopaedia Universalis Corpus I Aatlo Anabaptismi. éd Encyclopaedia Universalis, Paris 1988.
[7] Encyclopeadia Universalis Corpus 20. Rhéologie Silicates F, Encyclopeadia Universalis, Paris 1989.
[8] Grand Larousse Encyclopeadia en dix volumes. Tome huitième, Edition Librairie Larousse, Paris 1963.
[9] La Grande Encyclopeadia de la Médecine. Guide de la puériculture, Vol 25, éd. Atlas, Montréal, Québec, 1980.
[10] Larousse. Le petit Larousse illustré, Dictionnaire encyclopédique, 1992, 1750 P.
[11] Quevauvillier S. Dictionnaire médical, 4ème édition, Masson, Paris, 1997, 1999, 2001,2004 P291.
[12] Mukalay A., Kalenga P., Dramaix M., Hennnart P, Schirvet C., Kabamba L., Kabyla. Facteurs prédictifs de la Malnutrition chez les enfants âgés de moins de cinq ans à Lubumbashi, In: Kivits J., Baudier F., Boissonnat G., Borges G., Carde E., Ferron C. et al. (Eds) Santé Publique « Revue bimestrielle », éd. Société Francophone de Santé Publique, Paris, 2010.
[13] Mulungulungu. Caractéristiques des eaux de consommation et tendances sanitaires dans l'hinterland de Lubumbashi, 2007.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 1007-1015
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Etude du mouvement d'une particule chargée en électrodynamique

[Study of the movement of a charged particle in electrodynamics]

KISOKI MBUNGA Henri

Professeur associé, Faculté des sciences, Département de physique et des sciences appliquées,
Université pédagogique nationale (UPN), Kinshasa-Ngaliema, RD Congo

Copyright © 2023 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: In this article we will try to study the motion of a charged particle electro dynamic.
Note that a moving charged particle finds its application in electronics, more precisely in television and the vacuum tube, thus giving rise to the different types of screen currently used to display an image of a transmitted object.
Note that a moving charged particle is subject to two fields: the electric field $(\vec{E})$ and the magnetic fiel $(\vec{H})$. This article will be the subject of a study in uniform electric field taking into account the physics laboratory reference of the department of physics and applied sciences of the National Pedagogical University. For this purpose, we used for our experiment:
- Two metal plaques ;
- An electron gun having a cathode et anode ;
- A low and high voltage generator ;
- A screen (flat surface for projecting light).

The objective of this study is to establish the different equations of motion of a charged particle an uniform electric field $(\vec{E})$ in a projection frame $(O: \vec{\imath}, \vec{j}, \vec{k})$.
To close the study, we will finally consider the electrical bending of a charged particle moving between two plaques having different potentials.

KEYWORDS: Electric field, Deflection, Motion, Particles, Screen.

RESUME: Dans cet article, nous allons essayer d'étudier le mouvement d'une particule chargée en électrocinétique.
Signalons qu'une particule chargée en mouvement trouve son application en électronique plus précisément dans la télévision et le tube à vide donnant ainsi naissance aux différents types d'écrans utilisés actuellement pour afficher une image d'un objet transmis.
Retenons qu'une particule chargée en mouvement est soumise aux deux champs qui sont : le champ électrique $(\vec{E})$ et le champ magnétique $(\vec{H})$
Cet article fera l'objet d'une étude dans un champ électrique uniforme en tenant compte du référentiel de laboratoire de physique du département de physique et des sciences appliquées de l'université nationale (UPN) RD Congo/Kinshasa-Ngaliema.
A cet effet, nous avons utilisé pour notre expérience :
- Deux plaques métalliques ;
- Un canon à électron ayant une cathode et une anode ;
- Un générateur de Basse et Haute tension ;
- Un écran (surface plane de projection de la lumière).

L'objectif de cette étude est d'établir les différentes équations du mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique $(\vec{E})$ uniforme dans un repère de projection $(O: \vec{\imath}, \vec{j}, \vec{k})$.

Pour clôturer l'étude, nous allons considérer, enfin, la déflexion électrique d'une particule chargée en mouvement entre deux plaques ayant des potentiels différents.

MOTS-CLEFS: écran, champ-électrique, mouvement, particules.

1 INTRODUCTION

En électronique, l'étude d'une particule chargée en mouvement dans des champs électriques ou magnétiques uniformes trouve sa place dans de nombreuses applications, à savoir : télévision, oscilloscope, etc.

Dans notre étude, nous allons nous s'intéresser seulement au mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique $(\vec{E})$ uniforme produit entre deux plaques métalliques, soumises à une tension électrique très élevée avec différents potentiels entre elles.

Le référentiel du laboratoire que nous allons utiliser sera considéré comme galiléen c'est-à-dire il s'appuiera, pour notre expérience, à la deuxième loi de Newton.

L'étude approfondie avec expérience au laboratoire nous permettra d'établir l' (la) :

- Equation de l'accélération d'une particule chargée ayant une certaine masse m soumise à une force F ;
- Energie n nécessaire produite dans un canon à électrons en mettant un accent particulier sur les études énergétiques et du mouvement ;
- Cause de déflexion électrique des électrons avec ses différentes relations de la vitesse et du mouvement à la sortie ou après la sortie du champ électrique $(\vec{E})$.

2 METHODES ET MATERIELS

Un travail scientifique digne de son nom, exige une certaine méthodologique pour sa réussite.

Pour notre étude, la méthode utilisée est celle de la modélisation qui constituera à donner un modèle schématique à soumettre aux expériences au cours d'une simulation au laboratoire $[1]$.

Le lieu d'expérience, c'est le laboratoire de physique du Département de physique et des sciences appliquées de l'université nationale (UPN) RD Congo/Kinshasa-Ngaliema.

Pour consolider notre étude, l'expérience contiendra les matériels ci-après :

- Deux plaques métalliques soumises aux potentiels différents à l'anode des générateurs de basse et haute tension;
- Un canon à électron ayant deux électrodes : une cathode et une anode ;
- Un générateur de basse et haute tension ;

Un écran nous permettra à projeter dans un repère$(O: \vec{\imath}, \vec{j}, \vec{k})$ la lumière produite par le mouvement de particule chargée afin d'en déduire des différents résultats enregistrés.

3 PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTRIQUE UNIFORME

3.1 ACCÉLÉRATION $[2]$

Prenons une particule chargée de masse m et de charge électrique q placée dans un champ électrique$\vec{E}$

Constats :

- la particule chargée est soumise à une force $\vec{F}$. D'où, la relation (1) suivante :

$$\vec{F} = q.\vec{E} \qquad (1)$$

- Le poids est négligeable devant la force F car $\vec{F} >>>> \vec{P}$;
- La deuxième loi de Newton, d'après le référentiel du laboratoire considéré comme galiléen, donne la relation (2).

$$\vec{F} = m.\vec{a} \quad (2)$$

Après identification des relations (1) et (2), la relation (3) donne l'accélération $\vec{a}$ d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$

$$\vec{F} = \frac{q}{m}.\vec{E} \quad (3)$$

Examinons la figure 1 ci-dessous de deux charges (positives et négatives) soumises aux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$.

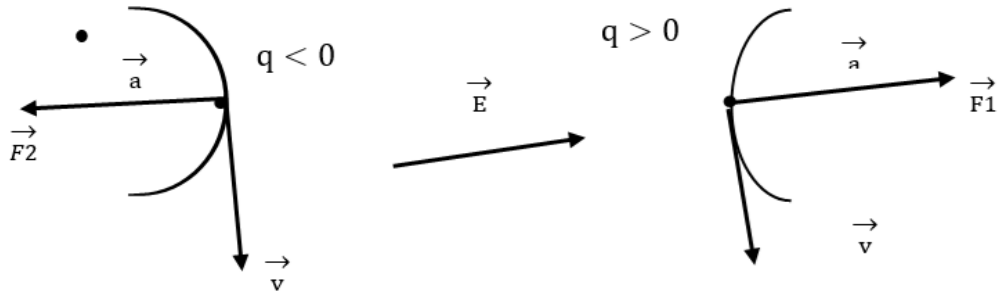


Fig. 1. Deux charges (positives et négatives) soumises aux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$

Constats :

- Si $q > 0$: $\vec{a}$, $\vec{F}_1$ et $\vec{E}$ ont tous même direction et même sens ;
- Si $q < 0$: $\vec{a'}$, $\vec{F}_2$ et $\vec{E}$ ont tous même direction mais de sens opposé à celui de $\vec{E}$.

3.2 ENERGIE

Lorsqu'une particule passe d'un point A à un point B d'un champ $\vec{E}$ uniforme (figure 2), le travail de la force électrique est indépendant du temps [3] . D'où, la relation (4) suivante :

$$W_{AB} = q.\vec{E}.\overrightarrow{AB} \quad (4)$$

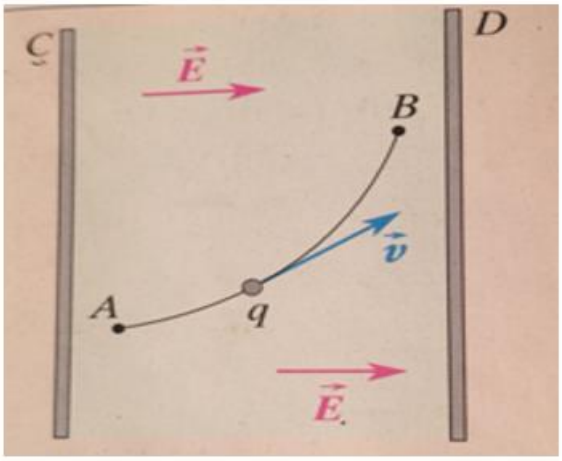


Fig. 2. Passage d'une particule chargée d'un point A à un point B dans un champ $\vec{E}$ uniforme

A partir de la relation (4), nous voyons que :

$$\left.\begin{aligned} V_A - V_B &= \vec{E}.\overrightarrow{AB} \\ q.\vec{E} &= \vec{F} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

En tenant compte du théorème de l'énergie cinétique appliq uée à une particule chargée de mass m et des relations (4) et (5), nous écrivons la relation (6) de la manière suivante :

$$\left.\begin{aligned} \Delta T = W_{AB} &= qU_{AB} = q(V_A - V_B) \\ \frac{1}{2}mV_B^2 = \frac{1}{2}mV_A^2 &= qU_{AB} = q(V_A - V_B) \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

4 CANON A ELECTRONS

4.1 SCHÉMATISATION D'UN CANON À ÉLECTRONS

Pour notre expérience au laboratoire, nous allons utiliser un canon à électrons schématisé par la figure 3.

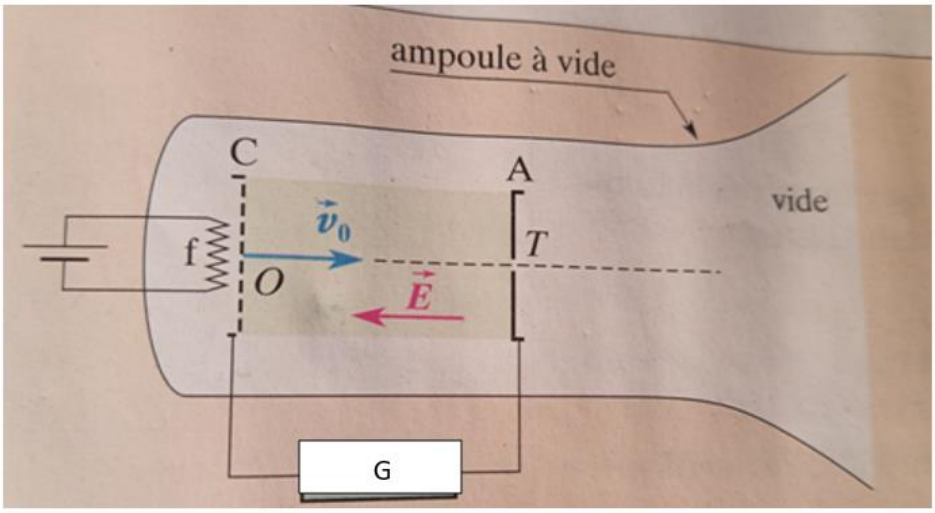


Fig. 3. Schématisation d'un canon à électrons

Légende

C *: Cathode ;*
A : Anode ;
f: filament de chauffage ;
G : Générateur de tension ;
T : Ouverture (trou).

Pour notre expérience, relions A à la borne positive du générateur de tension (G) et c à la borne négative. Retenons que la tension V_{AC} peut atteindre, par réglage, quelques dizaines de KV entre les plaques parallèles A et C.

4.2 ETUDE ÉNERGÉTIQUE

Signalons que le rôle du canon à électrons utilisé est d'accélérer des électrons, de leur communiquer une grande vitesse afin d'accroitre leur énergie.

Le théorème de l'énergie cinétique appliquée aux électrons entre A et C et en considérant aussi la relation(6) avec q =-e ; donne la relation (7) et (8) comme suivent :

$$\triangleq \mathrm{T} = W_{cA} = -e \cup_{CA} \quad (7)$$

V_c étant la valeur de la vitesse des $\overline{e}$ partant de C, ils arrivent sur A à la vitesse V_s . D'où ;

$$\triangleq \mathrm{T} = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 = -e \cup_{CA} = e \cup_{AC} \quad (8)$$

Considérant l'égalité de la relation (8), on peut écrire la relation (9) de la manière suivante :

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 + e \cup_{AC} \quad (9)$$

Constats :

- Si $U_{AC} > 0$; le canon à électrons accélère des $\overline{e}$;
- Si les $\overline{e}$ traversent le trou T avec la même vitesse v_A, le faisceau est dit homocinétique $[4]$.

4.3 ETUDE DU MOUVEMENT

Considérant le référentiel du laboratoire et en prenant $q = -e$ (cfr relation3) l'accélération $\vec{a}$ des électrons s'écrira comme la montre la relation (10)

$$\vec{a} = -\frac{e}{m}\vec{E} \quad (10)$$

Au début de cet article, nous avons signifié que l'expérience se basera dans un repère de projection $(O:\vec{\imath},\vec{j},\vec{k})$ avec $\vec{e}$ parallèle et de sens opposé à $\vec{E}$. Nous allons écrire.

$$\left.\begin{array}{l} \overrightarrow{a} \left| \begin{array}{l} \ddot{x} \\ \ddot{y} \\ \ddot{z} \end{array} \right. \text{ et } \overrightarrow{E} \left| \begin{array}{l} E_X = E \\ E_Y = 0 \\ E_Z = 0 \end{array} \right. \end{array}\right\} \quad (11)$$

Nous voyons que les relations (10) et (11) s'écrivant comme l'indique la relation (12) de la manière suivante ci-après :

$$\left.\begin{array}{l} \overrightarrow{a} \left| \begin{array}{l} \ddot{x} = \frac{e}{m}E \\ \ddot{y} = 0 \\ \ddot{z} = 0 \end{array} \right. \end{array}\right\} \quad (12)$$

Pour intégration de la relation (12, le mouvement d'un $\overline{e}$ émis à la date $t = 0$, au point O à la vitesse initiale v_0 détermine la vitesse de l'électron. D'où, la relation (13).

$$\left.\begin{array}{l} \vec{v} \left| \begin{array}{l} \dot{x} = \frac{e}{m}Et + V_O \\ \dot{Y} = 0 \\ \dot{z} = 0 \end{array} \right. \end{array}\right\} \quad (13)$$

Constat

Le mouvement d'un $\overline{e}$ est donc rectiligne. La vitesse inscrit linéairement, avec le temps : le mouvement est dit uniformément accéléré[5].

5 DEFLEXION ELECTRIQUE DES ELECTRONS

5.1 SCHÉMATISATION DU DISPOSITIF POUR L'EXPÉRIENCE

Le dispositif de défection ou de déviation des $\overline{e}$ pour notre expérience, est constitué de deux plaques // P et P' horizontales soumises à une tension électrique U $\rho\rho > 0$(figure 4).

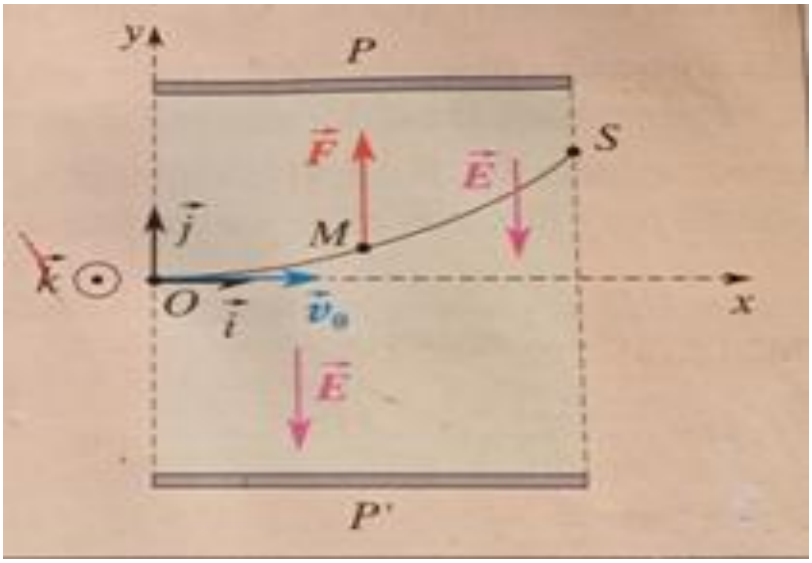


Fig. 4. Schématisation du dispositif de déflexion électrique des $\overline{e}$ pour notre expérience

Constats[6] **:**

- Les $\overline{e}$ lancés avec la vitesse $\underset{vo}{\rightarrow}$ acquise à la sortie du canon à électrons arrivent suivant l'axe du dispositif.
- Le champ $\underset{E}{\rightarrow}$ est considéré comme nul à l'extérieur des plaques et il est uniforme et indépendant du temps entre celles-ci.

5.2 ETUDE DU MOUVEMENT

Rappelons notre référentiel de laboratoire est galiléen et nous utilisons comme repère de projection$(O: \vec{\imath}, \vec{j}, \vec{k})$.

La figure (4) montre que $\vec{E} = -E \underset{J}{\rightarrow}$ qui est la valeur du champ électrique.

En s'inspirant des relations (11), (12) et (13) (cfr.4.3), nous écrivons les relations (14), (15) et (16) de la manière suivante :

$$\underset{a}{\rightarrow} \left| \begin{array}{l} \ddot{x} \\ \ddot{y} \\ \ddot{z} \end{array} \right. \quad \text{et} \quad \underset{E}{\rightarrow} \left| \begin{array}{l} E_{X=0} \\ E_Y = -E \\ E_Z = 0 \end{array} \right. \Bigg\} \quad (14)$$

$$\vec{a} \left| \begin{array}{l} \ddot{x} = 0 \\ y = \frac{\ddot{e}}{m}.\mathrm{E} \\ \ddot{z} = 0 \end{array} \right. \qquad (15)$$

$$\vec{v} \left| \begin{array}{l} \dot{x} = v_0 \\ \dot{y} = \frac{e}{m}.\mathrm{Et} \\ \dot{z} = 0 \end{array} \right. \qquad (16)$$

L'intégration de la relation (16) donne des équations horaires cartésiennes d'une particule chargée en mouvement dans un champ $\vec{E}$ électrique uniforme. D'où, la relation (17) ci-dessous :

$$\left. \begin{array}{l} x = v_o t \\ y = \frac{e}{2m} E t^2 \end{array} \right\} \qquad (17)$$

5.3 DÉFLEXION ÉLECTRIQUE

Le dispositif de la figure 4 était utilisé pour faire dévier le faisceau d' $\overline{e}$ dans un oscilloscope. Cette fois-ci, ajoutons un écran situé à la distance L de o afin de reproduire un point lumineux appelé : Spot (figure 5) [7].

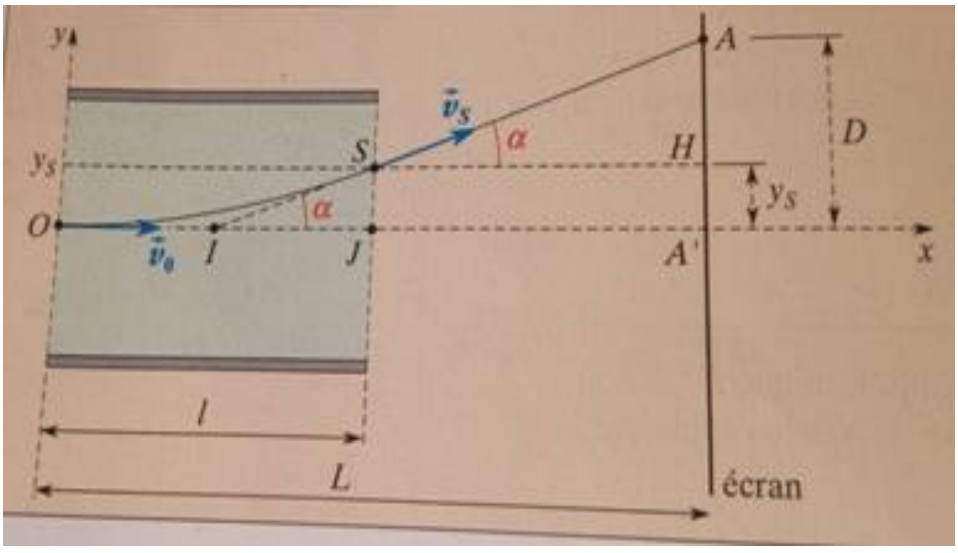


Fig. 5. Ecran associé au dispositif de déflexion électrique

5.3.1 VITESSE À LA SORTIE (v_s) DE $\vec{E}$

A la sortie des plaques, le point S a pour coordonnées x_s et y_s c'est-à-dire $S(x_s, y_s)$

Posons $l = v_o t \Longrightarrow\ t = \frac{l}{v_o}$

En tenant compte de la relation (17) au temps $t = \frac{l}{v_o}$, nous aurons la relation (18) ci-après :

$$\left.\begin{aligned} v_s &= l \\ y_s &= \frac{eEl^2}{2mv_0^2} \end{aligned}\right\} \quad (18)$$

La vitesse (v_s) de l'électron à la sortie du $\vec{E}$ est donnée par la relation (19) suivant les composantes $ox, oy\ et\ oz$.

$$\left.\begin{aligned} v_{Sox} &= v_o \\ v_{Soy} &= \frac{2E\mathrm{l}}{v_o.m} \\ v_{Soz} &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (19)$$

Constat

En se référant à la fig.5, nous remarquons que v_s fait un angle $\propto$ avec la direction horizontale ox. C'est la déflexion électrique d'un électron $\bar{e}$ (particule chargée) en mouvement étudiée dans cet article. Trigonométriquement, l'angle de déviation sera calculé comme nous montre la relation (20).

$$\left.\begin{aligned} tg \propto &= \frac{v_{Soy}}{v_{Sox}} = \frac{eEl}{mv_0^2} \\ \propto &= arctg\ \frac{eE\mathrm{l}}{mv_0^2} \end{aligned}\right\} \quad (20)$$

5.3.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

A la sortie des plaques (cfr. fig. 5), l'électron n'est soumis à aucune force. D'où, son poids est négligeable et il est animé d'un mouvement rectiligne uniforme de vitesse v_s qui décrit le segment de droite [SA] tangent en S à l'arc de la parabole décrit par l'$\overline{e}$ entre les plaques.

Sur ce, la déviation D est écrite comme :

$$D = A'A = A'H + HA \quad (21)$$

Or $A'H = v_s = \frac{eEl^2}{2mv_0^2}$ (cfr relation 18) et $HA = (L - l)tg \propto$

D'où, la relation (21) devient :

$$\mathrm{D} = \frac{eEl^2}{2mv_0^2} + (L - l)tg \propto \quad (22)$$

En s'inspirant de la relation (20), la relation (22) se mettra comme nous montre la relation (23), après toute transformation mathématique de la manière suivante :

$$D = (L - \frac{l}{2}).\frac{eE\mathrm{l}}{mv_0^2} \quad (23)$$

Etant donné que $E = \frac{U}{d}$ [8]; la relation (23) donne la relation (24) ci-dessous :

$$D = \left(L - \frac{l}{2}\right).\frac{eUl}{mv_O^2 d} \quad (24)$$

6 CONCLUSION

Nous venons de faire l'étude dans cet article, du mouvement d'une particule chargée ($\overline{e}$) dans un champ électrique $\vec{E}$ uniforme produit entre deux plaques métalliques soumises à une tension électrique très élevée avec différents potentiels entre elles.

L'expérience au laboratoire montre que la déviation D est proportionnelle à la tension électrique U appliquée entre les plaques.

Cette étude, trouve sa place dans la télévision et dans les oscilloscopes. Dans une autre publication, nous allons étudier le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique $\vec{H}$.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier personnellement le Chef du Département de physique et des Sciences Appliquées de l'Université Pédagogique Nationale (UPN) RD Congo/Kinshasa, le Professeur ONEMA LABA pour avoir mis à ma disposition le laboratoire pour l'expérience.

Que mes collaborateurs : CT MAFUTA MELE, CT MWAMBA MPOYI et Ass. MULUMBA trouvent dans cet article les sentiments de ma reconnaissance.

REFERENCES

[1] KISOKI MBUNGA Henri, "Modélisation et simulation d'un réseau d'interconnexion à fibre optique et ses applications," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 24, no. 4, pp. 1537–1543, November 2018.
[2] DURANDEAU, J-P., *Collection de Physique*, Hachette Livre 1995, Paris.
[3] LUYINDULA, M. et al., *exercices de Physique : phénomènes périodique et courant alternatif*, Ed. Centre des Recherches Pédagogiques, Kinshasa 1, 1994
[4] Jean Noël, *l'essentiel de l'électrocinétique : Cours, exercices et problèmes corrigés*, ellipses.
[5] FAUCHER, R., *Physique*, Librairie A, Hatier Paris VI.
[6] AZAN, J.L., *Précis sur l'électronique*, Tome 1, éd. Bréal.
[7] GRANJON, *Cours sur l'électricité*, Dunod 2015.
[8] DESSA, A., *Cours de Physique*, De Boeck, Bruxelles, 1980, 5ième édition.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 1016-1031
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Application des essais géotechniques utilisés en construction routière aux sols latéritiques de Samo et de Songon (Bassin sédimentaire ivoirien)

[Applied of geotechnical tests used in road construction to the lateritic soils of Samo and Songon (Ivorian sedimentary basin)]

Abalé Martial Grehoa, Conand Honoré Kouakou, Koffi Clément Kouadio, Souleymane Ouattara, Aka Alexandre Assande, and Edjikémé Emeruwa

Université Felix HOUPHOUET BOIGNY, Unité de formation des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du sol, de l'eau et des Géomatériaux, 08 BP 2600 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: In Côte d'Ivoire, the base layers on road are generally made from lateritic soils which must respect specification in order to guarantee its quality. Unfortunately, most of the road bases made with lateritic soils from the sedimentary basin degrade early. This investigation aims to determine the geotechnical characteristics of the natural lateritic soils from sedimentary basin used for road construction to understand the reasons for their early degradation. Thus, soils from Songon and Samo were subjected to tests, to know their intrinsic properties. Particle size distribution, Atterberg limits and methylene blue test, modified Proctor, California Bearing Ratio (CBR), and chemical and mineralogical tests were performed. The soils of Samo and Songon contain appreciable quantities of iron and aluminum oxides and silica, but small quantities of titane, manganese and magnesium oxides. They are mainly composed of kaolinite and quartz. Furthermore, they are massive consisted of sand packed in fine matrix (49 % and 46 %) for soil of Samo and (62 % and 33 %) for soil of Songon but no gravel. The dry densities, the optimum moisture content and CBR at 95 % of maximum dry density obtained for the soil of Samo and Songon are respectively 1.83; 15.2 %, 24 % and 1.88; 16.7 %, 20 %. These soils are not suitable for use as base layers on road because they are still in a primary stage of lateritic soils formation.

KEYWORDS: Laterite, base layers on road, Proctor, CBR.

RESUME: En Côte d'Ivoire les couches d'assises sont généralement faites à base de sols latéritiques qui doivent respecter une spécification bien déterminée afin de garantir sa qualité. Malheureusement, la plupart des assises de routes réalisées à base des sols latéritiques du bassin sédimentaire se dégradent précocement. Cette étude a pour objectif de déterminer les caractéristiques géotechniques des sols latéritiques naturels du bassin sédimentaire utilisé pour la construction des routes pour comprendre les raisons de leur dégradation prématurée. Ainsi, des sols de Songon et de Samo ont été soumis à une série d'essai, afin de connaître leurs propriétés intrinsèques. Il s'agit des essais d'analyse granulométries, de limite d'Atterberg et au bleu de méthylène, Proctor, CBR et des analyses chimique et minéralogique. Les sols de Samon et de Songon contiennent des quantités appréciables des oxydes de fer et d'aluminium, et de la silice, mais de faibles quantités d'oxydes de titane, de manganèse, de magnésium. Ils sont composés essentiellement de kaolinite et de quartz. En outre ils sont constitués massive de sable emballée dans une matrice fine (49% et 46 %) pour le sol de Samo et (62% et 33%) pour le sol de Songon mais pas de graviers. Les densités, l'optimum Proctor et l'indice CBR obtenues pour les sols de Samo et Songon sont respectivement de 1,83, 15,2 %, 21 % et de 1,88, 16,7 %, 20 %. Ces sols ne peuvent pas être utilisés en couches d'assise de route car ils sont encore à un stade primaire de la latéritisation.

MOTS-CLEFS: Latérite, portance, assise de route, Proctor, CBR.

Corresponding Author: Abalé Martial Grehoa

1 INTRODUCTION

Le réseau routier d'un pays constitue l'un des patrimoines qui revêt une importance capitale dans son développement. En effet, la route est un moyen de communication qui permet des échanges sociaux économiques et culturels entre les peuples. Elle constitue un indicateur du dynamisme économique d'une région. La route au plan technique est composée de plusieurs couches dont la durabilité et longévité dépendent en partie de la couche de fondation et de la couche de base. Ces couches qui transmettent et atténuent les efforts dus aux pneumatiques au support de la route doivent être de bonne qualité afin de freiner la dégradation de route. Elles sont généralement faites à base de sols graveleux latéritiques et doivent respecter une spécification bien déterminée en fonction du type de trafic (CBR ≥ 80%, densité sèche ≥ 2, pourcentage de fine ≤ 35% et l'indice de plasticité ≤ 15%) [1].

Les sols latéritiques se présentent sous diverses formes notamment les cuirasses latéritiques, les carapaces latéritiques, les graveleux latéritiques et enfin les sols fins latéritiques. Ce sont les produits de la désagrégation des roches dont la formation est fonction de plusieurs paramètres: le climat, la topographie, les facteurs entropiques, la nature de la roche de départ et les facteurs dia-génétiques (P. Reiffsteck, 2007) []. Dans le bassin sédimentaire ivoirien, ils se sont développés à partir de résidus provenant du socle cristallin. En outre, de nombreux auteurs ont réalisé des études géotechniques sur les sols latéritiques. Le tableau I résume quelques-unes des propriétés des latérites sub-sahariennes. Il confirme leur grande variabilité de leurs propriétés suivant les pays.

Tableau 1. Comparaison des sols latéritiques étudiés avec quelques sols latéritiques en Afrique du sud saharien [3]

Pays	Type de Roche	Régime climatique	WL	WP	IP	<80 µm	w (%)	ρ_s	CBR (%)	AASHTO Classification	Références
Ghana	Granite	Tropical	-	-	-	30	12	2	-	-	Gidigasu, (1983)
Côte d'Ivoire	Granite	Tropical	48	24	24	21	10	2,1	30	A-2-6	Bohi, (2008)
Congo	-	Tropical	80	-	40	35	19	1,7	30	A-2-7	Bohi, (2008)
Ouganda	-	Subtropicale	38	17	22	34	13	-	19	A-2-6	Zelalem, (2005)
Kenya	-	Subtropical	45	31	14	28	19	-	52	A-2-7	Zelalem, (2005)
Gambie	-	Subtropicale	36	16	20	22		-	-	A-2-6	Zelalem, (2005)
Tanzanie	-	Subtropicale	34	19	10	25	9	2,1	22	A-2-4	Zelalem, (2005)
Ethiopie	Granite, schiste	Subtropicale	68	33	32	58	28	1,7	15	A-2-5	Zelalem, (2005)
Senegal	Schiste	Semi-aride	25	16	16	20	9	1,9	86	A-2-7	Bohi, (2008)
Niger	-	Semi-aride	21	11	10	25	9	2,1	22	A-2-4	Zelalem, (2005)
Nigeria	Gneiss, quartzite	Semi-aride	30	16	14	52	18	2,5	60	A-2-6	Bello et Adegoke, (2010)
Burkina-Faso	Granite	Semi-aride	22	12	10	11	7	2,2	43	A-2-7	Millogo et al, (2008)
Soudan	-	Aride	21	12	9	27	21	-	-	A-2-4	Zelalem, (2005)

WL: limite de liquidité; WP: limite de Plasticité; IP: indice de plasticité; <80 µm teneur en fine; w: teneur en eau; ρ_s: densité sèche; CBR: Californian Briding Ration;

De même [2] montrent que la variabilité des propriétés géotechniques des sols latéritiques utilisés en construction routière est remarquable au niveau local. Ils prouvent aussi que la nature de la roche originelle dont sont issus les sols latéritiques formés sous un même climat à des influence sur la variabilité de leur propriétés géotechnique.

En Côte d'Ivoire, les sols latéritiques utilisés pour construire les routes sont issus de différents emprunts situés dans les environs de son tracé. Dans la zone sud du pays, l'absence de formations latéritiques au sens strict du terme [] a favorisé l'emploi des formations de fin du bassin sédimentaire (le continental terminal) comme matière première pour assise de routes. Les routes conçues avec ce matériau, malgré les précautions techniques de mises en œuvre et le respect des règles de dimensionnement se dégradent de façon précoce. Plusieurs raisons sont évoquées pour expliquer ce constat parmi lesquelles la qualité et la grande variabilité des sols latéritiques utilisé pour la conception des assises de route (couche de fondation et couche de base) cependant elles n'ont pas été confirmées scientifiquement.

Ainsi, cette étude a pour objectif de vérifier que les caractéristiques géotechniques des sols latéritiques naturels du bassin sédimentaire utilisé pour la construction des routes respectent ou non les recommandations et de les comparer afin d'infirmer ou de confirmer les raisons énumérées plus haut. Par conséquent, deux échantillons de sol prélevés dans deux localités différentes dans les formations du continental terminal ont été soumis à des analyses chimiques, minéralogiques et mécaniques.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 LOCALISATION DES SITES DE PRÉLÈVEMENT DES DIFFÉRENTS SOLS

Les sols étudiés ont été prélevées dans les localités de Samo et de Songon. Ces localités sont situées dans le bassin sédimentaire côtier de la Côte d'Ivoire. Les deux sites de prélèvements ont pour coordonnées 5°58'N, 5°28'W et 9°31'N; 5°49'W respectivement Samo et Songon

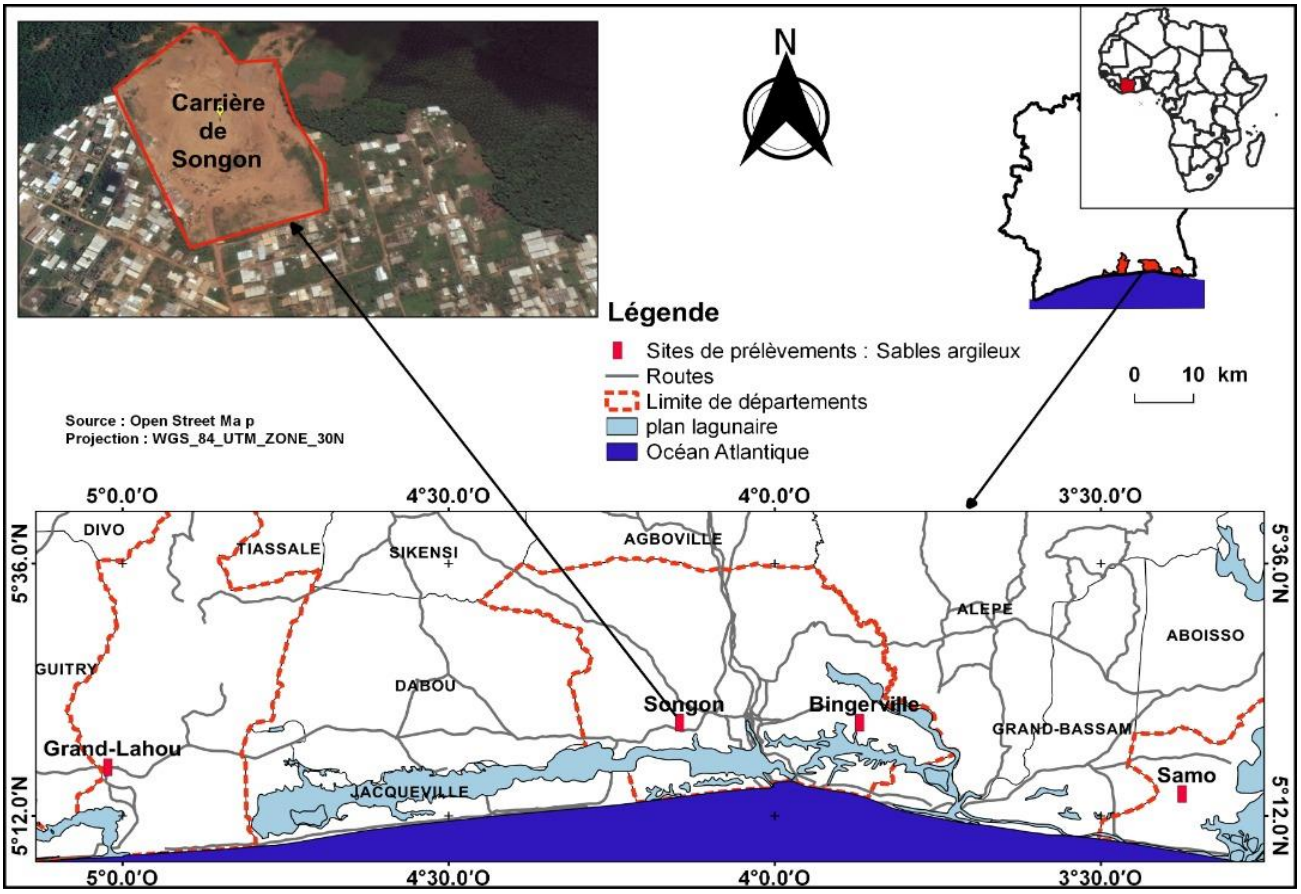


Fig. 1. Situation géographique des sites de prélèvement

2.2 MÉTHODES D'ÉTUDE

2.2.1 ANALYSE CHIMIQUE: FLUORESCENCE DES RAYONS X

L'analyse chimique permet de déterminer la composition chimique des échantillons de sol. Elle est réalisée sur la fraction fine du sol par fluorescence des rayons X à l'aide d'un spectromètre EDXRF (énergie dispersive de fluorescence des rayons X). L'appareil utilisé est de type Niton® XL3t. La longueur onde maximum est de 2,5 10^{-5} µm et une énergie est de 50 KeV. Les résultats sont exprimés sous forme de pourcentage d'oxyde.

2.2.2 ANALYSE MINÉRALOGIQUE: DIFFRACTION DES RAYONS X

L'analyse minéralogique a été effectuée par diffraction aux rayons X. Les échantillons de sols ont d'abord été broyés dans un mortier en porcelaine puis la matière organique a été détruite respectivement avec de l'acide chlorhydrique et l'eau oxygénée à 10 %. Ensuite, ils ont été rincés et séchés. Au terme de ces opérations, les échantillons sont placés sur des lames pour l'analyse. Ces différentes lames sont positionnées dans le diffractomètre et l'acquisition lancée. Cette acquisition s'est faite entre 5° à 90° avec des pas de 0,04° chaque 2s. Le diffractomètre utilisé est un Siemens D5005 avec une radiation Kα1 de cuivre (λ=CuKα=1,542 Å).

Sur les diffractogrammes obtenus les différentes phases cristallines ont été identifiées à l'aide de logiciel Match version 3. Les différentes phases minérales déterminées à la DRX sont quantifiées grâce aux pics des éléments chimiques par la méthode de Riedvelt. Cette méthode est une technique d'analyse qualitative et pseudo-quantitative des minéraux retrouvés. Les diffractogrammes des échantillons analysés ainsi que les quantités des minéraux sont fournis par l'appareil.

2.2.3 ANALYSE GÉOTECHNIQUES

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

L'analyse granulométrique des échantillons a été effectuée suivant les normes [4], [5]. Après séchage le matériau est pesé puis versé sur une colonne de tamis constitué par l'emboitement des tamis de maille carré, classé de haut en bas dans l'ordre de maille décroissante, après une vibration de 3 à 5 minutes à 400 tours par minute. Les tamis sont repris un à un en commençant par celui qui a le plus grand diamètre et, les refus pesés. Le tamisage est complété par la sédimentométrie lorsque la proportion de passant au tamis de 63 µm est supérieure à 10 %. La sédimentométrie permet de mesurer grâce à un densimètre la densité des suspensions à divers instants. Les proportions des refus cumulés selon leur taille sont reportées sur un graphe semi-logarithmique en vue de tracer la courbe d'analyse granulométrique de l'échantillon. Les différentes courbes obtenues permettent de déterminer la distribution des particules de sol en fonction de leur taille.

LIMITE D'ATTERBERG

Les limites d'Atterberg sont un ensemble de deux valeurs (limite de liquidité et limite de plasticité) qui correspondent aux teneurs en eau à partir desquelles un sol change de comportement. Ils interviennent dans la classification des sols. Ils permettent aussi par projection des valeurs dans le tableau de Casagrande de déterminer le degré de plasticité et d'apprécier la teneur en argile d'un sol. Les limites Atterberg ont été déterminés selon la norme [6] sur la fraction granulométrique dont la taille est inférieure 400 µm. La limite de liquidité (WL) est obtenue grâce à l'appareil de Casagrande et la limite de plasticité (WP) par la méthode des rouleaux. L'indice de plasticité est évalué par la différence entre WL et WP.

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE

L'essai au Bleu de méthylène permet de révéler la présence de fines de nature argileuse et d'en déterminer la concentration. La méthode consiste à contrôler l'absorption de bleu de méthylène injecté dans un bain aqueux contenant la prise d'essai, en observant le comportement d'une goutte de suspension déposée sur une feuille de papier filtre (méthode de la tâche). Elle est réalisée selon la norme []. La prise d'essai est de 200 g de sol de classe 0/2. La valeur au bleu du sol (VBS) est comparée aux valeurs données dans le tableau de classification des sols [7].

ESSAI PROCTOR MODIFIÉ

L'essai Proctor permet de déterminer la teneur en eau correspondant à la densité sèche maximale d'un sol compacté avec une énergie donné [8].

L'essai Proctor modifié est réalisé selon la norme française [8]. Une masse de matériau d'environ 6 kg est mouillée avec une quantité d'eau d'environ 120 ml puis malaxée. Le mélange ainsi obtenu est introduit par couche dans le moule Proctor préalablement solidarisée, rehaussé, lubrifié et les disques d'espacement placé au fonds. Sur chaque couche, 56 coups sont appliqués en raison de 8 séquences de 7 coups. La première couche doit être plus dense que les autres. Après le compactage de la dernière couche, la rehausse est retirée et le moule est soigneusement rasé en opérant radialement du centre vers la périphérie du moule. L'ensemble du moule avec le matériau est pesé puis le matériau est démoulé. Des échantillons représentatifs sont extraits pour en déterminer la teneur en eau. L'essai est répété plusieurs fois à des teneurs en eau différentes qui évoluer de 2 % en 2%. Les valeurs obtenues permettent de tracer les courbes Proctor puis déterminer les valeurs optimales.

ESSAI CBR

L'essai CBR permet de mesurer la portance d'un sol (sa résistance au poinçonnement) en fonction de son état, de sa densité et de son humidité. Il permet aussi d'établir une classification des sols, d'établir la traficabilité des engins de tassement (IPI) et de déterminer les épaisseurs des chaussées (si l'indice CBR augmente alors l'épaisseur baisse). La méthode consiste à mesurer la force appliquée sur un poinçon cylindrique pour le faire pénétrer à vitesse constante de 1,27 mm/min dans une éprouvette de matériaux. Trois éprouvettes constituées de cinq couches chacune, compacté à la teneur en eau correspondant à l'optimum Proctor sont réalisés. La première est compactée à 14 coups par couche, le deuxième à 25 coups et le troisième à 56 coups. L'essai est réalisé selon la norme [9].

Il permet de déterminer trois indices: l'indice portant immédiat (IPI), l'indice CBR immédiat, et l'indice CBR après immersion. Cependant dans ces travaux seul l'indice CBR après immersion a été déterminé car il tient compte des variations de régimes hydriques, la Côte d'Ivoire ayant un climat tropical humide.

L'indice CBR est donné par l'équation **1**:

$$I_{CBR} = \begin{cases} \dfrac{\text{effort de pénétration à 2,5 mm d'enfoncement (kN)} \times 100}{13{,}35} \\ \dfrac{\text{effort de pénétration à 5 mm d'enfoncement (kN)} \times 100}{20} \end{cases} \quad (1)$$

Par convention I_{CBR} est la plus grande des deux valeurs.

TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE

La teneur en matière organique d'un sol est un paramètre important dans la classification des sols utilisés en construction routière. Il permet aussi la justification du choix de liant à utiliser pour sa stabilisation. La teneur en matière organique a été mesurée par calcination selon la norme [9]. Après un séchage préalable à l'étuve, une masse (m_0) de sol de fraction inférieur à 2 mm est calcinée pendant 3 heures à 450 °C dans un four à moufle. Au bout des 3 heures, la masse (m_1) de sol est déterminée. La teneur en matière organique du sol est donnée par l'équation 2:

$$T_{Mo} = 100\,\frac{m_0 - m_1}{m_0} \quad (2)$$

L'essai est effectué est effectué dans le but de rendre compte de l'aptitude à améliorer un sol avec des liants.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET MINÉRALOGIQUES DES SOLS

3.1.1 TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE

Le tableau 2 présente les résultats des mesures de la teneur en matière organique effectuées selon la méthode de la calcination.

Tableau 2. Teneur en carbone organique total des sols

Echantillon	COT (% poids)
Samo	0,10
Songon	0,10

Les valeurs des teneurs en carbone organique total (COT) des échantillons de sols de Samo et Songon sont les mêmes de 0,10 %. Ces quantités de matière organique sont très faibles (< 1 %) par conséquent, ces sols peuvent être traités avec des liants hydrauliques et être utilisé en couches d'assise de chaussée [10].

3.1.2 COMPOSITION CHIMIQUE

Les analyses des proportions d'oxydes réalisées sur les sols de Songon et de Samo réduits sous forme de poudre de diamètre compris entre 75 nm et 100 nm, sont consignées dans le tableau 3.

Tableau 3. Proportions d'oxydes des différents sols

Oxydes	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	TiO_2 (%)	MgO (%)	S/R	Ki
Songon	56,07	18,99	8,71	1,30	0,02	3,88	5,02
Samo	56,91	16,04	12,09	1,01	0,03	4,07	6,03

Les oxydes majeurs rencontrés dans les sols de Songon et de Samo sont l'oxyde de silicium, d'aluminium, de fer et de titane (tableau 3). Le sol de Samo a les proportions les plus élevées en oxyde de silicium et de fer par rapport aux sols de Songon. Ces sols ont été prélevés dans la même zone climatique (climat Attiéen) et le même domaine géologique: le bassin sédimentaire. Cependant ils connaissent une évolution différente au plan chimique. La différence de leur composition chimique pourrait s'expliquer par les facteurs topographiques (érosion et drainage), biologiques (matière organique, bactéries, acides humiques) et la nature des roches mères qui exercent des influences sur le processus de genèse des sols

Pour vérifier la nature latéritique ou non des sols, certains auteurs ont eu recourt au rapport S/R [**2**] :

$$Ki = \frac{\frac{SiO_2}{60}}{\frac{Al_2O_3}{102}} \quad (3)$$

$$\frac{S}{R} = \frac{\frac{SiO_2}{60}}{\frac{Al_2O_3}{102} + \frac{Fe_2O_3}{160}} \quad (4)$$

Le calcul de ce rapport pour les sols de Samo et de Songon est donné dans le tableau 3. Les valeurs obtenues sont supérieures à 2. Ces sols sont donc classés parmi les matériaux non latéritiques. Les sols de Songon et Samo ne peuvent être considérés comme des sols latéritiques. Néanmoins ils seront appelés dans la suite de l'article sol latéritique car ce paramètre de différenciation ne fait pas l'unanimité au niveau des chercheurs. Il dépend fortement de la classe granulaire [10]. De plus ils ont la couleur jaune ocre caractéristique de la plupart des sols latéritiques de Côte d'Ivoire.

3.1.3 COMPOSITION MINÉRALOGIQUE

La figure 2 présente les diffractogrammes de l'analyse minéralogique des sols de Samo et de Songon sur une plage d'angles 2Θ compris entre 5 et 90 °.

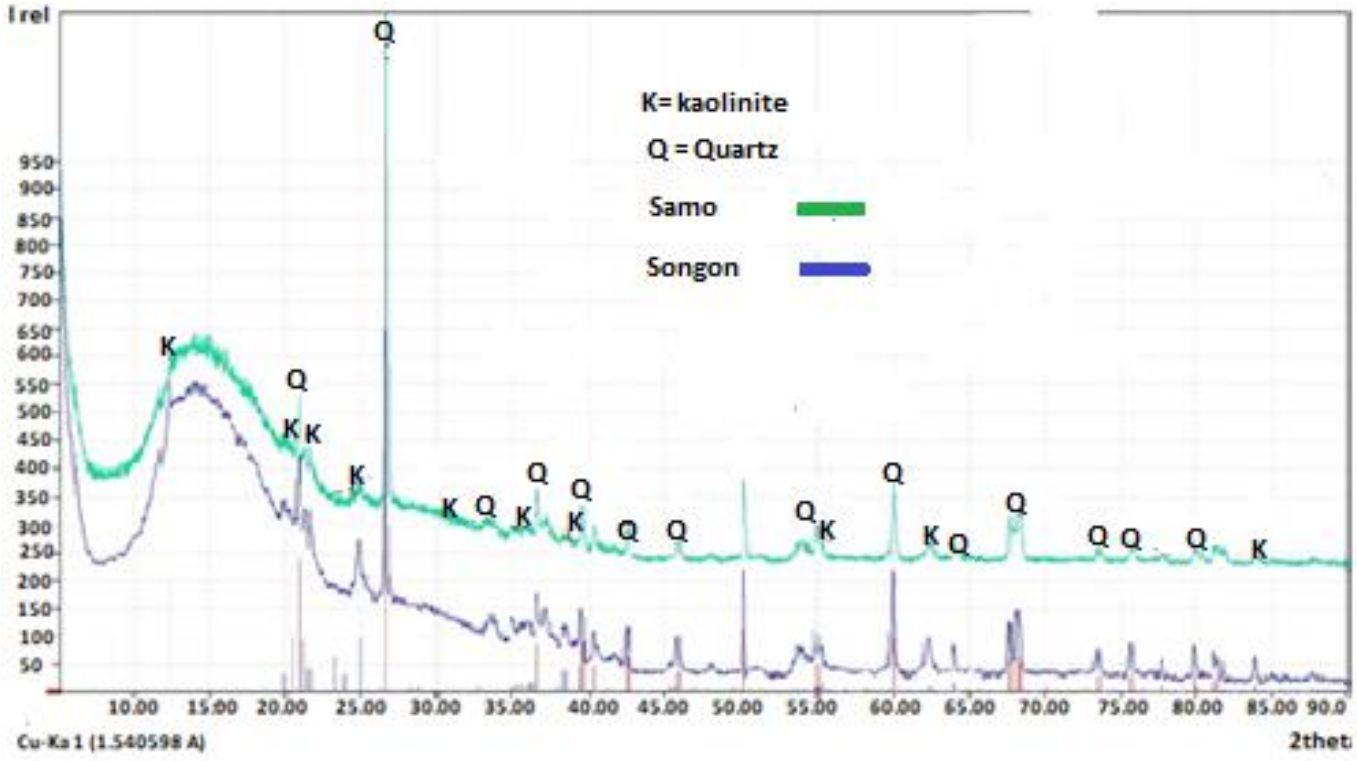


Fig. 2. Diffractogrammes des rayons X du sol de Samo et de Songon

Ces diffractogrammes effectués sur l'échantillon totale de sol montrent que les sols de Samo et de Songon sont composés de quartz (SiO_2) et de kaolinite ($Si_2AL_2O_5$ (OH) $_4$). Ces minéraux se rencontrent habituellement dans les sols latéritiques [11]. Ils sont en général accompagnés par les minéraux d'hématite et de goethite dont les pics n'ont pas été formellement identifiés sur les diffractogrammes. Cela pourrait s'explique par la nature de l'échantillon (roche totale), classe granulométrique analysée et aussi par la superposition des pics de quartz et de kaolinite sur ceux de ces minéraux. En effet [10] ont pu identifier ces phases minérales sur la fraction de sols latéritiques < 80 µm avec des pics à peine marqués. De même, [11] ont montré dans leurs travaux que les sols latéritiques de Bingerville et de Samo sont enrichis en quartz et ont signifié la présence de certains minéraux tel que la goethite, la limonite, l'hématite qui influencent la coloration des sols tout comme la variation du degré de l'oxydation.

La figure 3 donne les teneurs en minéraux argileux contenues dans les sols de Samo et de Songon. Le sol de Samo contient 27 % de minéraux argileux tandis que celui de Songon en contient environ 42 %. De plus le sol de Samo contient la plus importante proportion de quartz 73 % tandis que celui de Songon en contient 58 %.

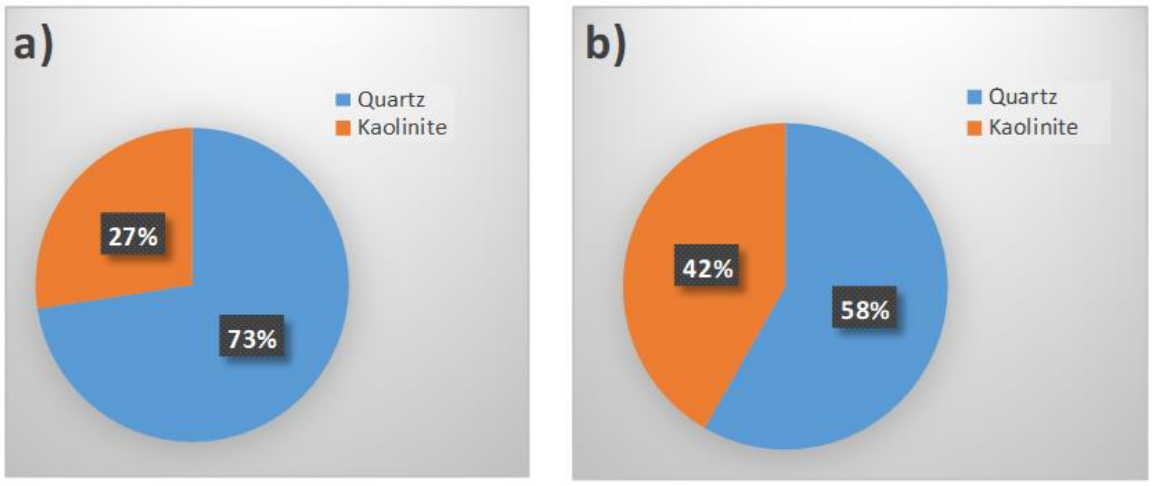


Fig. 3. Proportions des minéraux dans les différents sols: a) sol de Samo, b) sol de Songon

3.2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

3.2.1 COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE

Les résultats de l'analyse granulométrique sont reportés sur la figure 4.

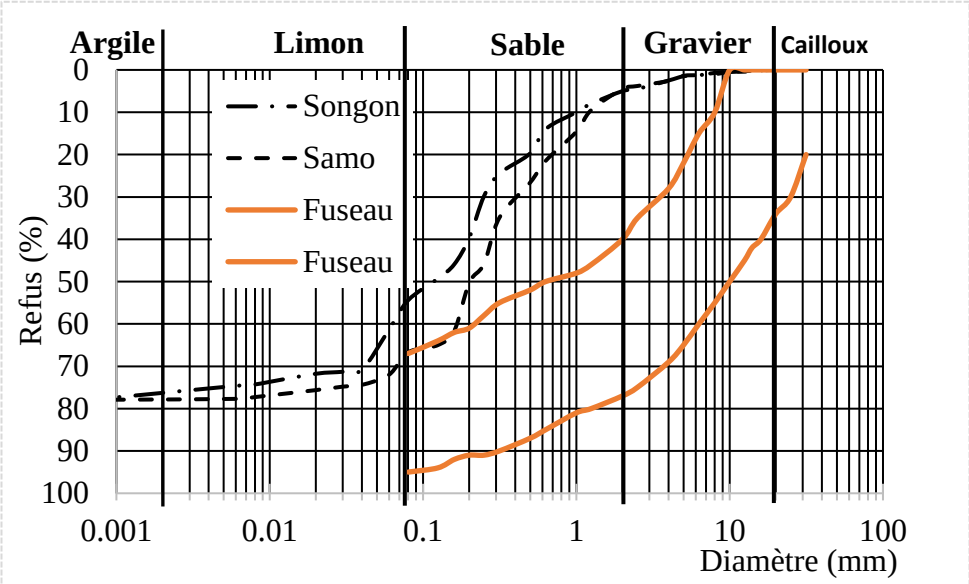


Fig. 4. Courbes de l'analyse granulométrique des sols

Les courbes granulométriques des différents sols montrent qu'ils sont composés de quatre familles de grains: graviers, sable, limon et argile. Les différentes proportions de ces grains sont données dans le tableau 4.

Les sols de Songon contiennent 5 % de graviers, 49 % de sable, de 22 % de limon et 24 % d'argile. Par contre, celui de Samo contient 5 % de gravier 62 % de sable, 11 % de limon et 22 % d'argile. Cependant ces deux sols ont le même D_{max} (10 mm). Le sol de Songon a une texture limon sablo-argileuse tandis que celui de Samo a une texture sablo-argileuse. Cette texture est confirmée par la projection des différentes proportions de particules dans le triangle textural de Casagrande (figure 5).

Tableau 4. Répartition granulométrique des sols

Fraction granulométrique	Songon	Samo
Gravier (2mm<Φ<20mm)	5 %	5 %
Sable (80µm<Φ<2mm)	49 %	62 %
Limon (2µm<Φ< 80 µm)	22 %	11 %
Argile (Φ < 2 µm)	24 %	22 %
Dmax	5 mm	5 mm
Fine (Φ< 80 µm)	46 %	33 %

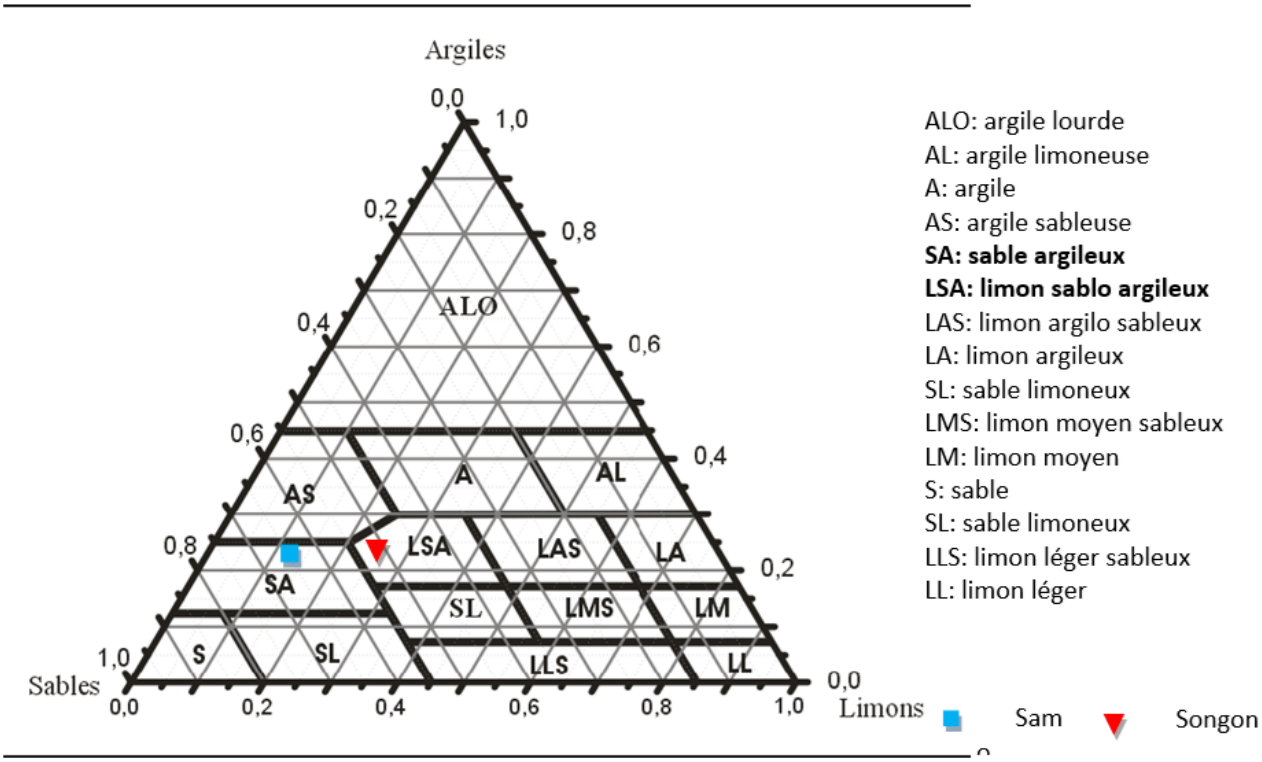


Fig. 5. Diagramme textural des sols [12]

3.2.2 LIMITES D'ATTERBERG

Les valeurs des limites de liquidité, de plasticité et des indices de plasticité des sols de Samo et de Songon sont données dans le tableau 5.

Le sol de Songon a les limites de liquidité et de plasticité plus élevées que celui de Samo. Par contre le sol de Samo a l'indice de plasticité plus grand. Cela s'explique d'une part par le fait que le sol de Songon contient beaucoup plus de fines que celui de Samo et d'autre part par la présence de minéraux argileux en quantité plus abondante dans le sol de Songon. En effet plus un sol est fin et argileux, plus il faut lui ajouter de l'eau pour le faire passer de l'état plastique à l'état liquide. Ces résultats sont conformes à ceux donnés par l'analyse minéralogique; le sol de Songon est plus riche en minéraux argileux (42 % de kaolinite).

Tableau 5. Limites d'Atterberg des sols latéritiques de Samo et de Songon

Sol latéritique	Limite de plasticité (%)	Limite de liquidité (%)	Indice de plasticité IP = WL – WP
Samo	23,2	46,2	23
Songon	29,3	48,6	19,3

La projection des valeurs de limites d'Atterberg dans le diagramme de plasticité de Casagrande est donnée sur la figure 6

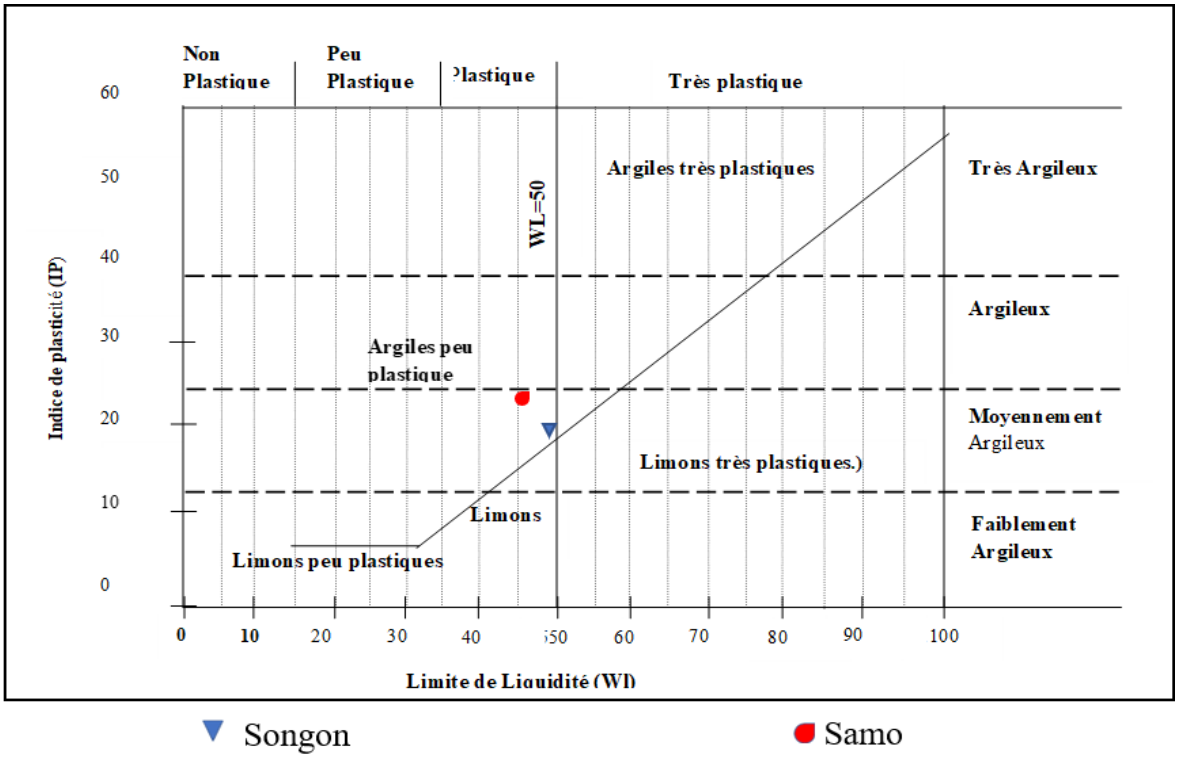


Fig. 6. Diagramme de plasticité de Casagrande

Les sols étudiés sont en générale au-dessus de la ligne A, ce qui signifie qu'ils sont tous de nature argileuse, [13]. Les sols de Samo et de Songon sont de nature moyennement argileuse. Cela confirme la présence des minéraux argileux. Cependant, Samo semble un peu plus plastique car son indice de plasticité est plus proche de 23 % limite entre les sols moyennement argileux et argileux.

3.2.3 VALEUR AU BLEU DE MÉTHYLÈNE

Les valeurs au bleu (VB) mesurées des sols de Songon et de Samo sont respectivement de 0,5 et 0,2 (tableau 6). Selon le tableau 7 qui donne la nature des sols en fonction de la VB, les sols de Songon et de Samo sont des sols sablo limoneux donc très peu plastique. Cette valeur plus élevée de la valeur au bleu du sol de Songon par rapport à celui de Samo est en accord avec l'analyse minéralogique. Selon les limites d'Atterberg les sols de Songon et de Samo sont plastiques et moyennement argileux avec une tendance plus argileuse pour Samo. La divergence entre ces deux résultats peut s'expliquer par la granulométrie des prises d'essai: passant de 400 µm pour les limites Atterberg et la classe granulaire 0/2 pour l'essai au bleu de méthylène.

Tableau 6. Valeurs au bleu de méthylène des sols latéritiques de Samo et de Songon.

Type de latérite	Valeur au bleu
Samo	0,2
Songon	0,5

Tableau 7. Nature des sols selon la valeur de bleu [14], [15]

Valeur au bleu du sol	Nature du sol
< 0,2	Sol insensible à l'eau
0,2-1,5	Sol sablo limoneux,
1,5-2,5	Sols sablo argileux, peu Plastique
2,5-6	Sols limoneux de plasticité moyenne
6-8	Sols argileux
>8	Sol très argileux

En outre, leur VB supérieur ou égale à 0,2 indique que ces sols sont sensibles à l'eau.

3.2.4 Optimum Proctor Modifié des sols

Les variations de la densité sèche des sols de Samo et de Songon en fonction de leur teneur en eau sont données sur la figure 7.

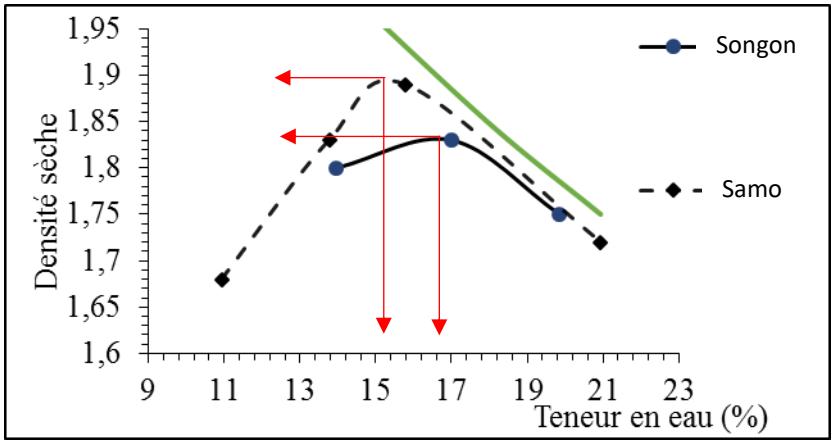


Fig. 7. Courbe Proctor des sols latéritiques de Samo et de Songon

Ces courbes montrent que les densités sèches augmentent avec la teneur en eau, elle passe par un maximum avant de baisser quand la teneur en eau augmente. Cela s'explique selon [8], [9] par le fait que l'eau permet de lubrifier les grains entre eux afin d'obtenir une structure compacte.

Les optimums Proctor et les densités sèches correspondantes pour les différents échantillons sont données dans le tableau 8

Tableau 8. Optimum Proctor des sols de Samo et de Songon

Valeurs optimum	Samo	Songon
Teneur en eau (%)	15, 2±2	16,7±2
Densité sèche (g/cm^3)	1,89 ±0,2	1,83 ±0,2

Le sol de Songon a la teneur en eau optimale la plus grande. Ceci est lié en fait à la teneur en eau et à la nature en éléments fins. En effet comme l'indique les résultats de l'analyse granulométrique et les limites d'Atterberg, plus un sol contient de éléments fins de nature argileuse, plus sa surface spécifique est élevée, plus il faut de l'eau pour le mouiller et le conduire à la teneur en eau optimum. Ainsi, le sol de Songon qui contient plus d'éléments fins 46 % et moyennement argile demandera un peu plus d'eau pour atteindre la teneur en eau optimum par rapport au sol de Samo qui est aussi moyennement argileux mais contient 33 % d'éléments fins.

Le sol de Samo a la densité sèche la plus élevée bien que les deux densités soient proches. Cette différence de densité sèche dépend de la proportion en éléments fins et grossiers. En effet en deçà de la valeur critique de ces deux proportions, la densité augmente avec la teneur en fine mais au-delà de cette valeur critique elle baisse avec l'augmentation de la teneur en fine. Cette teneur critique est fixée au tour de 35 % [**1**]. Le sol de Samo qui a une teneur en fine égale à 33 % donnera une densité sèche plus élevée que celui de Songon qui a une teneur en fine plus grande et plus distante de la valeur critique.

3.2.5 RÉSISTANCE AU POINÇONNEMENT (CBR)

Les indices CBR des sols de Samo et de Songon compactés avec des énergies de compactage croissantes, après une immersion de 4 jours dans de l'eau, sont présentés sur la figure 8.

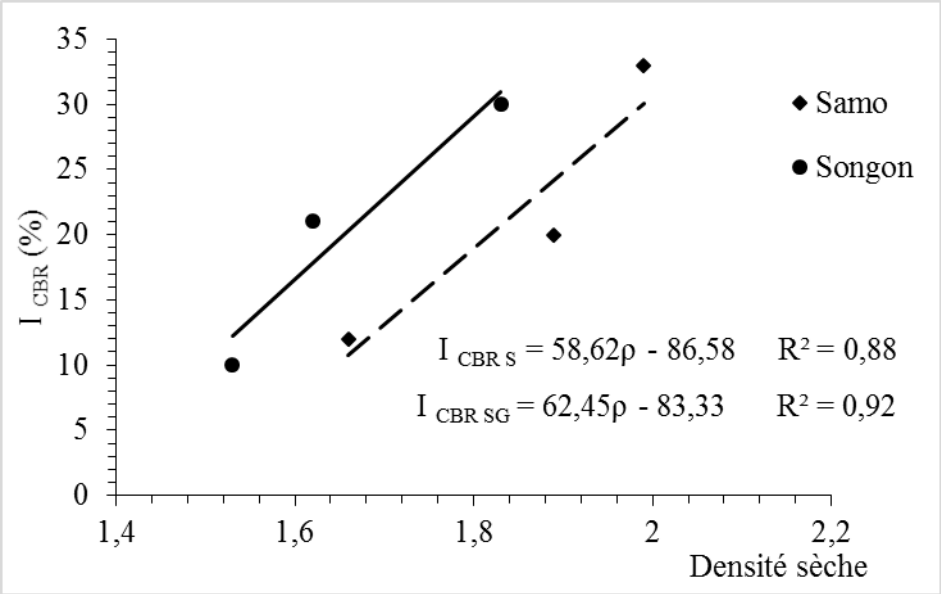


Fig. 8. Courbe CBR des sols latéritiques à l'état naturel

Les indices CBR des sols de Samo et de Songon augmentent avec la densité sèche (figure 8). Cela s'explique par l'augmentation de l'énergie de compactage [16], [17]. En effet, lorsque l'énergie effective de compaction augmente, les grains se rapprochent. Par conséquent leur densité sèche est élevée. Quand la densité augmente, les frottements entre les grains s'opposant à l'enfoncement du piston deviennent important d'où l'augmentation de la résistance au poinçonnement (portance). Cette évolution de la portance après 4 jours d'immersion dans l'eau avec la densité suit une loi linéaire. Les équations expérimentales tirées de ces résultats sont données sur la figure 8. Le coefficient de détermination entre les deux paramètres est supérieur à 88 %. Ces équations peuvent être utilisées pour prédire l'I_{CBR} immergé lorsque la densité est connue avec un risque d'erreur de 12 % et de 8 % respectivement pour les sols de Samo et de Songon. Il faut en pratique au minimum 4 jours pour avoir un résultat CBR après immersion, ce résultat permettra de gagner du temps dans le contrôle des chantiers de construction de routes.

La figure 8 montre aussi que la droite I_{CBR} en fonction de la densité sèche du sol de Songon est au-dessus de celle de Samo. Ainsi pour une densité sèche de 1,8; le sol de Samo a un I_{CBR} de 19 % et celui de Songon de 29 %, de même pour un même I_{CBR} de 20 %, le sol de Samo donne une densité sèche de 1,82 et celui de Songon 1,66. Songon a une portance plus élevée que Samo. Les deux échantillons sont saturés en eau au moment de la mesure de leur valeur CBR. Ce constat qui pourrait s'expliquer par leur sensibilité à l'eau ou plus précisément par la variation de leur comportement en fonction de sa teneur en eau et la

répartition des grains. Néanmoins des expériences complémentaires méritent d'être réalisées pour une meilleure compréhension. En outre Les portances à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM) des sols de Samo et Songon sont respectivement de 20 % et 21 %.

3.2.6 ETUDE DE LA POSSIBILITÉ D'UTILISATION DES SOLS FINS LATÉRITIQUES EN CONSTRUCTION ROUTIÈRE

La classification des sols a pour but d'aboutir à la définition de classes ayant des comportements proches vis à vis des problèmes de mise en œuvre tant en remblai qu'en couche de forme. Pour faciliter le choix d'un sol comme matériau utilisable pour la conception d'assise de route, les ingénieurs ont à leurs dispositions différentes systèmes de classification. Le système de classification AASHO (American Association State Highways Officials) classe les sols de Samo et de Songon respectivement dans les groupes A-2-7 et A-7-6, et le système USCS (Unified Soil Classification System) classe les deux sols dans la famille CL c'est-à-dire une argile de faible plasticité. Par contre, le système de classification GTR (Guide des Terrassements Routier) classe les sols de Samo et de Songon respectivement dans les groupes B6 et A2 [18], [19], [20]. Tous ces trois systèmes de classification repartissent ces deux sols dans deux groupes différents suivant les grandeurs géotechniques qui sont la granulométrie et les limites d'Atterberg. Ainsi, ces différentes classes se justifient par le fait que les sols de Samo et de Songon ont au moins un Dmax identique de 5 mm et une proportion de fines, une limite de liquidité et un indice de plasticité respectif de 33 %, 46,2 %, 23 % et 46 %, 48,6 %, 19,3 %. Par contre la classification du LBTP met les sols de Samo et de Songon dans le groupe G3 des sols pour plate-forme [1]. Les graveleux latéritique de la région de Bouenza au Congo-Brazzaville n'obéissent pas à la classification des sols latéritique du CEBTP 1984. Cependant ils sont classé A-2-6 et B5 respectivement dans les classifications HRB et GTR [21]

Selon les études faites par [21], les matériaux utilisés en couche de base doivent avoir des densités sèches supérieures respectivement à 2 et un CBR à 95% OPM ≥ 60 et ceux utilisé en couche de fondation doivent avoir des densités sèches supérieures 1,90 et un CBR à 95% OPM ≥ 25 selon les types de trafic. Les valeurs d'indice CBR à 95 % de l'optimum Proctor et de densité sèche optimal sont de 20 %; 1,83 et 21 %; 1,67 respectivement pour les sols de Samo et de Songon. Ces sols ne peuvent être utilisés à l'état naturel ni en couche de fondation ni en couche de base quel que soit le type de trafic. Cependant selon les recommandations du CEBTP (1980), les sols de Samo et de Songon peuvent servir pour le remblai (figure 9).

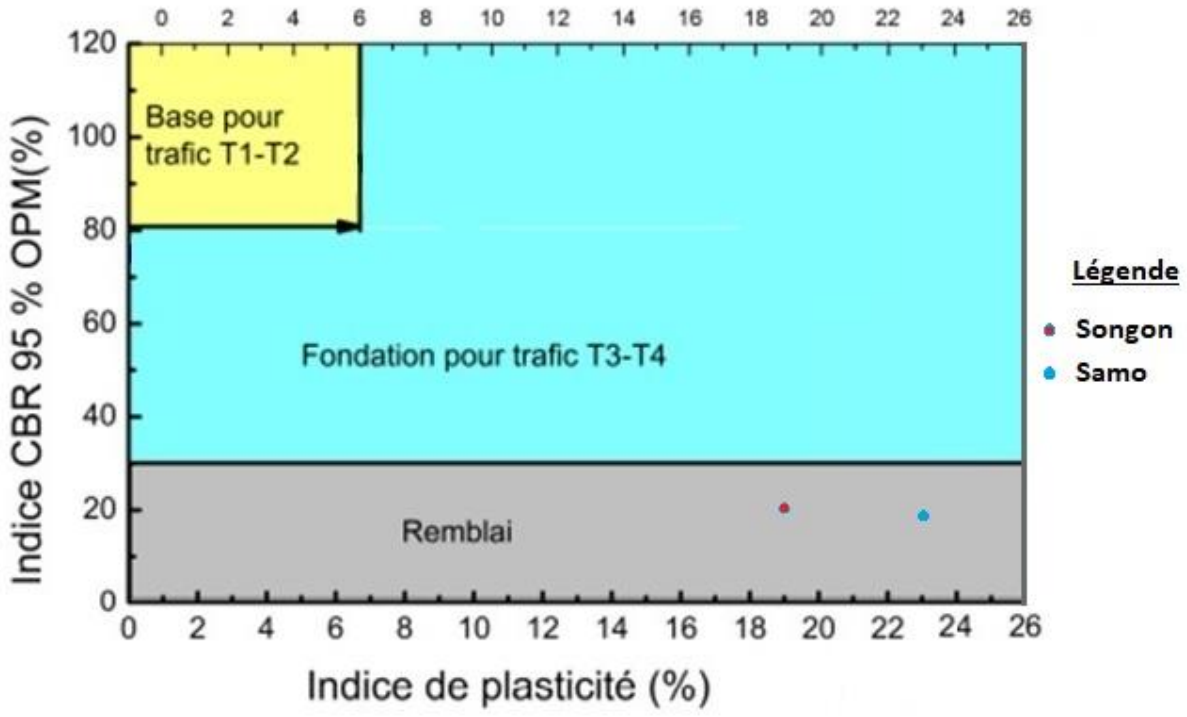


Fig. 9. Utilisation des sols en construction routière en fonction de l'indice portant CBR, et l'indice de plasticité

3.3 COMPARAISON DES SOLS DE SAMO ET SONGON AUX LATÉRITES FORMÉS SUR DES ROCHES MAGMATIQUE ET MÉTAMORPHIQUE

Les sols latéritiques utilisés en construction routière sont complexe et très hétérogène c'est pourquoi selon [22] il n'existe pas de consensus international sur leur définition. Aussi pour éviter les erreurs de conception des routes liées à l'emploi de ces sols latéritiques, à cause l'évolution de ces derniers au fil du temps, certains auteurs préconisent d'associer aux caractéristiques géotechniques et mécaniques des données géologiques [23], [24]. En effet ils démontrent que la qualité des sols latéritiques dépend de la roche dont ils sont issus c'est-à-dire de l'origine et de leur mode de formation. Le tableau 9 résume les caractéristiques géologiques et géotechniques des sols de Samo et de Songon. La comparaison des données de ce tableau à ceux du tableau 1 montre de façon générale que les propriétés géotechniques sont très variables d'une latérite à une autre même lorsqu'elles appartiennent au même groupe de la classification AASHTO. De même les sols latéritiques, produits d'altération de type varié de roches, ne sont pas différentiable à vue d'œil. En outre un même type de roche sous un même climat peut engendrer des matériaux d'altération varié. Cette diversité de matériaux s'explique selon [25] par la capacité qu'a, avec le temps, la nature d'extraire séparément ou bien de combiner les différents éléments que sont: la silice (SiO_2), l'alumine (Al_2O_3), le fer (Fe_2O_3) et les cations tels que le magnésium, le potassium, le calcium, et le sodium. Le climat et la topographie agissent ensemble et sont susceptible de concentrer ces éléments. Les climats humides concentrent sur place les éléments insolubles dans l'eau (aluminium, fer oxydé) et évacuent en bas de pente les éléments solubles (cations et silice). Il s'en suit d'importantes variations locales de pH ce qui a un effet de feedback et renforce la différenciation du fonctionnement chimique selon la position topographique. Il est dont difficile voire impossible de différencier les latérites à partir de leur origine. Par conséquent, leur caractéristique est étroitement liée à la spécificité de leurs évolutions et du niveau d'évolution. La diversité des sols latéritiques utilisés dans la réalisation d'un même tronçon de route est à la fois un avantage et un handicape à la durabilité des routes.

Tableau 9. Optimum Proctor des sols de Samo et de Songon

Caractéristiques			**Samo**	**Songon**
Géologiques	Type de roche		sédimentaire	sédimentaire
	Composition minéralogique	Quartz	73	58
		kaolinite	27	42
Géotechniques	Analyse granulométrique	<80 µm	33	46
		$C_{80\mu m}$*IP	759	887,8
	Optimum Proctor	D_{opt}	1,89	1,83
		W_{opt}	15,2	13,3
	CBR à 95 %	I_{CBR}	20	21
	Classification AASHTO		A-2-6	A-2-6
	Limites d'Atterberg	WL	46,2	48,6
		WP	23,2	29,3
		IP	23	19,3

4 CONCLUSION

L'application des analyses géotechniques aux sols de fin du bassin sédimentaire ivoirien (le continental terminal ou terre de barre) en vue de son emploi en construction routière permet de faire les remarques suivantes :

1. Du point de vue chimique et minéralogique, les sols de Samo et de Songon sont très riches en SiO_2, FeO_2, et en Al_2O_3. L'analyse par diffraction aux rayons X indique qu'ils sont composés essentiellement de minéraux de quartz 73 % et 58 % et de kaolinite 27 % et 42 % respectivement pour le sol de Samo et Songon et ont une teneur en matière organique inférieure à 1 %. Ils ne correspondent pas aux sols latéritiques au sens stricte de l'appellation car présentant un rapport S/R supérieur à 2.
2. Le sol de Samo a une texture sablo-argileuse. Il est composé de 5 % de gravier, 62 % de sable, 11 % de limon et 22 % d'argile. C'est un sol plastique, moyennement argileux avec une limite de liquidité de 46 % et un indice de plasticité de 23 %. Il est sensible à l'eau et a une valeur au bleu de méthylène de 0,2.

3. Le sol de Songon a une texture limono-sablo-argileux. Il est constitué de 5 % de graviers, 49 % de sable, de 22 % de limon et 24 % d'argile. Il est plastique, moyennement argileux et a une limite de liquidité de 48 % et un indice de plasticité de 19 %. C'est un sol sensible à l'eau avec une valeur au bleu de 0,5.
4. Selon le système de classification GTR, le sol de Songon appartiennent à la sous classe A_2, c'est-à-dire des sables fins argileux et celui de Samo a la sous classe B_6 de sable et grave argileux à très argileux.
5. Au point de vu mécaniques le sol de Samo donne une teneur en eau optimum de 15,2 % une densité sèche de 1,89 g/cm^3 et un indice CBR après 4 jours d'immersion, à 95 % de l'optimum Proctor de 20 % alors que celui de Songon conduit à une teneur en eau optimum de 16,7 % une densité sèche de 1,83 g/cm^3 et un indice CBR après 4 jours d'immersion, à 95 % de l'optimum Proctor de 21 %.
6. Selon les recommandations du CEBTP et quel que soit le type de trafic, les paramètres mécaniques déterminés sur les sols de Samo et Songon ne permettent pas de les utiliser comme couche de fondation et de base pour les assises de route.

Les sols fins du bassin sédimentaire ivoirien de Samo et de Songon ne sont pas de latérite. Cependant leur transformation peut évoluer leur donne des traites de sol latéritique. Ils ne peuvent pas à l'état naturel être employé comme matériaux pour la réalisation l'assise de route mais pour le remblai. Ces sols doivent être renforcés soit avec un liant chimique soit avec des concassés de roche dans des proportions qu'il faut déterminer avant de les utiliser pour construction routière.

REFERENCES

[1] LBTP Côte d'Ivoire, «Critères d'utilisation des graveleux latéritiques naturels en couche de base et couche de fondation», *Rapport LBTP,* 52p, 1977.

[2] A. Nzabakurikiza, V. L. Onanaa, A. N'go Ze, A. T. N. Mvindi, G. E. Ekodeck, «Geological, geotechnical, and mechanical charaterization of lateritic gravels from eastern Cameroon for road construction purposes», Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 76,1549-1562, 2017.

[3] Kamtchueng, (2005) «Evaluation géotechnique, chimique et minéralogique des sols latéritiques en zone tropicale humide (MFOU, centre-Cameroun): implications pour la route».

[4] NF P 94-056, «Analyse granulométrique par tamisage», *Association Française de Normalisation (AFNOR),* 1996.

[5] NF P 94-057, «Analyse granulométrique des sols. Méthode par sédimentation». *Association Française de Normalisation (AFNOR),* 1992.

[6] NF P94-051, «Détermination des limites d'Atterberg», *Association Française de Normalisation (AFNOR),* 15p, 1993.

[7] NF P94-068. «Mesure de la quantité et de l'activité de la fraction argileuse. Détermination de la valeur de bleu de méthylène d'un sol par l'essai à la tâche», *Association Française de Normalisation (AFNOR).*

[8] NF P94-093, «Détermination des références de compactage d'un matériau», *Association Française de Normalisation (AFNOR),* 17p, Octobre 1999.

[9] NF P94-078, «Indice CBR après immersion- Indice CBR immédiat- Indice Portant Immédiat», *Association Française de Normalisation (AFNOR),* 14p, Décembre 1992.

[10] Millogo Y. «Étude géotechnique, chimique et minéralogique de matières premières argileuses et latéritiques du Burkina Faso améliorées aux liants hydrauliques: application au génie civil (Bâtiment et route) ». Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 144 pages, 2008.

[11] Mbumbia L., Mertens de Wilmars A., Tirlocq J., «Performance characteristics of lateritic soil bricks fired at low temperatures: a case study of Cameroun», Construction and Building Materials 14, pp, 121-131, 2000. https://doi.org/10.1016/S0950-0618 (00) 00024-6.

[12] Doat P, Hays A, Houben H, Matuk S, Vitoux F, «Construire en terre», Editions Alternatives et Parallèles, collection An Architecture, Paris, France, 265p, 1979.

[13] LCPC-SETRA., VIN P., «Conception et dimensionnement des structures de chaussée. Guide technique», Paris, 1994.

[14] GTR. «Réalisation des Remblais et des Couches de Forme. Guide technique - Fascicule I: Principes généraux - Fascicule II: Annexes techniques». Setra/LCPC, Réf. D9233, septembre 1992.

[15] Autret, P. «Contribution à l'étude des graveleux latéritiques traités au ciment». Thèse de doctorat, Ecole National des Ponts et Chaussées, Paris, 434p, 1980.

[16] Robert, P., and Clifford, D. «A critique of the Schellmann definition and classification of laterite». CATENA, pp, 117-131, 2002.

[17] Souley Issiakou, M. «Caractérisation et valorisation des matériaux latéritiques utilisés en construction routière au Niger», Université de Bordeaux, 2016.

[18] Tardy, Y. «Pétrologie des latérites et des sols tropicaux». *Masson, Paris,* 1993.
[19] Gurtug Y Sridharan A., «Compaction Behaviour and Prediction of its Characteristics of Fine Grained Soils with Particular Reference to Compaction Energy»; Soils and Foundations, 44, 5, 2004, pp, 27-36, 2018.
[20] Horpibulsuk S., Katkan W., Naramitkornburee A., «Modified Ohio's Curves: A Rapid Estimation of Compaction Curves for Coarse- and Fine-Grained Soils,» *Geotechnical Testing Journal* 32, no. 1, pp, 64-75, 2009. https://doi.org/10.1520/GTJ101659.
[21] Ahouet L., «Amélioration des propriétés géotechniques du graveleux latéritique par ajout de la grave alluvionnaire concassée 0/31,5».
[22] Paige-Green P., Pinard M., Netterberg F., «A review of specification for lateric materials for low volume roads», *Transportation Geotechnics,* 5, pp, 56-98, 2015. https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2015.10.002
[23] Kamtchueng T. B., Onana V. L., Fantong W. Y., Ueda A., Ntouala R. F. D., Wongolo M. H. D., Ndongo G.B., Ngo'o Ze A., Kamgang V. K. B., «Geotechnical, chemical, and mineralogical evaluation of lateritic soils in humid tropical area (Mfou, Central-Cameroon): implications for road construction», *International Journal of Geo-Engineering,* 6, 1, 2015. https://doi.org/10.1186/s40703-014-0001-0.
[24] Onana V. L., Nzabakurikiza A., Ndome E. E., Likiby B., Kamgang K. V., Ekodeck G. E., «Geotechnical, mechanical and geological characterization of lateritic gravels of Boumpial (Cameroon) used in road construction, *Journal of the Cameroon Academy Sciences,* vol 12, 1, pp; 45-54, 2015.
[25] Legros J. P., «latérites et autres sols des régions intertropicales», *Académie des Sciences et des Lettres de Montpelier,* Bulletin n°44, pp, 369-382, 2013.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 1032-1043
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Simulation de la propagation des crues dans la plaine d'inondation de la vallée du fleuve Sénégal

[Simulation of the propagation of floods in the flood plain of the Senegal River valley]

Yaya Dieme[1], Mamadou Bop[2], and Vieux Boukhaly Traore[1]

[1]Laboratoire d'Hydraulique et de mécanique des fluides, FST, Université Cheikh Anta Diop de Dakar B.P. 5005 Dakar-Fann, Senegal

[2]École Supérieure Polytechnique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, corniche Ouest BP 5085 Dakar-Fann, Senegal

Copyright © 2023 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: To simulate the propagation of floods in the Senegal River valley in order to lay out the flood risk maps, we used hydraulic methods calculating the flooded surface from the topography of the minor and major beds. To this end, the HECRAS model and GIS (ARCGIS and HEC-GeoRAS) were used on the Bakel-Matam reach. The work was done in steady state and allowed us to map the risk of flooding on this Bakel-Matam section in the Senegal River valley for different floods.
to do this work, water levels and flows were used for the calibration and validation of the HEC-RAS model. The Nash criterion was used to optimize the HEC-RAS parameters. The flood extent obtained by this model was exported and visualized in ArcGIS. Thus, the flood mapping results obtained made it possible to detect a certain number of villages at risk of flooding for the hundred-year flow, wich shows that the Senegal River Valley is vulnerable to floods. Moreover, this was demonstrated by the average catastrophic flood which caused flooding that could impact approximately 24,071 people. The characteristics (height, speed and propagation time) for each flood were analyzed. The promising results obtained showed that the couple HECRAS and GIS is an effective tool for mapping floods and could be used as a tool to help planners in planning.

KEYWORDS: Simulation, flood, flooding, Senegal River.

RESUME: Pour simuler la propagation des crues dans la vallée du fleuve Sénégal afin de disposer les cartes à risque d'inondation, nous avons utilisé les méthodes hydrauliques calculant la surface inondée à partir de la topographie des lits mineur et majeur. A cet effet le modèle HECRAS et les SIG (ARCGIS et HEC-GeoRAS) ont été utilisés sur le bief Bakel-Matam. Le travail a été fait en régime permanent et nous a permis de cartographier le risque d'inondation sur ce tronçon Bakel-Matam dans la vallée du fleuve Sénégal pour différentes crues.
Les hauteurs d'eau et les débits ainsi que le critère de Nash ont permis le calibrage du modèle HEC-RAS dont les résultats ont été exportés et visualisés dans ArcGIS.
Ainsi les résultats de cartographie des crues obtenus ont permis de détecter un certain nombre de villages à risque d'inondation pour le débit centennal montrant ainsi que la vallée est vulnérable face aux crues. D'ailleurs cela a été démontré par la crue catastrophique moyenne qui a engendré des inondations pouvant impactant environ 24071 personnes. Les caractéristiques (hauteur, vitesse et temps de propagation) pour chaque crue ont été analysées. Les résultats prometteurs obtenus ont montré que le couple HECRAS et SIG est outil efficace de cartographie des crues et pourrait être utilisé comme outil d'aide aux aménagistes dans la planification.

MOTS-CLEFS: Simulation, crue, inondation, fleuve Sénégal.

Corresponding Author: Yaya Dieme

1 INTRODUCTION

La plaine d'inondation de la vallée du fleuve Sénégal fait partie des zones de forte concentration de population. La densité de population varie selon les régions et peut aller jusqu'à 1900 habitants par kilomètre carré [23]. Ces fortes densités s'expliquent bien évidemment par la présence d'un cours d'eau pérenne permettant de mettre en culture de vastes superficies de terres fertiles [13]. Par ailleurs, les nouveaux aménagements hydroagricoles, les opportunités économiques de transformation des productions agricoles comme la canne à sucre ou la tomate ainsi que l'industrialisation naissante avec l'exploitation du phosphate de Ndendory sont aussi autant d'arguments qui concourent au dynamisme démographique [12].

Malgré leurs conditions attrayantes et leur forte convoitise, les zones inondables renferment d'énormes risques parmi lesquels figurent les inondations. En effet, l'exposition aux risques d'inondation est une condition inhérente aux plaines alluviales [1]. Les inondations constituent un risque majeur et figurent au premier rang des catastrophes naturelles dans le monde en occasionnant environ 20 000 victimes par an [21]. Dans la vallée du fleuve Sénégal, les plaines d'inondation qui abritent de grandes concentrations humaines, subissent régulièrement les conséquences des inondations en période de grandes crues, en fonction du débit du fleuve et des précipitations locales. Une grande partie du lit majeur est inondée annuellement et est couverte de 10 à 20 kilomètres de large [23]. Les dommages des inondations sont principalement fonction de la hauteur et de la durée de submersion qui peut être de plusieurs jours à plusieurs semaines, voire plusieurs mois [18].

Les inondations constituent un des événements, qui a plus marqué ces dernières années, dans la vallée, particulièrement dans le Walo communément appelé "Dandé Mayo". Dans certains endroits, les eaux d'inondations sont montées à des hauteurs considérables au point que les cultures ont été submergées pendant des semaines, ce qui a entrainé la destruction totale des plantations (GDS, 2010). Des centaines de milliers de personnes ont été dans des situations de sinistre, avec plusieurs cas de décès, des effondrements d'habitations et d'infrastructures (ponts, routes et pistes d'accès), des pertes de quantités importantes de récoltes et de bétail. Les dommages dus aux inondations de 2009 dans le secteur agricole concernent essentiellement les cultures de riz, les plantations de bananiers et de manguiers. Il faut aussi noter la destruction des pistes de production, des réseaux de drainage, des digues et diguettes, des étangs piscicoles.

Pour réduire les risques d'inondation, beaucoup d'outils réglementaires ont été mis en place par l'état du Sénégal et l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS).

Ainsi le Sénégal a mis en le Plan Décennal de Gestion des Inondation (PDGI), le Plan National de Gestion des inondations (PNGI), et le Plan Organisation des Secours en cas de Catastrophes (ORSEC). Le plan ORSEC a été déclenché à plusieurs reprises pour gérer les différentes situations de crise liées aux inondations, en mobilisant d'importants moyens financiers destinés à l'acquisition de matériels de pompage, à la distribution de vivres de secours, à l'achat de tentes, de médicaments, de produits de désinfection et de désinsectisation des zones inondées et sites de recasement des sans-abris. Ces moyens ont également permis la réalisation de travaux d'urgence de protection des localités exposées aux inondations. L'OMVS, de son côté, s'est munie d'un outil réglementaire « la Charte des Eaux du fleuve Sénégal", dont l'un des objectifs est la réduction des risques d'inondations. De même, en 2017, l'OMVS a mis en place le Projet de Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de Développement des Usages Multiples dans le Bassin du Fleuve Sénégal (PGIRE II) pour évaluer la vulnérabilité du bassin du fleuve Sénégal au changement climatique et élaborer un plan d'ajustement et de renforcement de la résilience du bassin [23]. Dans le cadre de la prévision, l'OMVS, à travers sa commission technique de prévision saisonnière, procède chaque année une prévision saisonnière hydrologique dans le bassin du fleuve Sénégal. Ces prévisions sont utilisées pour fixer les objectifs de gestion du barrage de Manantali [5]. Elles permettent aussi à l'OMVS de sensibiliser les populations sur d'éventuels risques d'inondation.

Dans cette dynamique, il faut aussi souligner le rôle important joué par les digues de protection contre les crues dans la vallée, malgré leur vétusté.

Malgré toutes ces mesures entreprises, le phénomène des inondations dans la vallée continue de prendre de l'ampleur. Les établissements humains situés dans ces plaines n'arrivent pas à supporter les inondations qui, en fin de compte, apparaissent comme un facteur entretenant la pauvreté et le sous-développement [8].

La variabilité et les changements climatiques sont supposés être les principaux facteurs de telles modifications, induisant l'augmentation des crues. Ces évènements extrêmes, couplés à une planification urbaine peu contrôlée, provoquent des inondations importantes presque chaque année [7]. L'analyse de la vulnérabilité du bassin du fleuve Sénégal face aux changements climatiques suggère que la situation climatique récente se prolongera d'ici 2050 et le réchauffement de la terre conduira pour le Bassin du Fleuve Sénégal à une saison humide plus courte se traduisant par, d'une part, des étiages plus sévères, et d'autre part des crues plus importantes [2].

Face à la variabilité climatique persistante et à la faiblesse du dispositif de prévention des risques d'inondation, un nombre important de villes et villages risque de connaître encore des situations de sinistres plus graves. A cet effet, la réglementation de l'utilisation des sols est primordiale pour prévenir les inondations. Cependant, elle nécessite une bonne connaissance de l'étendue des inondations lors de crues importantes. Il devient intéressant de simuler la propagation des crues afin de mieux gérer l'occupation du sol et réduire les risques d'inondations dans la vallée.

2 METHODOLOGIE

2.1 MÉTHODES DE SIMULATION DES CRUES DANS LA VALLÉE

Dans le bassin versant du fleuve Sénégal, la simulation des crues reposent pour la plupart des cas sur l'utilisation des méthodes hydrologiques. Celles-ci qui utilisent souvent le principe de continuité et une relation entre le débit et le stockage temporaire de l'eau lors de la crue. Les méthodes hydrologiques n'ont pas recours à cette topographie et elles utilisent les hauteurs et les débits observés en amont et en aval d'un bief pour calculer cette surface. C'est notamment le cas de **[4], [6], [20], [19], [21],** [26]. Les résultats obtenus par ces modèles hydrologiques dans le bassin du fleuve Sénégal malgré leur importance, ne nous permettent pas de délimiter l'étendue de la crue. C'est pourquoi nous avons opté pour des méthodes hydrauliques qui permettent de représenter l'étendue des crues et de mieux gérer l'occupation du sol.

2.2 MÉTHODE HYDRAULIQUE UTILISÉE POUR LA SIMULATION DE LA PROPAGATION DE CRUE DANS LA VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL

Pour mieux simuler la l'étendue des crues afin de disposer des cartes de risque d'inondations dans la vallée, des méthodes hydrauliques calculant la surface inondée à partir de la topographie des lits mineur et majeur. A cet effet le modèle HECRAS et les SIG (ARCGIS et HEC-GeoRAS) ont été utilisés.

2.2.1 ZONE D'ÉTUDE

Le bassin versant du bief Bakel-Matam a été choisi. Ce bief a été délimité grâce au logiciel SWAT lié à ArcGIS à partir du MNT provenant des données SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) gratuites disponibles sur le site: *https://portal.opentopography.org*. Il a une résolution de 30m. il est long d'environ 172 km, draine un bassin versant d'une superficie de l'ordre 13 500 km^2 (fig. 1). Le choix de ce bief est motivé par la disponibilité des données (débit et côte) nécessaires au calage du modèle HECRAS.

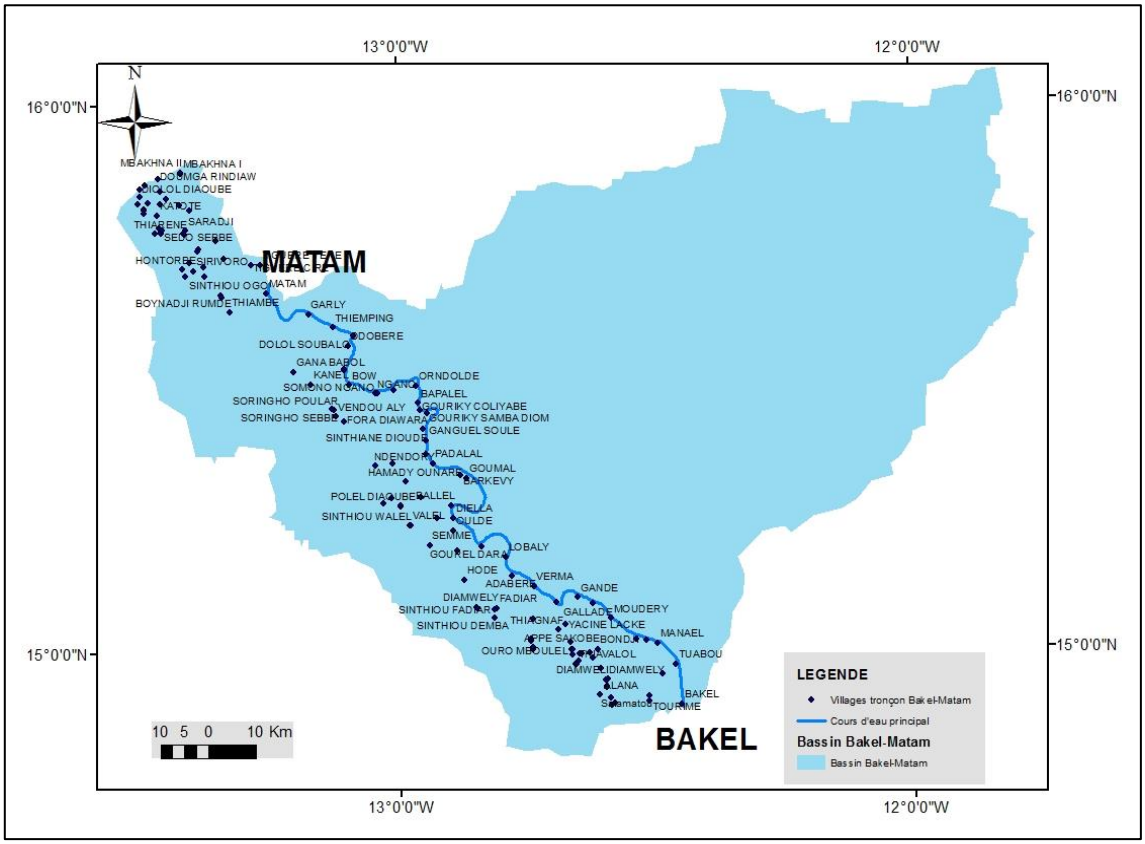


Fig. 1. Bassin versant du bief Bakel-Matam

En outre, avec la négligence des apports extérieurs, le bief à partir de Bakel et dont la distance est plus petite convient de mieux pour réduire davantage les erreurs de simulation. Selon [27], les débits mesurés dans la section de Bakel, traduisent la totalité de l'écoulement passant dans la vallée. A Matam, l'écoulement passe à la fois sur le lit mineur et sur le lit majeur et la totalité de cet écoulement passant dans la vallée peut être relié à la hauteur du fleuve, ce qui n'est pas le cas pour les autres stations de la vallée [27]. De plus, dans la basse vallée et le delta, avec l'avènement de Diama, le régime est plus ou moins contrôlé par les hauteurs, il devient difficile de déterminer les débits en raison de la courbe de remous que crée le barrage [4]. D'après [27], à partir de Bakel, le laminage important que subissent les crues à l'aval de Bakel complique singulièrement l'étude de leur propagation. La pente moyenne de la ligne d'eau peut varier entre 3 cm/km et 4.5 cm/km selon la période [20]

2.2.2 DONNÉES UTILISÉES

Les données utilisées pour ce travail concernent: la pente du cours d'eau, les profils transversaux, les débits et les hauteurs d'eau. Les débits maximums de Bakel et les hauteurs maximales Matam de 1969 à 2006 ont été utilisés. L'ensemble de ces données a servi à caler le modèle hydraulique utilisé. Les débits et les hauteurs d'eau à l'échelle proviennent respectivement de l'OMVS. Pour cartographier les zones à risque, les débits de périodes de 100 ans et le débit de crue catastrophique moyenne (CCM) ont été utilisés. Le fichier Shape contenant les données de positions géographiques des villages du long du bief provient du Laboratoire de Géomatique de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar.

2.2.3 LES OUTILS UTILISÉS POUR LA SIMULATION DES CRUES

Les logiciels HECRAS et les SIG (ARCGIS et HEC-GeoRAS) ont été utilisés. HECRAS de l'US Army Corps of Engineers gratuit (site: www.hec.usace.army.mil) est un logiciel intégré pour l'analyse hydraulique qui permet de simuler les écoulements à surface libre. Il prend en entrée des débits (Q) et fournit en sortie des hauteurs (H) et des surfaces inondées (S). La ligne d'eau est calculée d'une section à une autre en résolvant l'équation de l'énergie par une méthode itérative (Standard Step Method). Elle est obtenue à partir de l'équation de quantité de mouvement et représente la conversion de la charge hydraulique. L'équation résolue est la suivante:

$$H_2+Z_2+\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}=H_1+Z_1+\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}+h_e \quad (1)$$

Avec:

H: hauteur d'eau; Z: côte de fond; V: Vitesse moyenne sur une section; g: gravité; α: coefficient de pondération; he: pertes de charges

Une présentation détaillée de ce logiciel est disponible dans la bibliographie [14], [15]; [16]; [17]; [28]...). Depuis son introduction, il ya plusieurs années, l'application HEC-RAS est reconnue comme un excellent modèle de simulation de systèmes majeurs (débit en canal ouvert) et est devenu le principal modèle pour calculer les élévations des plaines inondables et de déterminer de l'étendue de l'inondation [11]. HEC-RAS permet aussi de développer des relations de probabilité entre les niveaux de crue en amont et en aval dans le but de prédire les niveaux d'inondation à l'aval à partir des observations en amont [25].

Dans ce travail, les SIG (HEC-GeoRAS via Arc-GIS), non seulement, vont faciliter l'entrée des données géométriques dans HEC-RAS, mais aussi vont générer des cartes de risque d'inondation. Ces deux outils couplés permettent aussi de modéliser et de spatialiser l'étendue d'une crue [9]. Selon [11], le SIG couplé avec un modèle hydraulique est devenu un outil très utile pour exécuter une simulation et interpréter les résultats dans un contexte spatial. Une procédure détaillée de l'utilisation couplée de HECRAS et ARCGIS par l'intermédiaire de son module HEC-GeoRAS a été décrite dans de nombreux ouvrages et manuels d'utilisation. On peut citer entre autres: [29]; [24]; [10]; [22], Sarah Meyer et al. (2007), [3].

L'organigramme de la figure 2 décrit les principales étapes du fonctionnement du coupe HECRAS-ArcGIS. ArcGIS est utilisé pour la partie SIG (Système d'Information Géographique) et HEC-RAS pour la partie hydraulique. Le lien entre les deux est effectué par le module HEC-GeoRAS, une extension d'ArcGIS. A partir du MNT (Raster ou TIN) qui est défini comme la donnée d'entrée de base dans ArcGIS, l'ensemble des procédures, des outils et utilitaires de HEC-GeoRAS ont été utilisés pour créer des données géométriques. Il s'agit des profils en travers, des élévations, des distances d'une section à l'autre, du cours d'eau principal, du lit mineur et du lit majeur. Après création, ces données sont exportées dans l'application HEC-RAS. Et dans ce dernier, d'autres données hydrauliques importantes telles que le débit, les coefficients de Manning et la pente moyenne du cours d'eau sont saisies. On exécute ensuite HEC-RAS pour calculer l'élévation et l'inondation en supposant les caractéristiques d'un débit constant et uniforme. Les résultats obtenus dans HEC-RAS sont validés par le critère de Nash avant d'être exportés et visualisés dans ArcGIS.

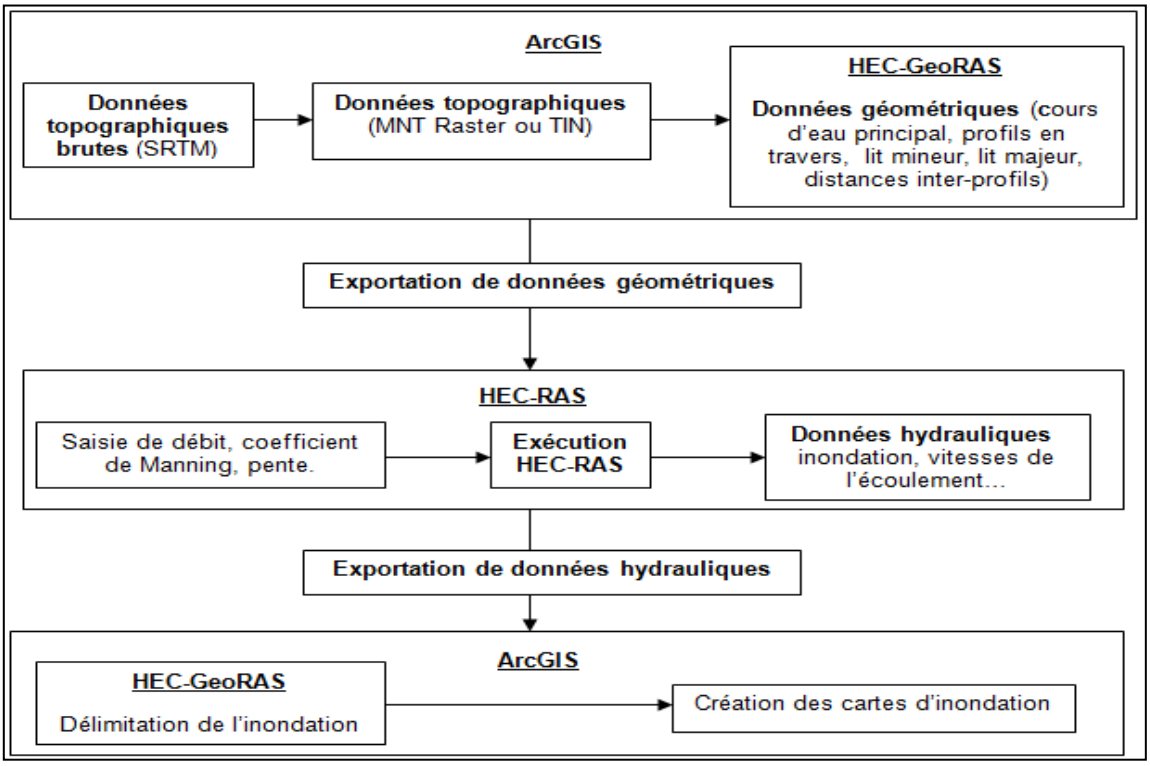


Fig. 2. Organigramme méthodologique HECRAS-ArcGIS

Dans la phase de détermination des risques, HEC-GeoRAS a été utilisé pour extraire des données de profil de surface de l'eau de HEC-RAS et l'intégrer dans une carte MNT grâce à ArcGIS. Via HEC-GeoRAS, cette étendue de la surface d'eau générée selon la différence d'altitude a permis de déterminer la limite des zones inondées dans le MNT. La superposition de cette étendue de l'inondation et les positions géographiques des zones habitées, a permis de détecter des zones habitées à risque d'inondation.

2.2.4 CONDITIONS D'APPLICATION

Le régime permanent a été adopté pour faire ce travail. Il est caractérisé par un écoulement uniforme et permanent qui se caractérise par une constance des paramètres hydrauliques. Ainsi, la vitesse moyenne, le tirant d'eau, et donc le débit restent invariables dans les différentes sections du canal le long de l'écoulement. Les lignes de courants sont rectilignes et parallèles et la pression verticale peut donc être considérée comme hydrostatique. La pente de fond, la pente de la surface libre et la pente de la ligne d'énergie sont parallèles.

En outre, on considère que les stations limnimétriques mesurent la totalité de l'écoulement de la vallée tout en négligeant les apports des affluents ou des diffluents du bief, mais aussi les prélèvements d'eau.

Pour détecter les zones à risque d'inondation, nous avons supposé que le tronçon Bakel-Matam n'est doté d'aucune digue, ni infrastructure de protection. De même, les apports locaux ainsi que les prélèvements sur ce tronçon ont été négligés. La présence des points de levées au bord du lit mineur a été opté afin d'éviter l'eau de se retrouver dans le lit majeur alors que, le lit mineur n'est pas submergé.

3 RÉSULTATS DE LA SIMULATION DES CRUES DANS LA VALLÉE

3.1 CALAGE-VALIDATION AVEC HEC-RAS

Le calage-validation avec HEC-RAS a consisté à déterminer les paramètres optimaux de ce modèle produisant les meilleures hauteurs maximales **(Hmax sim)** de la station de Matam à partir des débits maximums observés **(Qmax obs)** à la station de Bakel. A cet effet, la série des débits a été divisée en deux dont l'une allant de 1969 à 1987 et l'autre de 1988 à 2006. La première série a servi de calage et la seconde de validation du modèle HEC-RAS. Avec un régime supposé permanent, la pente des hautes eaux (4.5 cm/km) définie par [20] est retenue lors de ce calage-validation.

Le critère de Nash a permis de calibrer le modèle HEC-RAS en déterminant les coefficients de Manning appropriés pour chaque débit injecté (tableau 1).

Tableau 1. Valeurs de Manning et les valeurs de Nash de calage et de validation

Débits caractéristiques	Manning	Nash calage (1967-87)	Nash validation (88-2006)
Qmax	0.0142	0.91	0.88

Les résultats graphiques de la simulation des hauteurs de Matam à partir des débits observés à Bakel sont illustrés sur les figures 3 et 4 qui représentent respectivement les résultats du calage et les résultats de la validation.

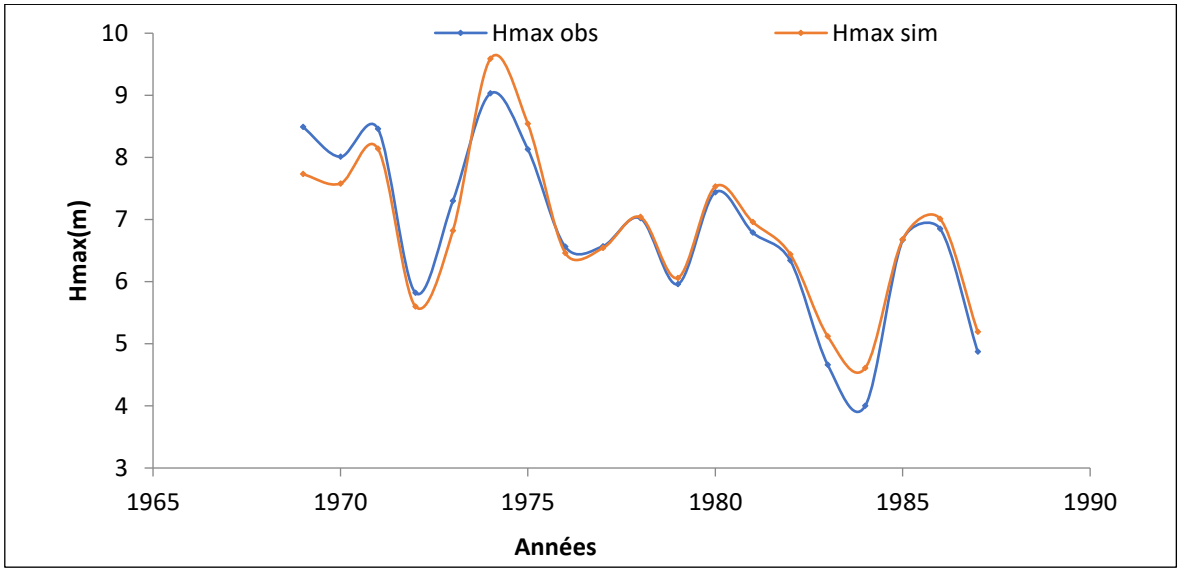


Fig. 3. Comparaison des hauteurs caractéristiques observées et simulées lors du calage

En calage la valeur de Nash de 0,91 montre une bonne corrélation entre les valeurs calculées et observées. C'est le même constat qui a été noté en validation avec un Nash de 0,88 même si celui-ci est beaucoup plus élevé en calage.

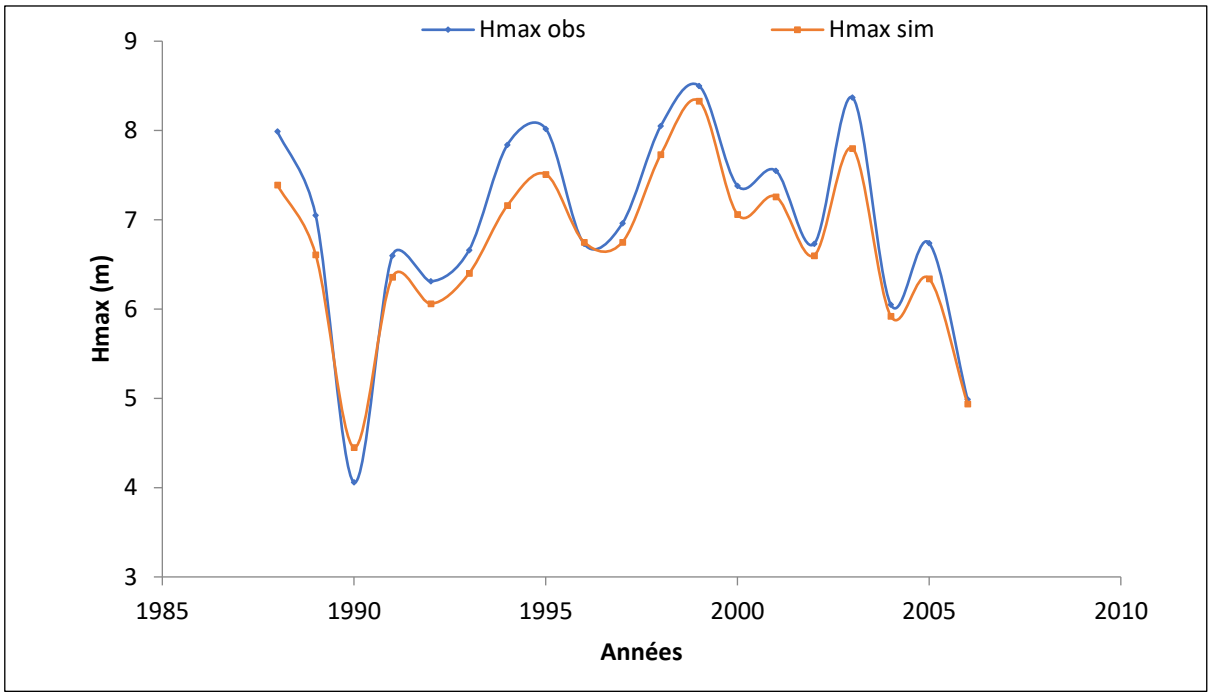


Fig. 4. Comparaison des hauteurs caractéristiques observées et calculées lors de la validation

Ainsi les coefficients du modèle obtenus pour lors du calage-validation des Hmax seront retenus pour cartographier les risques d'inondation.

3.2 ZONES À RISQUE AVEC LE DÉBIT CENTENNAL

Avec le de débit décennal Q100 (5000 m3/s) nous avons une hauteur maximale est 21,9m, une vitesse maximale de 5,42m/s soit 19,51 km/h et une vitesse minimale de 0,084m/s ou 172,8 m/h. Dans ces conditions, le temps de propagation du front de l'eau de la crue centennale sur bief Bakel-Matam (172 km) est de 8,81h alors que, celui des hauteurs maximales pour ce même

débit est 23,7 jours. Pour ce débit, le nombre de village vulnérables est de 9, il s'agit des villages de BAPALEL, DIELLA, GANGUEL-SOULE, PADALAL, ORNDOLDE, TUABOU, BOW, THIALY-MAKA, THIALY-SOUBALO (fig. 5), avec une population de l'ordre de 15057 habitants qui pourrait être sinistrée. En outre, l'occupation de l'inondation de certaines zones aménagées pourrait engendrer des pertes de récoltes dans les zones de culture.

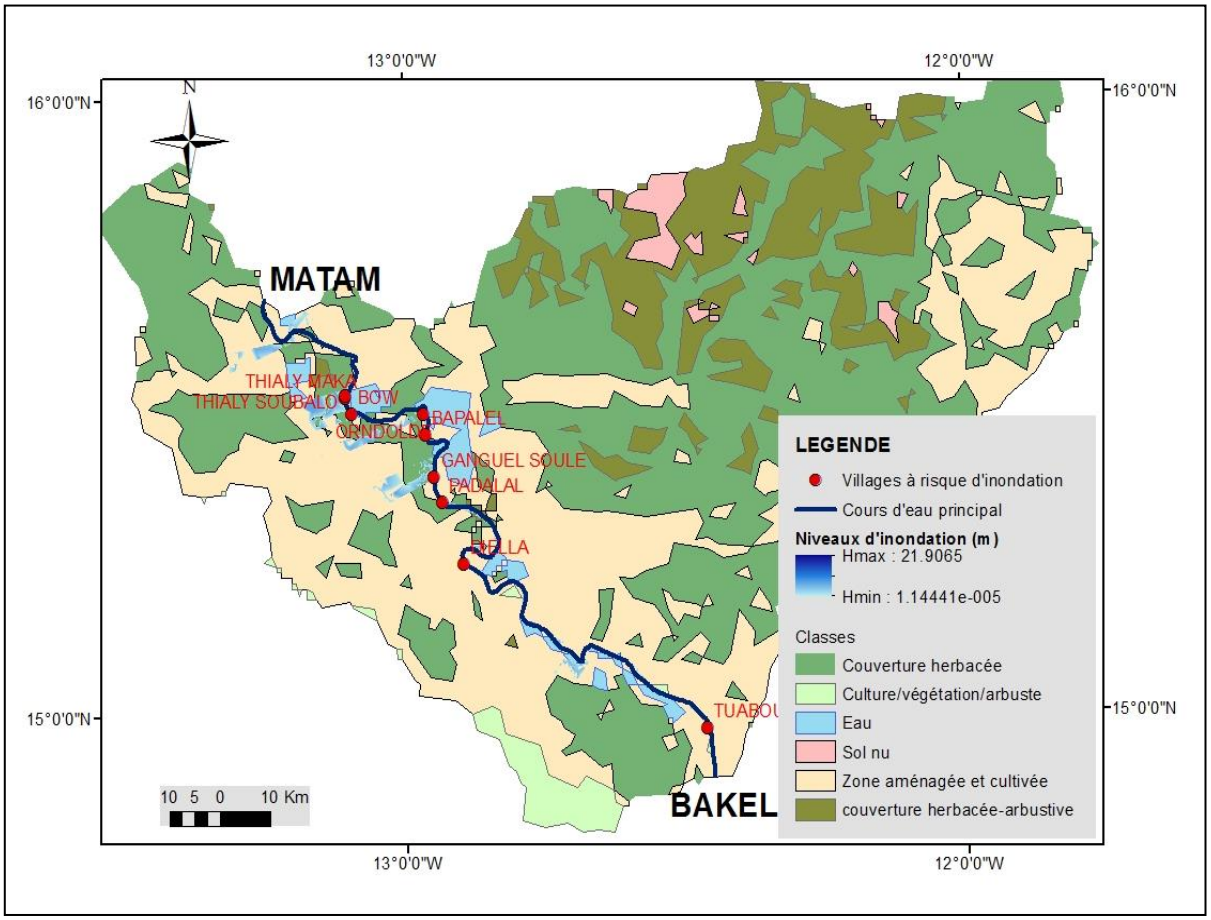


Fig. 5. Carte des villages à risque d'inondation de la Q100

3.3 ZONES À RISQUE AVEC LA CRUE CATASTROPHIQUE MOYENNE (CCM)

Pour la CCM (8000m3/s), nous avons obtenu une hauteur maximale est 22,76m, une vitesse maximale de 5,83m/s soit 20,99 km/h et une vitesse minimale de 0,065m/s ou 234 m/h. Dans ces conditions le temps de propagation du front de l'eau de la CCM sur bief Bakel-Matam est de 8,19h alors que, celui des hauteurs maximales pour ce même débit est 30,62 jours. Pour ce débit, le nombre de villages à risque détectés est 14 (fig.6), ce qui pourrait toucher à une population d'environ 24 071. Il s'agit des villages de: BALLEL, DIELLA, GANGUEL-SOULE, PADALAL, SINTHIANE-DIOUDE, BOW, THIALY-MAKA, THIALY-SOUBALO LOBALY, DEMBANKANE, TUABOU, GANDE, BAPALEL, ORNDOLDE.

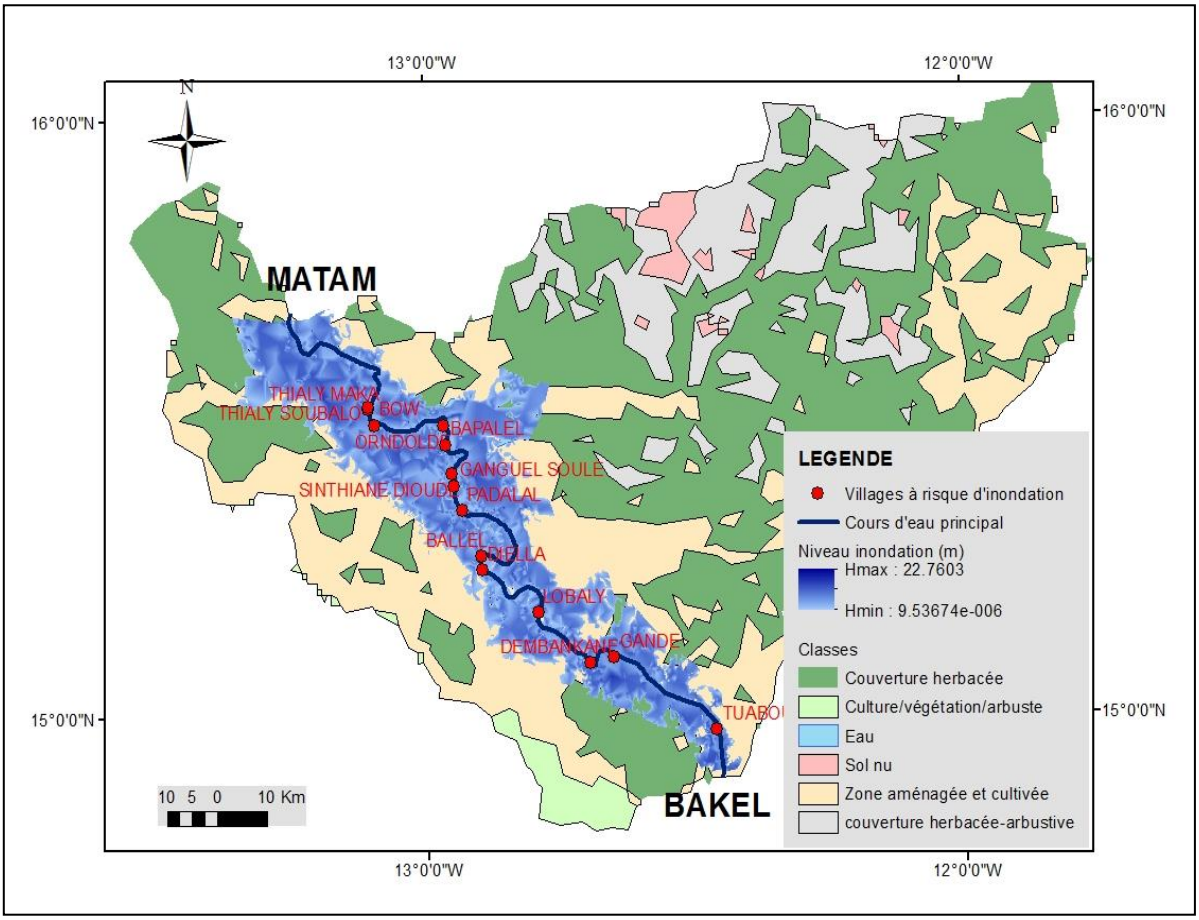


Fig. 6. Carte des villages à risque d'inondation

3.4 CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES CRUES

La simulation de la propagation des crues dans la vallée du fleuve Sénégal a permis de déterminer les caractéristiques engendrées par chaque crue (tableau 2). On constate que pour la vitesse moyenne décroit quand le débit augmente, ce qui entraine un accroissement du temps de propagation lorsque le débit augmente. La vitesse moyenne de propagation de Q100 calculée à partir de celles de sections transversales est de 1,26 m/s (4,54 km/h) et le temps pour atteindre l'aval est 1,58 jour. Sa rapidité dans la propagation s'explique par le faible débordement des eaux du lit mineur. La vitesse moyenne pour le CCM calculée à partir de celle des sections transversales est de 0,50m/s (1,8 km/h) avec une durée de propagation de 3,98 jours. Sa lenteur dans la progression s'explique par le débordement du lit mineur et l'occupation du lit majeur par les eaux lors de cette crue. Cette occupation va impacter les cultures dans certaines zones aménagées envahies par cette crue. Les hauteurs maximales varient aussi en fonction du débit. En effet, les hauteurs maximales augmentent quand les débits injectés augmentent.

Tableau 2. Caractéristiques des crues

Crue (m3/s)	Niveau inondation (m)	Vitesses extrêmes (m/s)	Vitesse moyenne (m/s)	Vitesse moyenne (km/h)	Durée moy (h)	Durée moy (jour)
Q100	Hmin: 1,14E-5	Vmax: 5,42	1.260	4,536	37,919	1,58
	Hmax: 21,9	Vmin: 0,084				
CCM	Hmin: 9,54E-6	Vmax = 5.831	0.501	1,804	95,344	3,98
	Hmax: 22,76	Vmin = 0.065				

3.5 COMPARAISON DES RÉSULTATS L'OUTIL ET LA RÉALITÉ SUR LE TERRAIN

Pour tester l'efficacité de notre outil de simulation, nous avons effectué une recherche webographie pour savoir si les villages retenus par modèle ont une fois subi des inondations. Pour cela il faut d'abord rappeler que dans la réalité, des crues de type catastrophique comme les CCM, n'ont jamais été rencontrées dans la vallée du fleuve Sénégal. Donc, il sera difficile de vérifier la vulnérabilité de certains villages impactés par de telles crues. Cependant, pour les crues normales exceptionnelles comme Q100, nous assistons parfois à des crues qui leur sont similaires et cela est souvent récurrent ces dernières années. Lors de ces crues, beaucoup de villages du Walo considérés comme à risque avec Q100 ont été cités à plusieurs reprises comme étant envahis par les eaux du fleuve. Par exemple, en 2012 selon Sud Quotidien (2012), la zone du Dandé Mayo a été envahie par les eaux du fleuve Sénégal suite à de fortes pluies ce qui a pu engendrer des inondations au niveau des villages de Garli, Bow, et Thialy si des mesures de protection sérieuse n'étaient pas prises. En 2019, les pluies diluviennes couplées aux apports des affluents non contrôlés, ont engendré à Bakel une montée des eaux et un dépassement de la cote d'alerte le 27 aout 2019, entrainant des débordements du fleuve dans la région autour de Bakel et Gouraye [31]. En cette même année, le maire de Diawara, a lancé un véritable SOS pour sa commune, complètement, envahie par les eaux suite au débordement du Fleuve Sénégal [32]. Cette même source indique que suite à de fortes pluies, le débordement des eaux du fleuve Sénégal a provoqué une inondation à Ballou, Aroundou, Yaféra, Golmy, Kounghany, Bakel, Diawara, bref tous les villages qui se situent sur la rive gauche du fleuve Sénégal. En 2003, [30] a informé que du fait du débordement du bras du fleuve le "Dioulol", les eaux ont envahi plusieurs périmètres irrigués des villages de Bow, Thialy, Navel, Garli, etc. Cela a fait tomber des maisons un peu partout dans la zone et des dégâts à Matam. Selon les premières estimations faites par la délégation de la SAED de Matam, la superficie inondée par ces eaux a atteint les cent hectares de cultures. Donc, tout ce témoignage vient montrer combien de fois beaucoup de villages du Dandé-Mayo sont vulnérables face aux inondations dues au débordement du fleuve et de ses défluents. Et non n'étaient des digues que contiennent certains villages, le débordement des eaux du fleuve causerait beaucoup d'impact dans cette zone. Ainsi, ces résultats, avec les témoignages faits, montrent clairement que les systèmes d'information géographiques (SIG) couplé avec le modèle HEC-RAS pourraient constituent un outil efficace pour déterminer les risques d'inondation dans un cours d'eau, même si quelque part des incohérences mineures ont été notées.

4 PLAN DE GESTION DU RISQUE D'INONDATION PAR DES MESURES NON-STRUCTURELLES

Le couple HECRAS-ArcGIS peut être utilisé pour la prévision comme pour cartographie. La connaissance du débit caractéristique en amont de la vallée (Bakel) permet de prévoir celui en aval (Matam). Dans ce cas, il peut jouer le rôle de modèle de prévision. Par ailleurs, il peut aussi jouer le rôle de cartographie, car la connaissance du débit en amont permet de délimiter l'étendue de l'inondation. Et les cartes obtenues pourront être utilisées pour la gestion des risques d'inondation.

- Calibration et validation du modèle
- Outil de prévision
  - Alerte et annonce de crue
  - Information et éducation publique;
  - Organisation des secours;
- Carte d'inondation avec ArcGIS
  - Lois et contrôle d'urbanisme;
  - Acquisition et relocalisation;
  - Adaptation;

Ce dispositif de gestion des risques d'inondation est illustré dans la figure 7.

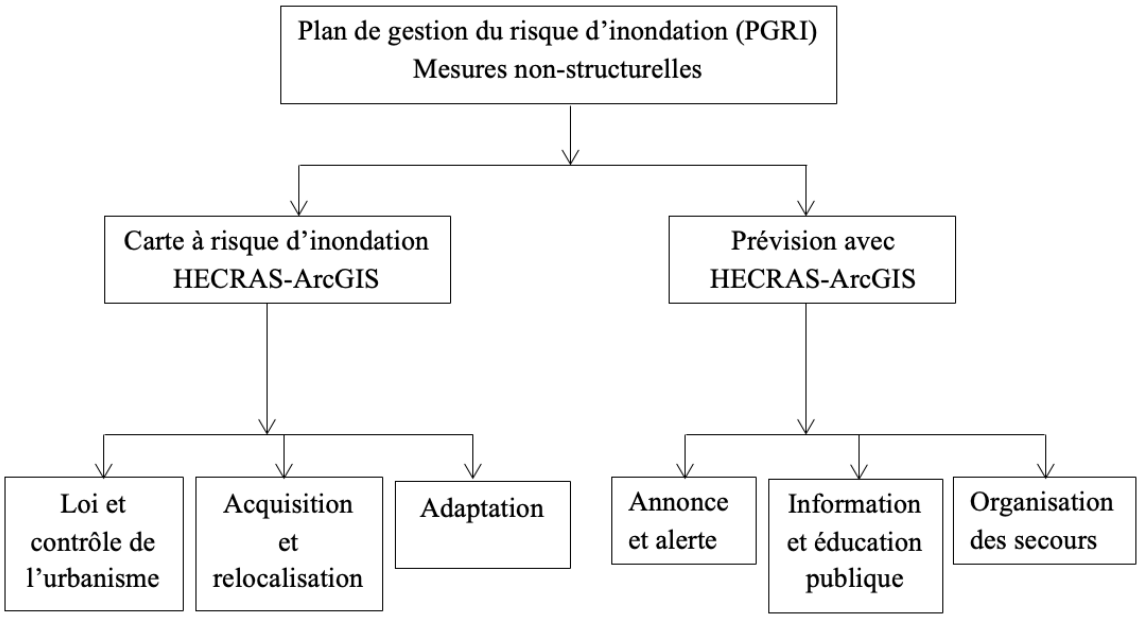


Fig. 7. PGRI avec des mesures non structurelles

5 CONCLUSION

Nous avons simulé la propagation de la crue dans le bief Bakel-Matam en utilisant les SIG (HEC-GeoRAS via ArcGIS) et le modèle Hydraulique (HEC-RAS). Ce travail a été fait en régime permanent et nous a permis de cartographier le risque d'inondation sur ce tronçon Bakel-Matam dans la vallée du fleuve Sénégal pour différentes crues. Les villages à risque ont été détectés pour chaque crue injectée. Les caractéristiques pour chaque crue (hauteur, vitesse et temps de propagation) ont été analysées. Les résultats prometteurs obtenus ont montré que le couple HECRAS et SIG peut être efficace pour la cartographie et la gestion des crues dans la vallée du fleuve Sénégal. En outre, il pourrait être un outil efficace pour l'aide aux aménagistes dans la planification. Cependant, il serait nécessaire de tenir compte de certains facteurs comme les pertes d'eau par évaporation ou prélèvement, mais aussi les précipitations pour améliorer les résultats.

REFERENCES

[1] Anh Tu Ngo (2014). Evaluation environnementale du risque d'inondation dans le delta du fleuve Ha Thanh (centre Viêt-Nam). Géographie. Université d'Orléans, 2014. Français. NNT: 2014ORLE1129. tel-01004411.

[2] Artelia. (2018). PGIRE II - Vulnérabilité du bassin du fleuve Sénégal face aux changements climatiques: R2 – Rapport du diagnostic d'évaluation de la vulnérabilité; R3 - Rapport du plan d'adaptation et de renforcement de la résilience du bassin. Artelia Eau & Environnement, Ref: 8411203. Commandée par: Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS).

[3] Arturo S. Leon (2021). Tutorial on using HEC-GeoRAS 10.6 with ArcGIS 10.6 and HEC-RAS 5.0.7 for flood inundation mapping in Steady and Unsteady Flow Conditions (1D and 2D); Updated on January 28, 2021.

[4] Bader J. C. (1992). Courbe de remous du barrage de Diama sur le Sénégal: Modèle de prévision des cotes aux stations influencées par la retenue; Hydrol. continent., vol. 7, n° 2, 1992: 83-98.

[5] Bader J. C. (2016). Prévision saisonnière du débit naturel de crue du fleuve Sénégal à partir des prévisions pluviométriques du modèle de circulation générale de l'atmosphère ARPEGE; Evaluation des prévisions effectuées en temps réel de 2005 à 2015.

[6] Bader J. C., Piedelievre J. P. Et Lamagat J. P. (2006). Prévision saisonnière du volume de crue du Fleuve Sénégal: utilisation des résultats du modèle ARPEGE Climat; Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques, 51 (3) juin 2006.

[7] Barbe Audrey, Colbert Elise, Diallo Aminata, Rabouille Fabien (2017). Une analyse de la gestion des eaux pluviales au Sénégal; Rapport d'analyse réalisé dans le cadre du projet EPUR – Eaux Pluviales et Résilience Urbaine, financé par FIND, le fonds d'innovation pour le développement.

[8] Camara M. M. B. (2008): impacts des aménagements sur les zones littorales: l'exemple de l'ouverture de la brèche sur la langue de barbarie (grande cote du Sénégal); actes du colloque international pluridisciplinaire «le littoral: subir, dire, agir» - lille, France, 16-18 janvier 2008.
[9] Champredonde R. (2006). Modélisation, Spatialisation de l'étendue d'une crue, Applications au bassin de la Lèze; Rapport de Stage Master 1Eaux Sols Environnement.
[10] Crosier Scott (2005). Geocoding in ArcGIS: ArcGIS 9 Paperback – Sept. 1 2005.
[11] Fosu C., Forkuo E. K. et Asare M. Y. (2012). River Inundation and Hazard Mapping: a Case Study of Susan River – Kumasi. Global Geospatial Conference. Québec City, Canada.
[12] GRDR Migration-Citoyenté-Développement (2014). Etude La dimension locale de la dialectique Migration et développement; LE CAS F RANCE - S ENEGAL.
[13] Guilmoto Christophe z. (1991). Démographie et développement dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal«. (ORSTOM - DAKAR). Séminaire International, Abidjan (CIV), 1991/11/26-28.
[14] Hec-Ras 3.1.3, 2005. User manual, 377p.
[15] Hec-Ras 3.1.3. (2005). Hydraulic reference, 248p.
[16] Hec-Ras 4.1 (2010). River analisys system, applications guide.
[17] Hec-Ras. (2005). Guide de laboratoire, école de technologie supérieure, université de Québec, 19p.
[18] Kovacs Y., Doussin N., Gaussens M. (2017). Risque d'inondation et villes des pays en développement; NOTES TECHNIQUES.
[19] Lamagat J. P., Bader J. C.: (2003). Gestion intégrée des ressources en eau du bassin du Sénégal Programme d'optimisation de la gestion des réservoirs.
[20] Lamagat J.P., 1989-b. Modèle de propagation des crues du fleuve Sénégal. Calage des paramètres. OMVS, Orstom, Dakar.
[21] MEDDF- Ministère de l'Écologie et du Développement durable France (2004). Les inondations Août 2004.
[22] Merwade V., (2010). Velocity Mapping in Rivers and Floodplain using HEC-GeoRAS School of Civil Engineering.
[23] Mettrop I.S, Wymenga E., Klop E., Bekkema M. (2019). Impacts du changement climatique dans le bassin du fleuve Sénégal: une évaluation spatiale de la vulnérabilité. A&W-rapport 2253, Altenburg & Wymenga conseillers écologiques, Feanwâlden. Commandée par: Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS.
[24] Michael Minami (2000). Utilisation d'ArcMap.
[25] Nandalal K.D.W. (2009). Use of a hydrodynamic model to forecast floods of Kalu River in Sri Lanka; Journal of Flood Risk Management pages 151–158, September 2009.
[26] OMVS (2009): SDAGE du fleuve Sénégal.
[27] Scott Matthew (1998). Détermination de l'extension des superficies inondées dans le lit majeur par l'utilisation de modèles hydrodynamiques simplifiés: application à la vallée du fleuve Sénégal; mémoire de thèse; ORSTOM 1998.
[28] WMS 8.4 Tutorial, Aquaveo (2011). Hydraulics and Floodplain Modeling – Managing HEC-RAS Cross Sections.
[29] Zidane K. (2008): Cours initiation ArcGis 9.1.
[30] Allafrica.com (2003): Sénégal: Forte montée des eaux du fleuve à Matam: 100 hectares de cultures inondées, 156 chèvres emportées à Ouldé; https://fr.allafrica.com/stories/200308190735.html.
[31] Ndarinfo.com (2019): Hausse de la crue sur le fleuve Sénégal: l'OMVS invite les populations de la vallée et du Delta « à rester vigilantes » https://www.ndarinfo.com/Hausse-de-la-crue-sur-le-fleuve-Senegal-l-OMVS-invite-les-populations-de-la-vallee-et-du-Delta-a-rester-vigilantes_a26546.html.
[32] Soninké TV (2019): Inondations à Bakel: Des quartiers et des villages envahis par les eaux; http://soninke.tv/2019/08/30/inondations-a-bakel-des-quartiers-et-des-villages-envahis-par-les-eaux/.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 1044-1051
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Étude sur le comportement d'un filtre passe bande en basse fréquence et haute fréquence

[Study on the behavior of a bandpass filter at low frequency and high frequency]

KISOKI MBUNGA Henri

Professeur associé, Faculté des sciences, Département de physique et des sciences appliquées,
Université pédagogique nationale (UPN), Kinshasa-Ngaliema, RD Congo

Copyright © 2023 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: In this article, it is a question of studying the behavior of a band pass filter in BF and HF with passive elements. Said filter is widely used in electronics and telecommunications with many applications such as: manufacture and assembly of loudspeakers, limitations of working frequencies in a given interval according to its band, etc.
We preferred to do this study based on mathematical and physical models which allowed us to discuss and interpret the different results obtained after simulation at the physics laboratory of the National Pedagogical University (UPN/RDCongo-Kinshasa) and which are presented as follows:
In Low Frequency (BF): The capacitor blocked the signal and behaved like an open switch, on the other hand the coil allowed the signal to pass through. It acted as a closed switch. Therefore, the voltage at the filter output was zero;
In High Frequency (HF): We had the opposite behavior in BF and the voltage at the output of the filter was always zero.
The studied behavior led us to the determination of the band pass filter. The tool used for the simulation in Matlab, very powerful engineering software.

KEYWORDS: Band Pass filter, Filter, Matlab, simulation.

RESUME: Dans cet article, il est question d'étudier le comportement d'un filtre passe bande en Basse Fréquence et Haute Fréquence avec des éléments passifs. Ledit filtre est très utilisé en Electronique et en Télécommunication avec de nombreuses applications telles que : fabrication et montage des enceintes acoustiques, limitation des fréquences de travail dans un intervalle donné suivant sa bande etc.
Nous avons préféré de faire cette étude en s'appuyant sur le modèles mathématiques et physiques, lesquels modèles, nous ont permis à discuter et interpréter les différents résultats obtenus après simulation en laboratoire de Physique de l'Université Pédagogique Nationale (UPN/RD Congo-Kinshasa) et qui sont présentés de la manière suivante :
En Basse Fréquence (BF) : le condensateur a bloqué le signal et s'est comporté comme un interrupteur ouvert, par contre, la bobine a laissé traverser le signal. Elle a agi comme un interrupteur fermé. Par conséquent, la tension à la sortie de filtre était nulle.
En Haute Fréquence (HF) : nous avions le comportement contraire que celui en BF et la tension à la sortie de filtre était toujours nulle.
Le comportement étudié nous a conduits à la détermination du filtre passe bande. L'outil utilisé pour la simulation est le Matlab, logiciel très puissant en ingénierie.

MOTS-CLEFS: Filtre, Filtre Passe bande, Matlab, Simulation.

Corresponding Author: KISOKI MBUNGA Henri

1 INTRODUCTION

Le domaine de télécommunication a connu de profond changement et évolution rapide pendant les années 1990 jusqu'à ce jour avec, par exemple le développement des systèmes de transmission analogique et numérique. Sur le plan technologique en particulier, les réseaux de transmission ont vu leur capacité s'accroitre, notamment concernant le débit supporté.

Mais, la demande était toujours importante suivant l'évolution des contenus transportés.

Les systèmes de transmission analogiques ou numériques véhiculent de l'information (message) entre une source et un destinateur en utilisant un support physique ou non comme : câble, F.O ou encore la propagation sur canal radioélectrique.

Sur ce, ces informations nécessitent d'être traitées afin de pallier aux signaux perturbateurs.

D'où, l'une des fonctions principales utilisée en traitement des signaux est le filtrage. Ce dernier consiste à éliminer les composantes indésirables en fonction de leurs fréquences.

Dans cet article, nous considérons que le spectre du signal est différent de celui du bruit en BF et HF afin de bien étudier, simuler et interpréter les différents résultats qui seront obtenus pour notre filtre d'études.

2 METHODES ET MATERIELS

Toute œuvre scientifique, digne de son nom, nécessite dans son élaboration une méthodologie qui lui offre les voies et moyens d'atteindre le but escompté d'une manière satisfaisante.

C'est ainsi que, dans cet article, nous avons utilisé les méthodes d'assemblage et de modélisation très peu connues dans la rédaction scientifique.

Elles font parties de la méthode de production dite de créativité qui découle de l'imagination utilisée en Sciences Appliquées. Les techniques de simulation et d'essais nous ont aidées à partir d'un outil puissant utilisé dans le domaine d'ingénierie appelé Matlab (Matrix Laboratory) [1] à travailler d'une façon microscopique au laboratoire afin d'interpréter les résultats obtenus en vue de présenter à l'échelle macroscopique notre modèle du filtre passe bande qui sera utilisée dans beaucoup d'applications d'électronique, voire mêmes de télécommunication.

3 MODELISATION ET SIMULATION

3.1 MODÉLISATION

Le système de filtrage, avec le filtre passe bande, utilise plusieurs éléments constitutifs liés entr'eux de manière complexe. Pour se faire, dans cet article, nous allons utiliser des modélisations mathématique et physique.

3.1.1 MODÉLISATION MATHÉMATIQUE ET PHYSIQUE

Un filtre est considéré comme un quadripôle traversé par un signal (message) d'entrée sous forme d'une tension électrique V_e[2].

A la sortie du filtre, nous aurons un signal (sous forme d'une tension électrique) V_e.

Le signal à l'entrée du filtre est donné par la relation (1).

$$V_e = V_{max}\, Cos\ (\omega t+\psi) \qquad (1)$$

Avec :

V_e : signal d'entrée

V_{max} : Amplitude max. du signal
ω : pulsation du signal
ψ : phase

Retenons que pour raison de commodité dans nos calculs dans cet article, nous allons considérer ψ = 0. D'où, la relation (1) se mettra comme suit :

$V_e = V_{max}\, Cos\omega\tau$ (2)

D'une façon générale, le modèle physique d'un filtre passe bande avec des éléments passifs est illustré par la figure 1 ci-dessous [3] :

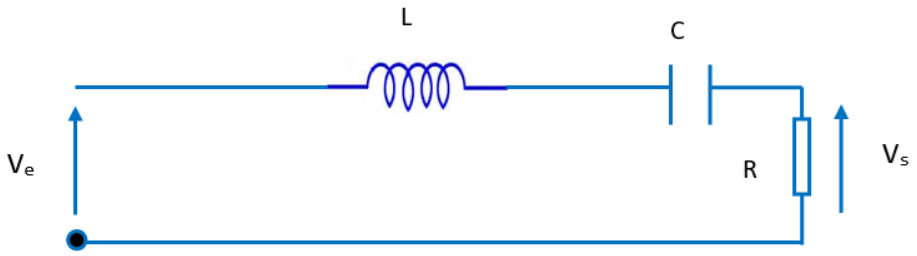


Fig. 1. Modèle physique d'un filtre passe bande avec des éléments passifs.

3.1.2 DISCUSSION SUR LE COMPORTEMENT DU FILTRE PRÉSENTÉ PAR LA FIGURE 1

Nous savons qu'en électronique ou en télécommunication, nous travaillons en Basse Fréquence (BF) ou encore en Haute Fréquence (HF). Le comportement du filtre se présente comme suit :

a) **En basse fréquence (BF)** : le condensateur C ne se laisse pas traversé par le signal et est équivalent à un interrupteur ouvert.

Par contre, la bobine L se laisse traverser par le signal et elle est considérée comme un interrupteur fermé. D'où le schéma équivalent à la figure 2.

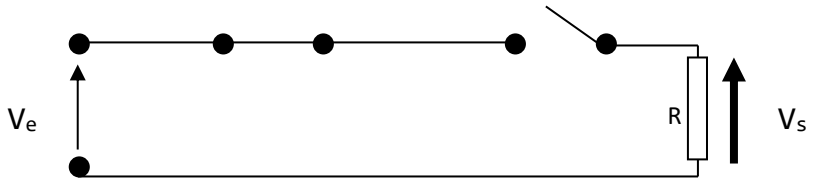


Fig. 2. Schéma équivalent d'un filtre passe bande en BF.

Constat : La tension à la sortie du filtre est nulle ($V_s = 0$)

b) **En Haute Fréquence (HF)** : nous avons la situation contraire que celle présentée en 3.1.2a. D'où, le schéma équivalent de la figure 3.

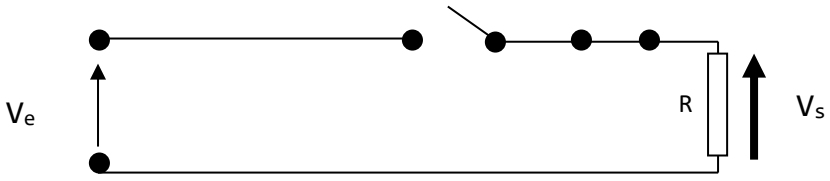


Fig. 3. Schéma équivalent du filtre passe bande en HF.

Constat : nous voyons clairement que la tension à la sortie du filtre est toujours nulle ($V_s = 0$).

3.1.3 INTERPRÉTATION DE LA DISCUSSION SUR LE COMPORTEMENT DU FILTRE PRÉSENTÉ PAR LA FIGURE 1

Les différentes situations évoquées au sous paragraphes 3.1.2 montrent clairement que notre filtre d'études bloque les basses et les hautes fréquences et ne laisse passer que le signal compris dans l'intervalle des fréquences compris entre les basses et les hautes fréquences. Ce genre de filtre s'appelle : Filtre Passe Bande et qui fait l'objet de cet article.

3.1.4 FONCTION DE TRANSFERT D'UN FILTRE PASSE BANDE

En considérant la figure 1, qui représente le schéma électrique avec des éléments passifs du filtre passe bande et en tenant aussi compte du principe de diviseur de tension électrique en régime sinusoïdal complexe, la relation (3) donne l'expression mathématique de la fonction de transfert de ce filtre.

$$H(j\omega) = \frac{Vs}{Ve} \quad (03)$$

$$= \frac{R}{R + jL\omega + \frac{1}{2jcw}}$$

Divisons chaque terme de la fraction (relation (3)) par R, la fonction de transfert se mettra comme indique la relation (4) de la manière suivante :

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{L\omega}{R} + \frac{1}{jRC\omega}} \quad (04)$$

Pour déterminer le facteur de qualité Q, sa fréquence centrale (ω_o) et son ordre, écrivons la fonction de transfert sous sa forme canonique [4].

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\,Q(\frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega})} \quad (5)$$

Discussion et interprétation du résultat de la relation (4) se font de la manière suivante :

a) Si $\omega = \omega_o$, condition $\frac{L\omega_o}{R} = \frac{1}{RC\omega_o}$. D'où la fréquence centrale ω_o est donnée par la relation (6) sous la forme :

$$\omega_O^2 = \frac{1}{LC} \quad (6)$$

b) Identifions les relations (4) et (5), on obtient

$$\frac{Q\omega}{\omega_o} = \frac{L\omega}{R}$$

D'où le facteur de sélectivité Q s'écrira comme :

$$Q = \frac{L\omega_o}{R} \quad (7)$$

c) Ordre du filtre : notre astuce, multiplions le numérateur et le dénominateur de la relation (7) par ω_o et Q se mettra sous la forme donnée par la relation (8)

$$Q = \frac{L\omega_O^2}{R\omega_o} \quad (8)$$

Constat : la relation (8) montre clairement qu'il s'agit d'un filtre passe bande du second ordre. C'est cela qui fait l'objet d'une étude dans cet article.

3.1.5 DIAGRAMME DE BODE

Pour déterminer le gain et la phase de notre filtre d'études (filtre passe bande), nous allons faire usage du diagramme de Bode [5]. En guise de rappels, nous disons qu'en électronique ou en télécommunication, nous travaillons en BF ou en HF.

3.1.5.1 ETUDE DE GAIN (G)

3.1.5.1.1 EN BASSE FRÉQUENCE

Condition : si $\omega \ll \omega_o \Longrightarrow \mathrm{H}(j\omega) \cong \frac{j\omega}{Q\omega_o}$ nous voyons que le gain dB et la phase (rad) sont donnés respectivement par la relation(9) comme :

$$\left.\begin{array}{l} G_{dB} = 20\,\boldsymbol{log\ \omega} - \boldsymbol{20\ log}(\boldsymbol{Q}\omega_o) \\ \Theta = \frac{\boldsymbol{\pi}}{2} \end{array}\right\} \quad (9)$$

Constat : la relation (9) montre qu'on a une droite de pente $+20\ dB$ par décade (figure 4)

3.1.5.1.2 EN HAUTE FRÉQUENCE

Condition: $si\ \omega \gg \boldsymbol{\omega_0} \Longrightarrow \mathrm{H}(\mathbf{j\omega}) \cong \frac{j\omega_o}{jQ\omega}$ et qui peut aussi s'écrire comme **: $\mathbf{H}(\mathbf{j\omega}) \cong \frac{-\boldsymbol{j\omega}}{\boldsymbol{Q\omega_0}}$.**

Ici, nous voyons que le gain (dB) et la phase (rad) sont exprimés respectivement par la relation (10)

$$\left.\begin{array}{l} G_{dB} = -20\,\boldsymbol{log\ \omega} + \boldsymbol{20\ log}(\boldsymbol{Q}\omega_o) + 20\ colog\ Q \\ \Theta = -\frac{\boldsymbol{\pi}}{2} \end{array}\right\} \quad (10)$$

Constat : la relation (10) indique qu'on a une droite de pente $-20\ dB$ par décade (figure 5)

3.1.5.1.3 ETUDE DE LA PHASE (Θ)

Parlant de la forme canonique du filtre passe bande, la relation (5)) et après tous calculs mathématiques (développement et simplification), la phase Θ de notre filtre passe bande sera déterminée par la relation (11) comme suit :

$$\Theta = arctg[\ \mathbf{Q}(\frac{\boldsymbol{\omega_o}}{\boldsymbol{\omega}} - \frac{\boldsymbol{\omega}}{\boldsymbol{\omega_o}})] \quad (11)$$

3.2 SIMULATION

Comme nous l'avons dit au paragraphe 2 de cet article, la simulation sera faite au laboratoire afin d'avoir des résultats de notre filtre d'études à l'échelle microscopique. Lesquels résultats, nous permettront de monter un filtre passe bande dans un atelier et qui sera prêt à être utilisé dans de nombreuses applications en électronique et en télécommunication en basse fréquence et en haute fréquence.

Le tableau 1 ci-dessous nous montre les différentes caractéristiques de la simulation de notre filtre d'études.

Tableau 1. Caractéristiques de la simulation de notre filtre d'études.

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Inductance (Bobine)	L	5	mH
Résistance	R	5	KΩ
Condensateur	C	10	nF
Tension d'entrée	V_e	5 cos 2000 πt	V

Les résultats obtenus des différents éléments de notre filtre passe bande sont présentés dans le tableau 2 en fonction des relations utilisées dans cet article.

Tableau 2. Résultats obtenus en tenant compte des paramètres de filtre passe bande d'études.

Paramètres	Symboles	Valeurs obtenues
Fréquence centrale	ω_0	143kΩ
Facteur de sélectivité	Q	0,143
Gain en BF	G	32,3dB
Gain en HF	G	-10,2dB
Phase	θ	1,54rad
Tension de sortie en fonction du temps (en BF)	$v_s(t)_{BF}$	OV car en BF, C se comporte comme un interrupteur ouvert
Tension de sortie en fonction du temps (HF)	$v_s(t)_{HF}$	OV car en HF, L se comporte comme un interrupteur ouvert

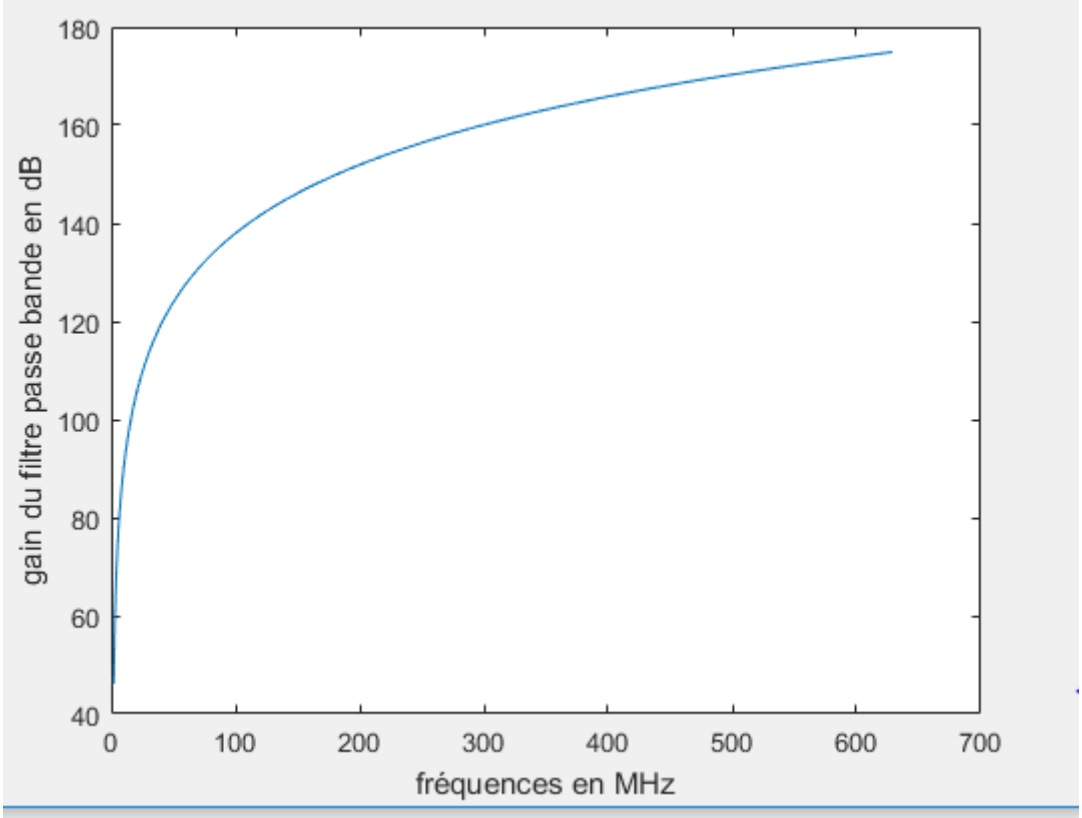


Fig. 4. Gain de notre filtre passe bande d'études en BF avec une pente de +20dB par décade

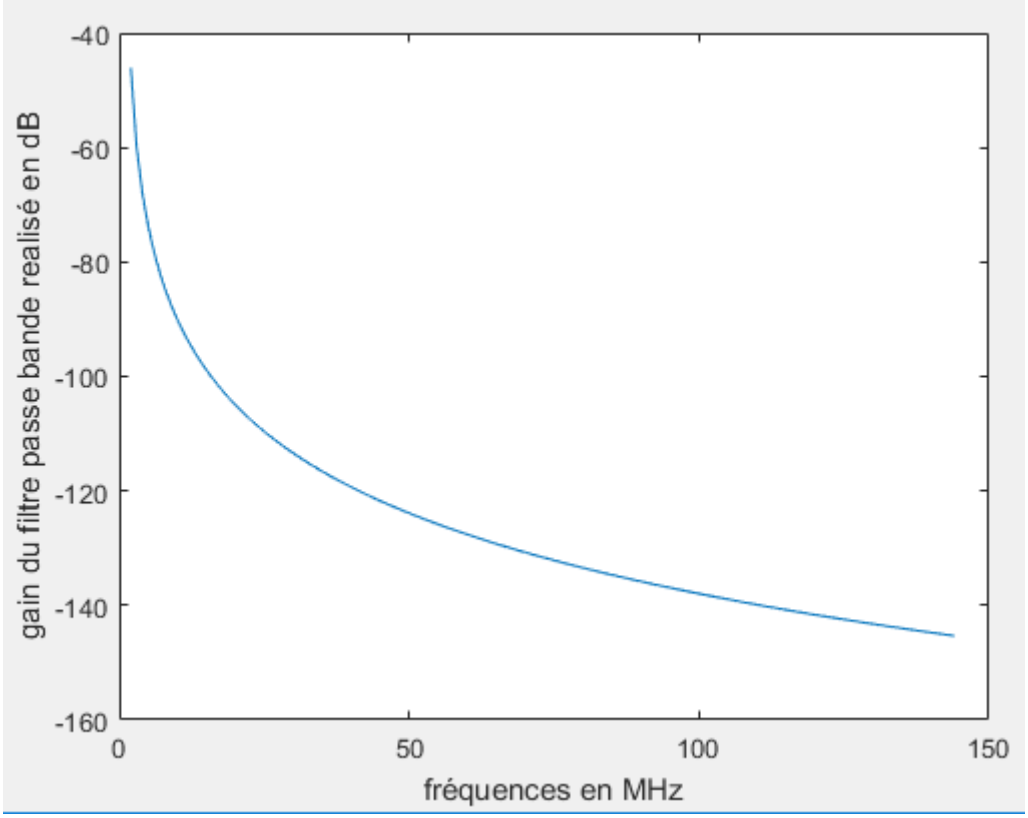


Fig. 5. Gain de notre filtre d'études en HF avec une pente de -20dB par décale

4 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

En dehors de la bande passante de notre filtre passe bande :

a) **En BF** (cfr 3.1.5.a.1), le montage de la figure 1 s'est comporté comme un dérivateur.

D'où, la tension à la sortie du filtre aura comme expression mathématique :

$$v_s(t) = \frac{1}{Q\omega_0} \frac{dv_e(t)}{dt} \quad (12)$$

b) **En HF** (cfr 3.1.5.a.2), le montage de la figure 1 s'est comporté cette fois-ci comme intégrateur et la tension sera donnée par :

$$v_s(t) - v_s(o) = \frac{\omega_0}{Q} \int_{t=0}^{\infty} V_e(t)dt \quad (13)$$

5 CONCLUSION

Nous venons d'étudier dans cet article, le comportement d'un filtre passe bande en BF et en HF. Suivant les fréquences de travail envisagées, ce filtre bloque les fréquences basses et hautes ne laissant passer que celles comprises dans un intervalle des fréquences données selon l'usage.

Ainsi, le filtre étudié aura beaucoup d'applications en électronique et en télécommunication.

A titre indicatif, citons :

- Fabrication et montage des enceintes acoustiques ;
- Elimination des fréquences inférieures et supérieures pour ne laisser passer que celles comprises dans un intervalle donné dans de différentes bandes utilisées en télécommunication ;
- Etude du rythme cardiaque d'un patient.

REMERCIEMENTS

Je remercie le chef du département de physique et des sciences appliquées de la faculté des sciences de l'Université Pédagogique Nationale (UPN RD Congo/Kinshasa), le professeur ONEMA LABA pour avoir mis à ma disposition le laboratoire de physique pour l'expérimentation.

Mes remerciements vont aussi droit à mes collaborateurs : CT MAFUTA MELE, CT MWAMBA MPOYI et Ass. MULUMBA tous de l'Université Pédagogique Nationale (U.P.N) RD Congo/Kinshasa pour m'avoir aidé aux différents montages et simulation de notre filtre d'études au laboratoire.

REFERENCES

[1] KISOKI, M., *Modélisation et Simulation d'un Réseau d'Interconnexion à Fibre Optique et ses applications*, International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol.24.No.4 NOV.2018, pp. 1537-1543.
[2] AZAN, J.L., *Précis sur l'électronique*, Tome1, éd. Bréal, 1998.
[3] Jean Noël, B., *l'essentiel de l'électronique*, cours, exercices et problèmes corrigés, éd. Ellipses.
[4] GRANJON, *Cours sur l'électronique*, Dunod, 2015.
[5] DUPRAZ, *théorie de signal et transmission de l'information*, Eyrolles, Paris, 1989

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 40 No. 3 Sep. 2023, pp. 1052-1068
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Système de transport d'énergie électrique en courant alternatif et en courant continu: Avantages, Inconvénients, Critères de choix

[Alternating current and direct current electrical energy transport system: Advantages, Disadvantages, Selection criteria]

KADIATA MUTEBA Jean De Dieu[1] and KASONGO MONGA MUSWA Daniel[2]

[1]Ingénieur en techniques appliquées, option électrotechnique de l'ISTA, Kolwezi, Assistant à l'Institut Supérieur des Techniques Appliquées de Kolwezi, RD Congo

[2]Ingénieur en techniques appliquées, option électrotechnique de l'ISTA, Kolwezi, Assistant à l'Institut Supérieur des Techniques Appliquées de Kolwezi, RD Congo

Copyright © 2023 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: Electric energy is an essential factor in the economic development of a country. It is generally produced in power plants located at points more or less distant from consumption centers. To reach consumers, this energy must go through several stages including transport, allocation and distribution.
Formerly carried out almost exclusively with alternating current, the transport of electricity over long distances has increasingly been done with direct current over the last few decades.
Each mode of transporting electrical energy has certain advantages over others which militate in its favor when it comes to transporting electrical energy over long distances.
This article aims to analyze HVAC and HVDC systems from a technical, economic and environmental point of view in order to identify for each system its strengths as well as its weaknesses, and also to define the criteria on which we are based. basis for choosing one or another mode of energy transport, depending on the constraints imposed.

KEYWORDS: HVAC and HVDC systems, electrical energy transport, environmental impact, technical-economic impact, advantages, disadvantages, selection criteria.

RESUME: L'énergie électrique est un facteur essentiel de développement économique d'un pays. Elle est généralement produite dans des centrales électriques situées en des points plus ou moins éloignés des centres de consommation. Pour parvenir aux consommateurs, cette énergie doit franchir plusieurs étapes dont le transport, la répartition et la distribution.
Jadis effectué presqu'exclusivement en courant alternatif, le transport de l'électricité sur des grandes distances se fait de plus en plus en courant continu au cours des dernières décennies.
Chaque mode de transport d'énergie électrique présente par rapport à d'autres certains avantages qui militent en sa faveur lorsqu'il s'agit d'acheminer de l'énergie électrique sur des grandes distances.
Cet article se propose comme objectifs l'analyse des systèmes HVAC et HVDC du point de vue technique, économique et environnemental afin de dégager pour chaque système ses points forts ainsi que ses faiblesses, et aussi définir les critères sur lesquels l'on se base pour faire le choix de l'un ou l'autre mode de transport d'énergie, en fonction des contraintes imposées.

MOTS-CLEFS: Systèmes HVAC et HVDC, transport d'énergie électrique, impact environnemental, impact technico-économique, avantages, inconvénients, critères de choix.

Corresponding Author: KADIATA MUTEBA Jean De Dieu

1 INTRODUCTION

Vers la fin des années 1880 aux Etats-Unis, à l'électrification naissante, il y eut bagarre entre Nicolas Tesla et Thomas Edison pour déterminer si le transport, la distribution et l'utilisation de l'énergie électrique devait se faire en courant alternatif (AC) ou en courant continu (DC).

C'est à Thomas Alva Edison que sont dues les premières applications de l'énergie électrique en courant continu dans l'industrie et les usages domestiques.

Après la découverte du courant alternatif et du transformateur, Edison ne croyait pas en l'avenir du courant alternatif que lui proposait son collaborateur Nicolas tesla dès lors que cette forme d'énergie n'a pas tardée à supplanter le courant continu dans la production, le transport, la distribution et les usages de l'électricité.

Ce fut l'émergence du courant alternatif comme technologie dominante dans le transport et la distribution de l'énergie électrique.

Ce choix du courant alternatif est basé sur trois considérations majeures:

- La possibilité de changer facilement le niveau de la tension en utilisant les transformateurs statiques,
- La plus grande facilité de couper le courant avec les disjoncteurs ou les interrupteurs,
- La facilité de production d'un champ électromagnétique tournant. D'où la mise au point des machines asynchrones et synchrones.

Et pourtant, au cours des deux dernières décennies, nous assistons de plus en plus à la recrudescence des lignes de transport d'énergie électrique en courant continu alors qu'au tout début de la production et du transport de l'énergie électrique, cette forme d'énergie fut rejetée au détriment du courant alternatif. Pourquoi ce revirement de situation ? Quelles sont les raisons qui font que les compagnies d'électricité font de plus en plus recours au courant continu pour effectuer le transport de l'électricité sur des grandes distances? En quoi l'usage du courant continu est-il avantageux par rapport au courant alternatif ? Sur quels critères se base-t-on pour faire le choix entre les systèmes HTCA ? C'est en voulant répondre à toutes ces préoccupations que nous avons jugé opportun de faire une analyse objective entre ces deux modes de transport de l'énergie électrique afin d'en dégager pour chacun d'eux ses points forts ainsi que ses faiblesses.

2 CONSIDERATIONS TECHNIQUES

2.1 SYSTÈME HVAC

2.1.1 DÉFINITION

Un système HVAC est un ensemble d'équipements électromagnétiques fonctionnant en courant alternatif triphasé à haute tension et destinés au transport de l'énergie électrique des centres de production vers les lieux de consommation.

HVAC est le sigle en français pour High voltage Alternating current

2.1.2 CONSTITUTION

La structure générale d'un système HVAC est la suivante.

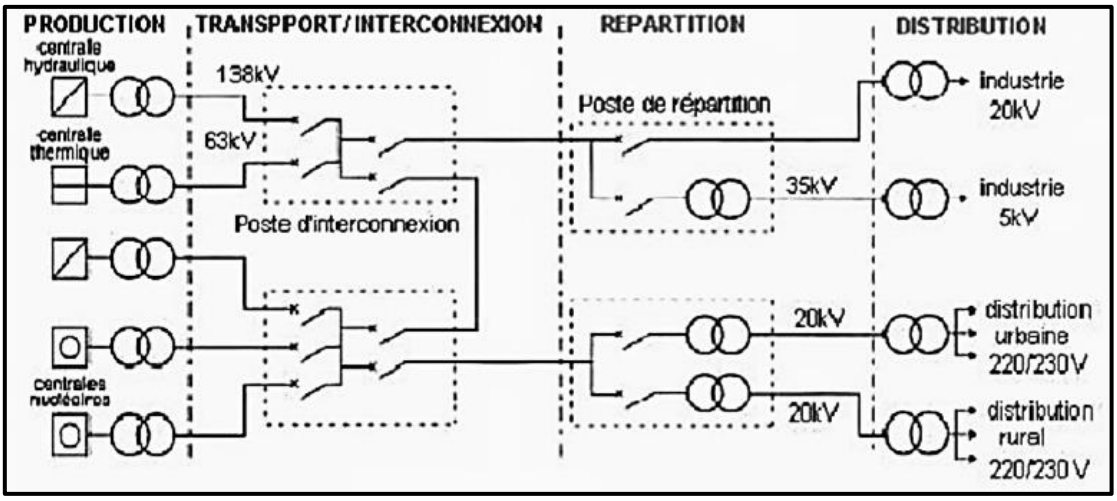


Fig. 1. Structure générale d'un Système HVAC

2.1.3 CHOIX DU MONOPHASÉ OU DU TRIPHASÉ DANS LE TRANSPORT DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

De manières économiques, le transport de l'énergie électrique se fait en triphasé plutôt qu'en monophasé pour des raisons ci-après:

- En triphasé, dans les mêmes conditions de transport (puissance, tension, pertes en lignes, facteur de puissance), on réalise une économie sur le volume de cuivre de 25% sur les lignes électriques;
- A puissances égales, les machines électriques monophasées sont plus volumineuses et coûtent plus chers que les machines électriques triphasées utilisées dans l'industrie.
- Facilité de production d'un champ électromagnétique tournant nécessaire au fonctionnement des machines asynchrones et synchrones.

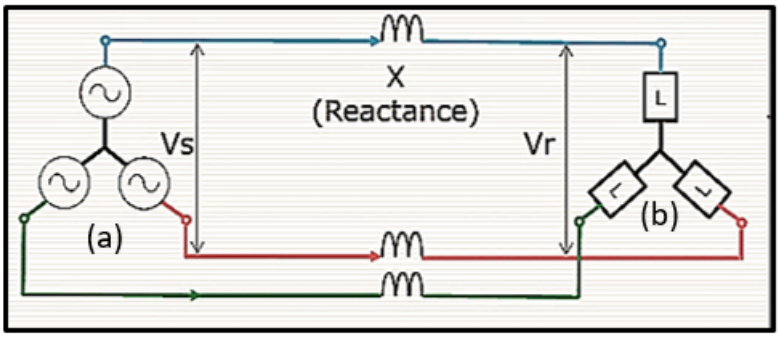


Fig. 2. Modélisation d'une liaison à courant alternatif triphasé.

2.2 SYSTÈME HVDC

2.2.1 DÉFINITION

Un système HVDC est un ensemble d'équipements de l'électronique de puissance utilisé pour la transmission de l'énergie électrique en courant continu en haute tension.

L'appellation HVDC est l'abréviation pour High Voltage Direct Currant.

Les systèmes HVDC représentent certainement le summum de l'électronique de puissance puisque les puissances unitaires se comptent couramment en Gigawatts.

2.2.2 CONSTITUTION

Un système HVDC comprend:

- Des stations de conversion, l'une émettrice et l'autre réceptrice.
- Des lignes de transmission de puissance;
- Des filtres harmoniques à courant alternatif et à courant continu;
- Des dispositifs de compensation des puissances réactives;
- Des équipements de contrôle, de commande, de protection, de supervision, etc.

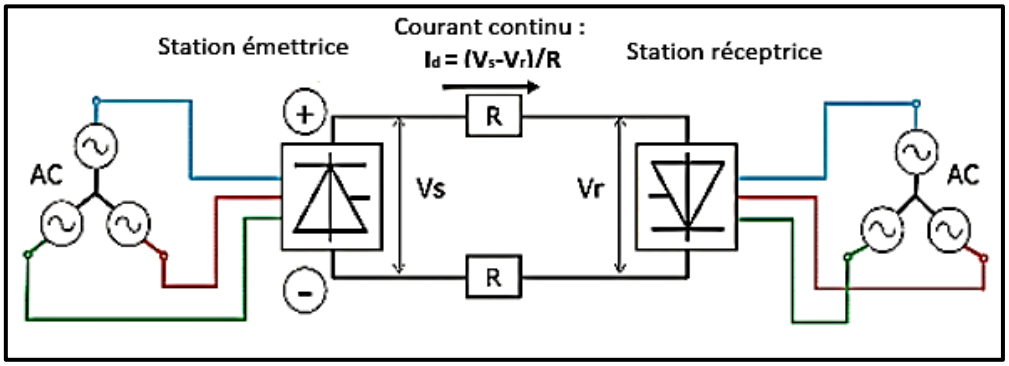


Fig. 3. Modélisation d'une liaison à courant continu.

On distingue deux grandes familles technologiques des convertisseurs dans les liaisons HVDC [17]:

- L'une fonctionnant en source de courant, utilisant des thyristors, appelé « Convertisseurs Commutés par la Ligne ». (LCC)
- L'autre fonctionnant en source de tension, utilisant des IGBT et appelés « Convertisseur Source de Tension ». (VSC)

2.2.3 PRINCIPAUX TYPES DES LIAISONS DE TRANSPORT EN COURANT CONTINU

Le transport de l'énergie électrique en courant continu est effectué par différents types de liaison à courant continu[6].

LIAISON CCHT MONOPOLAIRE

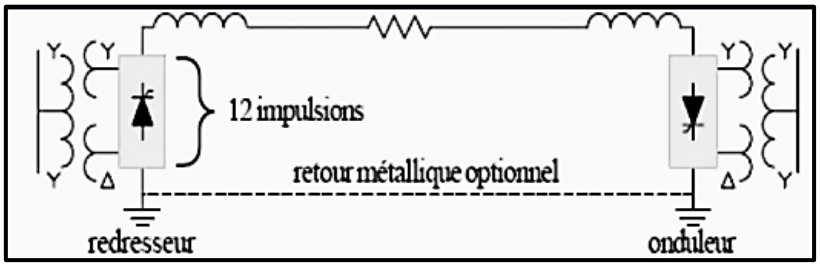


Fig. 4. Liaison HVDC monopolaire

LIAISON CCHT BIPOLAIRE

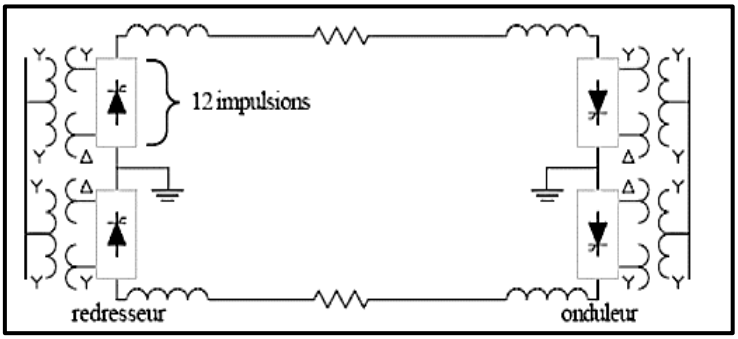


Fig. 5. Liaison HVDC bipolaire

LIAISON HVDC HOMOPOLAIRE

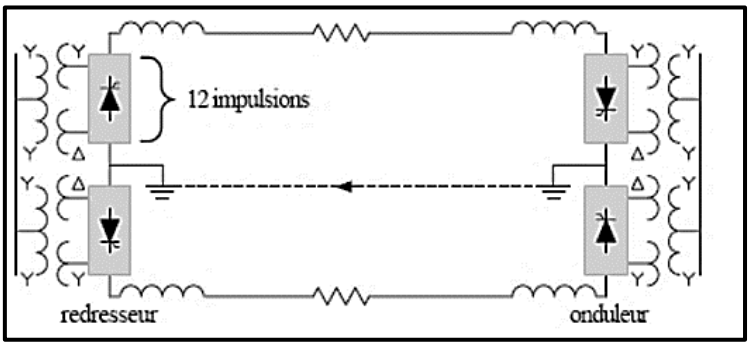


Fig. 6. Liaison HVDC homopolaire

LIAISON HVDC MULTI TERMINAUX (MTDC)

Une liaison MTDC est un ensemble constitué de plusieurs terminaux HVDC connectés entre eux suivant une certaine topologie. Grâce à cette avancée, il est admis que des systèmes multi terminaux (MTDC) seront plus aisés à mettre en place.

La figure ci-dessous montre un exemple de liaison MTDC

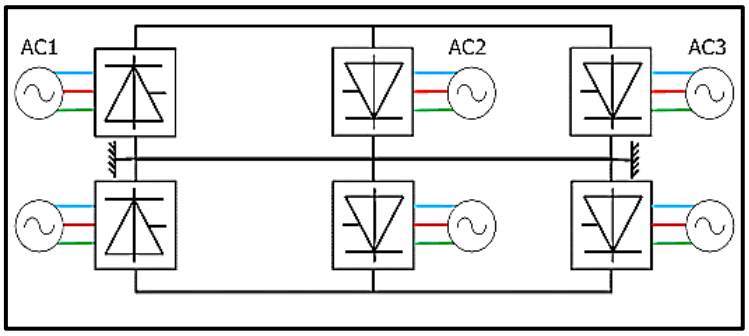


Fig. 7. Liaison HVDC multi terminal (MTDC)

2.3 NÉCESSITÉ DE LA HAUTE TENSION DANS LA TRANSMISSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

L'un des problèmes rencontrés lors du transport de l'énergie électrique est celui des pertes en lignes.

Considérons le cas d'une ligne électrique devant transporter une puissance électrique P exprimée en watts (W) sous une tension U exprimée en volts (V).

2.3.1 SYSTÈME DE TENSION CONTINUE

Le transport se fait par une ligne électrique bipolaire dont chaque pôle présente une résistance R

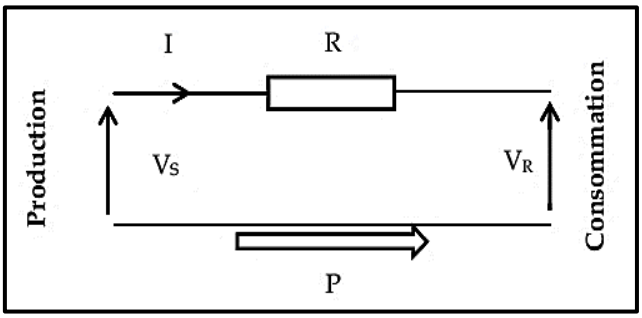


Fig. 8. Modélisation d'une ligne à courant continu

a) Courant en ligne:

I= (Vs-Vr) /R

b) Puissance maximale transmise

On démontre que la puissance maximale transmise s'exprime par la relation:

$$P_{cmax} = V_s^2 / 4R \quad (1)$$

c) Puissance dissipée

Les pertes en lignes sont exprimées par:

$$p = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot \frac{P^2}{U^2} \quad (2)$$

d) Chute de tension

Elle est définie par:

$$u = R \cdot I = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot I = \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot \frac{P}{U} \quad (3)$$

Pour une puissance et distance données, les pertes et la chute de tension en ligne sont réduites à tension croissante. D'où l'intérêt d'utiliser des très hautes tensions pour le transport de l'énergie électrique.

2.3.2 SYSTÈME DE TENSION TRIPHASÉE

Le transport s'effectue par une ligne électrique triphasée à 3 fils de résistance R chacun.

I est le courant de ligne; U: la tension entre fils de phase; P: Puissance transmise

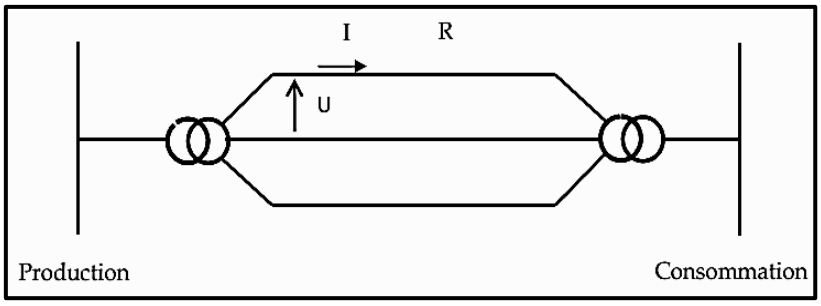


Fig. 9. Modélisation d'un système de transport triphasé

a) Courant en ligne:

$$I=P/\sqrt{3}.U.\cos\varphi$$

b) Puissance dissipée

Les pertes en lignes sont exprimées par:

$$p=\rho\cdot\frac{l}{S}\cdot\frac{P^2}{U^2\cdot\cos^2\varphi} \quad (4)$$

c) Chute de tension

En valeur approchée, la chute de tension composée vaut:

$$U=\sqrt{3}\ (R\cdot I\cdot\cos\varphi+X\cdot I\cdot\sin\varphi) \quad (5)$$

Avec: $P=\sqrt{3}U\cdot I\cdot\cos\varphi$: Puissance active en watts et $Q=\sqrt{3}U\cdot I\cdot\sin\varphi$: Puissance réactive en vars

Ce qui donne pour les chutes de tension:

$$U=\sqrt{3}\ (R\cdot\frac{P}{U}+X\cdot\frac{Q}{U}) \quad (6)$$

En courant alternatif, l'emploi de la haute tension permet de réduire considérablement les pertes en ligne et il faut aussi que le facteur de puissance soit meilleur (proche de l'unité). De plus à cause du transit des puissances active et réactive dans les fils de ligne, la chute de tension en ligne accuse des valeurs très élevées par rapport au courant continu.

2.4 PRODUCTION DE LA HAUTE TENSION

2.4.1 EN COURANT ALTERNATIF

Dans les centrales électriques, la production de l'énergie électrique se fait en moyenne tension sous forme alternative par des alternateurs. Deux types d'alternateurs sont utilisés: les hydro alternateurs et les turboalternateurs.

Au départ des centrales électriques, pour avoir la haute tension nécessaire au transport de l'énergie électrique sur des grandes distances, le moyen le plus simple est d'utiliser des transformateurs statiques montés en élévateur de tension. A la consommation, l'usage des transformateurs permet d'avoir facilement plusieurs niveaux de tensions.

2.4.2 EN COURANT CONTINU

En courant continu, la production de l'énergie électrique se faisait jadis au moyen des génératrices à courant continu qui sont des machines moins puissantes et moins robustes que les alternateurs à cause de la présence du collecteur qui constitue leur point faible.

Pour avoir la haute tension avec ces machines, l'opération est très compliquée puisqu'il faudra grouper en série un grand nombre de génératrices pour avoir une très grande puissance. Cette technique fut utilisée sur les premières liaisons à courant continu.

Actuellement, avec l'évolution technologique, surtout dans le domaine de l'électronique de puissance, la production du courant continu nécessite le redressement des ondes de courant alternatif et le changement de tension ne peut se concevoir qu'au moyen des dispositifs complexes souvent très coûteux constitués d'une association de transformateurs et de convertisseurs statiques.

2.5 NÉCESSITÉ D'UNE INTERCONNEXION DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

L'interconnexion est la mise en commun des divers moyens de production de l'énergie électrique. Le réseau d'interconnexion permet d'améliorer la disponibilité de l'énergie au meilleur coût.

Lors de l'interconnexion de deux réseaux électriques de taille et de puissance importante par une liaison triphasée, les conditions d'établissement de cette liaison triphasée sont les suivantes:

- Même tension
- Même fréquence
- Un déphasage très limité entre les réseaux au niveau de la liaison.

Dans le cadre d'une liaison à courant continu, l'entraide entre réseaux peut se faire à tout instant sans conditions de tension, de fréquence et de déphasage[17].

2.6 COMPARAISON DU TRANSIT DE PUISSANCE DANS LES LIGNES HVAC ET HVDC

2.6.1 LIGNES AÉRIENNES

a) En courant alternatif[4]

Considérons le cas d'une ligne électrique aérienne en cuivre de longueur L km devant transporter une puissance P MW sous une tension U_s=U_n.

Cette ligne présente les caractéristiques linéiques suivantes:

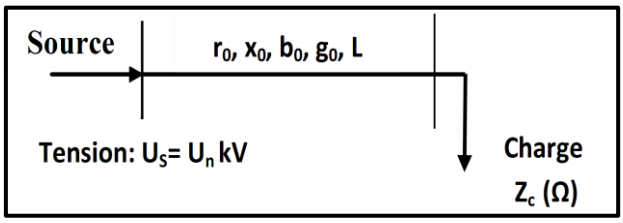


Fig. 10. Ligne HVAC unifilaire

- Résistance linéique: r_0 (Ω/km)
- Réactance linéique: x_0 (Ω/km)
- Susceptance linéique: b_0 (Ω^{-1}/km)
- Conductance linéique: g_0 (Ω^{-1}/km)
- Longueur de la ligne: L en km

VARIATION DE LA PUISSANCE MAXIMALE TRANSMISSIBLE

Toute association générateurs/récepteur présente une limite de puissance transmissible de l'un vers l'autre. Tout réseau électrique, dès lors qu'il est globalement équilibré, peut être ramenée à une telle association et est tributaire d'une grandeur importante appelée puissance maximale transmissible donnée par la relation suivante:

$$P_{max} = \frac{U_s^2}{X} \text{ (MW) avec } X = x_0 \cdot L \text{ (Ω)} \quad (7)$$

x_0 est la réactance linéique de la ligne en Ω/km.

L: la distance de transport en km.

Elle est directement proportionnelle au carré de la tension en ligne et inversement proportionnelle à la réactance de la ligne (la résistance R étant négligeable devant la réactance X) [1].

Pour une ligne travaillant sur une tension U_n, lorsqu'on augmente la distance de transport, on constate que la capacité maximale de transit de la ligne diminue.

La puissance transmise par la ligne peut aussi s'exprimer par la relation suivante:

$$P=K\frac{U_S^2}{L} \quad (8)$$

C'est une fonction hyperbolique pour une tension constante.

Dans cette relation, U_s est la tension au départ de la ligne égale à la tension nominale U_n et L, est la longueur de la ligne. K est un facteur déterminé par la qualité de l'énergie électrique, par la nature du conducteur utilisé et par ses dimensions.

Pour une puissance donnée et un niveau de tension bien défini, la puissance transmise par la ligne diminue lorsque la longueur de la ligne augmente. Pour une puissance et une distance données, lorsqu'il y a croissance de la tension, la puissance transmissible augmente, mais on est limité dans cette voie par des problèmes d'isolement des matériels et des équipements du réseau électrique.

Cette situation se traduit par les courbes données ci-dessous pour différents niveaux de la tension

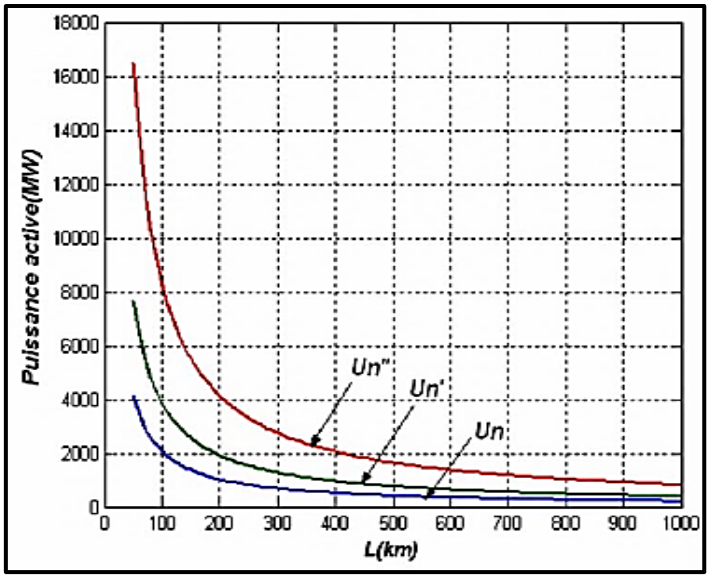


Fig. 11. Allures de la puissance en ligne en fonction de la distance de transit et du niveau de la tension de ligne.

VARIATION DE LA PUISSANCE RÉACTIVE EN FONCTION DE LA LONGUEUR

La puissance réactive le long de la ligne pour une tension de $0,9U_n$ diminue beaucoup que pour la tension U_n tandis que pour une tension de $1,1U_n$, elle s'accroit au fur et à mesure que la longueur de la ligne augmente. L'exploitation peut être augmentée en longueur jusqu'à 450 km pour une tension de $1,1U_n$.

L'écart de tension entre l'origine et l'extrémité diminue considérablement avec l'augmentation de la tension. Cette observation s'inverse pour la puissance active. Mais on a une capacité de transport plus importante.

En ce qui concerne la distribution de la puissance réactive le long de la ligne, elle dépend essentiellement de la capacitance et du niveau de tension dont elle est soumise.

On peut observer aussi que le sens d'écroulement de la puissance réactive le long de la ligne

Les courbes de la figure 14 montrent les variations de la puissance réactive le long d'une ligne à haute tension pour différents niveaux de la tension de transport.

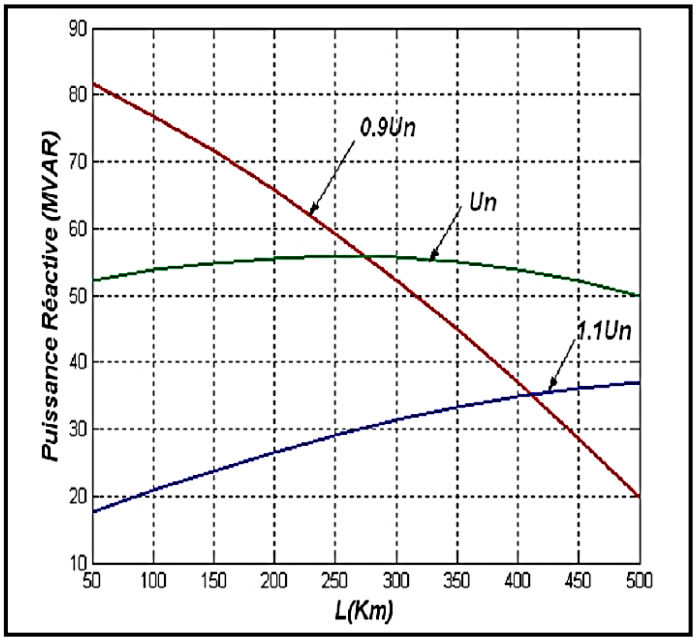


Fig. 12. Variations de la puissance réactive le long de la ligne pour différentes tensions.

L'usage du courant alternatif en transport se limite à des distances inférieures ou égales à 250km pour une ligne établie pour une tension U_n=220kV. Au-delà de cette distance, on enregistre de fortes chutes de tension provoquées par le transit de la puissance réactive et aussi à un effondrement de la puissance transmise par la ligne. Pour augmenter la distance de transport pour une tension donnée, il faudra compenser l'énergie réactive dans la ligne. C'est un moyen très coûteux.

b) En courant continu

En courant continu la capacité de transmission n'est limitée que par l'échauffement des fils de la ligne électrique.bLa puissance dissipée en chaleur dans la ligne est exprimée par la relation ci-dessous.

$$p=\frac{(V_S-V_R)^2}{R} \quad (9)$$

Avec V_S et V_R respectivement tension au départ et en bout de ligne, R résistance équivalente de la ligne.

La figure ci-dessous donne les variations de la capacité de transmission en fonction de la distance de transport en alternatif et en continu.

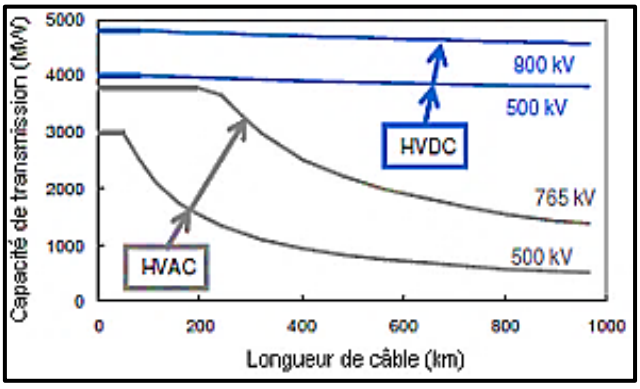


Fig. 13. Capacité de transmission des lignes aériennes AC et DC en fonction de la distance

En courant alternatif, sur des grandes distances de transport, on assiste à un effondrement de la puissance transmise et une limite de distance de transmission située aux alentours de 250km.

Pour augmenter cette distance on est obligé de monter en tension.

2.6.2 LIAISON HVAC PAR CÂBLE

a) En courant alternatif

Le transport du courant alternatif par câble présente des limites en termes de montées de tension et de capacité de transmission de courant. Lors de transmissions souterraines (généralement limité en haute tension, pour des raisons de coût et de temps de réparation) le transit de réactif est encore plus important pour le dimensionnement suite à la valeur bien plus élevée de la capacité et une valeur plus faible de l'inductance longitudinale, ce qui abaisse sensiblement l'impédance caractéristique (à environ 50 à 100Ω au lieu d'environ 300Ω pour une ligne aérienne), Pour des raisons thermiques, le transit est d'habitude limité à 30% de la puissance naturelle, ce qui nécessite une forte compensation inductive et limite donc rapidement le longueur de la transmission.

Pour exemple, un câble 3×450 $mm^{2,}$ utilisé à 380 kV et ayant une capacité thermique de 600 A (capacité linéique environ 0,2 mF/km, inductance linéique environ 0,5 mH/km) dépasse sa limite thermique au-delà de 40 km ($I_{th}=\omega \cdot C \cdot V \cdot L$ = 600A) et ne peut donc transiter aucune puissance utile. A cette distance le câble se comporte comme un circuit bouchon empêchant le courant de passer.

L'observation de la figure 16 montre que le transport de l'énergie électrique par câble souterrain ou sous-marin, pour une ligne à 500kV ayant une capacité de transit de 1000MW, la distance limite de transit se situe aux environs de 50km, tandis que pour une ligne de 400MW fonctionnant sous une tension de 230kV, la distance limite est d'environ 100km.

A 345kV et avec une capacité de transit de 700MW environ, la distance limite est d'à peu près 80km. En courant alternatif, l'accroissement de la distance de transport rend l'exploitation de la ligne pratiquement impossible au-delà de 100km à cause de la diminution de la puissance active et de l'accroissement du transit de puissance réactive dans la ligne occasionnant une forte chute de la tension. C'est pourquoi, l'augmentation de la distance de transit ne peut se concevoir que par l'utilisation des installations de compensation de l'énergie réactive constituées par des inductances suffisamment calibrées.

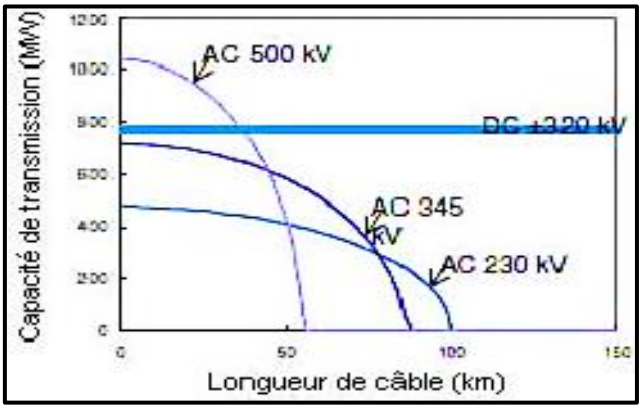


Fig. 14. Capacité de transmission des câbles souterrains ou Sous-marins AC et DC en fonction de la distance

Une liaison HVAC par câbles fournit de la puissance réactive quel que soit la puissance apparente de la charge tandis qu'une liaison HVAC par lignes aériennes fournit à vide de la puissance réactive et consomme en pleine charge de la puissance réactive. La puissance réactive consommée par les lignes aériennes ou les câbles en fonction de la puissance apparente consommée par la charge (Sch) est donnée par la figure suivante pour une ligne de 225kV pour une ligne de 10km.

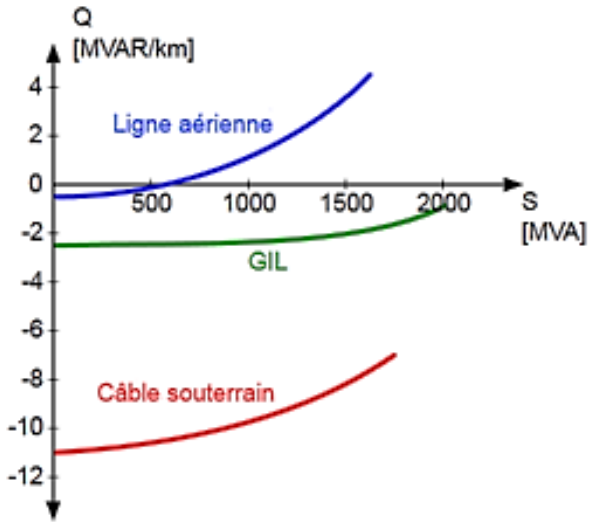


Fig. 15. Sens et variations de la puissance réactive en fonction de la puissance apparente transitant dans les lignes ou les câbles souterrains ou sous-marins.

b) En courant continu

Lorsqu'il s'agit de transporter l'énergie électrique sur des très grandes distances, on a recourt au courant continu car l'usage du continu permet de s'affranchir du transit de l'énergie réactive et s'avère être plus économique car le gain réalisé sur le coût désignés et des installations de compensation de puissance réactive dépasse le coût des stations de conversions placées aux extrémités des lignes.

Le transport de l'énergie électrique par câble souterrain ou sous-marin ne présente pas une limite de transmission mais on est limité en puissance que par l'échauffement de la ligne.

2.7 LA PROBLÉMATIQUE DE LA COUPURE DU COURANT ÉLECTRIQUE

L'interruption du courant électrique en moyenne ou en haute tension s'accompagne généralement de la création d'un arc électrique qu'il faudra éteindre le plus rapidement possible pour éviter la détérioration de l'équipement par la chaleur dégagée (plusieurs milliers de degrés Celsius).

EN COURANT ALTERNATIF

Le cas le plus facile d'interruption du courant électrique est celui du courant alternatif dans un circuit ohmique. Le courant alternatif s'interrompt plus difficilement dans un circuit inductif ou capacitif que dans un circuit résistif puisque le courant et la tension sont déphasés. En outre, ces difficultés sont accrues lorsqu'il s'agit d'interrompre un court-circuit: l'intensité du courant à couper est alors très élevée et de plus, en alternatif, un courant de court-circuit est toujours fortement déphasé en arrière en raison de la réactance des machines et des lignes.

EN COURANT CONTINU

L'interruption d'un courant continu est plus difficile à réaliser parce qu'il faudra couper un grand courant sous une tension constante U de grande valeur.

CONCLUSIONS

Dans le domaine de la haute tension et au stade actuel de l'évolution technologique, un courant électrique est beaucoup plus difficile à couper lorsqu'il s'agit d'un courant continu que d'un courant alternatif. C'est pourquoi les appareillages de coupure à courant continu sont très complexes et coûtent plus chers que ceux utilisés en courant alternatif.

3 CONSIDERATIONS ECONOMIQUES

3.1 PERTES EN LIGNE

L'électricité transportée sur le réseau implique des pertes dont l'origine est de plusieurs natures.

Nous avons: les pertes par effet joule; par effet couronne ainsi que les pertes shunt, de fuite et par induction (hystérésis magnétique et diélectrique, courants de Foucault) et par effet Kelvin).

a) Pertes par effet joule

Elles constituent la composante principale des pertes de transport (environ 80 % des pertes globales).ces pertes sont causées par le courant qui circule dans les transformateurs et lignes et la résistance des éléments.Tous les éléments du réseau opposent une résistance au transport de la charge.

b) Pertes par effet couronne

La deuxième source en importance (à peu près 8% des pertes globales) est constituée des pertes par effet couronne. Les pertes par effet couronne sont plus importantes en alternatif qu'en continu.

c) Pertes par défaut d'isolement

Les pertes de fuite sont le résultat de courants à la surface des isolateurs et dans les gaines isolantes des lignes souterraines. Ces courants sont de faible amplitude, à peu un millième du courant nominale, mais touchent tous les isolateurs présents dans les lignes de transport, ce qui génère une certaine quantité de pertes.

A niveau d'isolement identique une ligne à courant continu présente les mêmes pertes qu'une ligne à courant alternatif.

d) Pertes par induction (hystérésis et courants de Foucault)

Les pertes par induction électromagnétique résultent de l'induction de courant dans des circuits parallèles fermés comme les fils de garde non isolés à leur point de support. Elles sont donc fonction du courant de charge circulant dans la ligne. Ces pertes sont inexistantes en courant continu.

e) Pertes par effet de peau ou Kelvin.

Ces pertes se manifestent uniquement en courant alternatif. En effet lorsque la section de la ligne est très grande, il se produit un effet d'auto-induction à l'intérieur du conducteur: les lignes de courant sont rejetées vers la surface externe.La partie centrale ne participant que peu ou pas du tout à la conduction, un conducteur cylindrique massif conduit le courant comme le ferait un tube d'épaisseur e; la section utile est plus petite que la section géométrique: la résistance en alternatif est plus grande qu'en continu et par conséquent provoque une perte d'énergie supplémentaire par effet joule.

f) Les pertes shunt

Les pertes shunt proviennent des appareils branchés à la terre dont les appareils de compensation, de soutien, de mesurage, de protection.

CONCLUSION: Les pertes en ligne sont réduites en courant continu. La réduction des pertes est en particulier liée au fait que la résistance en courant continu est plus faible qu'en alternatif (absence de l'effet de peau) mais surtout au fait que seule la puissance active est transportée en courant continu. Les pertes dues au transport de la puissance réactive n'existent pas en courant continu, le courant est donc seulement limité par les capacités thermiques des conducteurs. Avec le courant continu à haute tension, il y a des pertes supplémentaires dans les stations de conversion.

3.2 COÛT DES SYSTÈMES DE TRANSMISSION

Dans le transport de l'énergie électrique sur des grandes distances par des lignes électriques aériennes, on constate dans le cas général, que le coût des constructions des lignes aériennes en courant alternatif, pour une même puissance transportée et une même isolation, est plus élevé que dans le cas du courant continu. Cette situation est due d'une part au fait que pour la même tension nominale de la ligne U_n, le niveau d'isolement est plus faible en courant continu qu'en courant alternatif, et d'autre part la puissance transportée, à pertes spécifiques égales, est moitié en courant alternatif de celle transportée en courant continu. En plus les câbles utilisés en alternatif sont plus complexes que ceux utilisés en continu et par conséquent, coûtent plus chers.

En comparant une ligne triphasée simple avec une ligne bipolaire présentant la même résistance ohmique par phase, on constate que, pour une même puissance transitée et une même valeur crête de la tension de phase, les pertes de puissance sur la ligne à courant alternatif sont de 33% plus grande que celles en courant continu.

$$\Delta P_{CA}=1,33.\Delta P_{CC} \quad (10)$$

Et dans l'hypothèse où les sections des conducteurs, les puissances transportées, les pertes joules dans les deux systèmes sont égales, il en résulte que la ligne à courant continu est plus économique que celle à courant alternatif car elle présente deux fils conducteurs au lieu de trois; En outre son niveau d'isolement est de 87% de celui de la ligne à courant alternatif.

En dehors de toute considération technique, le choix économique d'utiliser ou pas du courant continu pour une liaison de grande longueur est lié en particulier à l'équilibre entre trois paramètres:

- Le coût supplémentaire des stations de conversion;
- Les pertes de ces stations de conversion;
- Les pertes en ligne

Il en résulte donc une longueur de la ligne au-delà de laquelle un projet à courant continu est rentable. On estime en général cette longueur à 500 ou 600km environ.

La figure ci-dessous donne les coûts de réalisation des systèmes continu et alternatif en fonction de la distance.

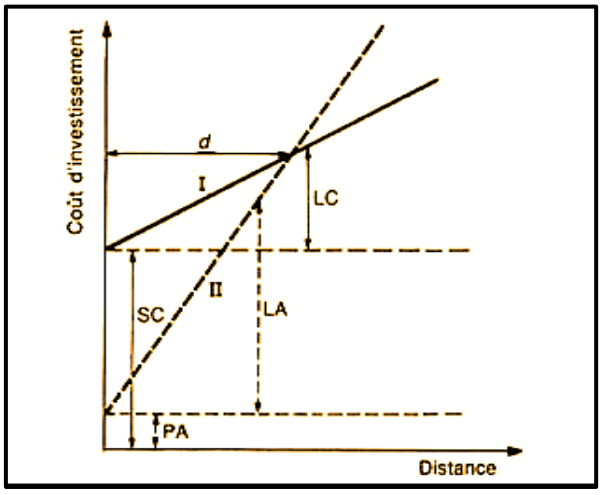


Fig. 16. Coût d'investissement des systèmes HVAC et HVDC en fonction de la distance

– – – Ligne à courant alternatif

——— Ligne à courant continu

d: distance critique à partir de laquelle le choix entre le système HVAC et HVDC est indifférent, elle va de 500 à 600km environ.
SC: coût des stations de conversion,
PA: coût des stations terminales AC,
LA: coût des lignes AC,
LC: coût des lignes DC

4 CONSIDERATIONS ENVIRONNEMENTALES

Les lignes à haute tension parcourues par des courants alternatifs émettent dans l'espace des ondes électromagnétiques à basse fréquence (ondes non ionisantes) qui peuvent avoir des effets néfastes sur l'organisme humain ou animal (cancer, leucémie, troubles neurologiques, etc.) en fonction de leurs intensités.

Les CEM ont une influence sur le vivant, car l'être vivant (bio électromagnétique) peut être considéré globalement comme un ensemble de processus électriques qui entrent en interaction avec ses mécanismes biochimiques.

Depuis plusieurs années face à l'évidence des conclusions des études il n'y a plus aucun doute que les champs électromagnétiques proches des THT sont nocifs pour la santé humaine.

Le tableau ci-dessous donne pour quelques lignes à haute tension, les valeurs des champs électriques et magnétiques émis en fonction de la distance et de la position par rapport à la ligne électrique.

L'effet couronne dans ces manifestations, présente des effets chimiques et contribue à la naissance de certains espèces chimiques, dérivés de l'air ambiant, tels que les oxydes d'azote (NO, $NO_{2)}$, des radicaux (HO et HO_2) ainsi que de l'ozone O_3 qui est un gaz instable, pouvant dégrader beaucoup de matières.

L'effet couronne produit des effets électromagnétiques qui se traduisent par des perturbations radiophoniques et émettent dans l'espace environnant les lignes électriques un bruissement caractéristique très gênant en cas de mauvais temps (pluies, brouillards, neiges...).

Les lignes à haute tension continue ou alternative transmettent généralement des grandes puissances. Pour une même capacité de transit et un même niveau de tension, on démontre que le couloir de transmission d'une ligne à courant alternatif est plus grand que celui d'une ligne courant continu et présente, en fonction de ses dimensions, un grand impact sur la destruction de l'écosystème forestier (abattage et élagage d'arbres, défrichement, érosion, sècheresse, etc.).

Pour exemple, le transport d'une puissance de 2GW avec des lignes de 400 à 500kV AC ou DC, nécessite un couloir de transmission d'environ 100m en alternatif et de 50 m en courant continu.si la distance de transport est de 2000km, cela représente à peu près une superficie occupée par la ligne d'environ 200km^2 en AC et de 100km^2 en DC, Sans compter les surfaces occupées par les postes de transformations et les stations de conversion dans le cas du courant continu.

5 AVANTAGES, INCONVENIENTS ET CRITERES DE CHOIX

L'emploi de la haute tension alternative (HVAC) en transport s'avère plus rentable pour des distances inférieures ou égales à 250km. Au-delà de cette distance, il faudra recourir à la technologie Haute tension courant continu (HVDC) dont l'intérêt réside dans la réduction des pertes d'électricité lors du transport par rapport aux technologies AC conventionnelles. En outre, elle nécessite moins de lignes de transport, ce qui signifie que le terrain occupé est moins important. La conversion du courant alternatif en courant continu ne peut être réalisée qu'à l'aide d'équipements spéciaux. Le HVDC n'est donc rentable que sur de longues distances, généralement supérieures à 600 ou 800 km pour les lignes aériennes et à 50 km pour les câbles souterrains ou sous-marins.

Le HVDC peut également être utilisé pour raccorder différents réseaux en courant alternatif et améliorer leur efficacité individuelle.

En courant continu, il y'a :

- Une meilleure utilisation de la section conductrice des câbles,
- Meilleure utilisation de l'isolant: le gradient de potentiel peut être plus élevé en continu tandis que, d'autre part, la « tension crête", typique du transport en alternatif, laisse place à la « tension nominale » qui autorise une tension plus élevée pour des caractéristiques d'isolement identiques;

Il ressort de ce qui précède que la puissance transportée par un ouvrage HVDC sera plus élevée, à caractéristiques techniques plus ou moins comparables (notamment au niveau de la section conductrice et de l'épaisseur de l'isolant), que pour une liaison à courant alternatif.

Considérons à présent, deux autres avantages mis en évidence par les experts:

- La stabilité de la ligne ne pose pas de problèmes en courant continu. Cette caractéristique est importante pour les grandes lignes où les problèmes de stabilité, en courant alternatif, peuvent conduire à réduire sensiblement la charge des liaisons, ou engendrer des dysfonctionnements;
- Les liaisons HVDC sont « bipolaires » et ne nécessitent donc que deux câbles là où le courant alternatif en impose trois, ce qui aboutit à des économies importantes au niveau du poste « câbles et accessoires ».

Le transport de l'énergie électrique en courant continu présente certains avantages par rapport au transfert à courant alternatif:

- La commande de la puissance peut se faire beaucoup plus rapidement. En moins d'une seconde, on peut inverser le sens d'écoulement des puissances de plusieurs centaines de Mégawatts.

La rapidité des systèmes de commande permet aussi de limiter les courants de court-circuit à des valeurs inférieures à celles rencontrées sur un réseau à courant alternatif. Cette réponse rapide permet d'utiliser une ligne à courant continu pour alimenter et stabiliser un réseau à courant alternatif.

Le réseau à courant continu peut permettre la modulation de la puissance à courant continu pour amortir les oscillations lorsque le réseau à courant alternatif est sur le point de devenir instable.

- On peut transporter le courant continu sur de grandes distances en utilisant des câbles souterrains ce qu'on ne peut pas se faire en courant alternatif à cause de la capacité des câbles.
- Un système à courant alternatif ne peut relier deux réseaux que s'ils fonctionnent à la même fréquence. De plus l'échange de puissance est imposé par la réactance de la ligne et le déphasage des tensions entre les deux extrémités.

6 CONCLUSION

Nous avons présenté dans cet article les différentes technologies utilisées dans le transport de l'énergie électrique sur des grandes distances, en dégageant pour chaque système ses avantages et ses inconvénients ainsi que les critères sur lesquels on se base pour faire le choix entre le système HVAC ou HVDC.

La transmission de l'énergie électrique peut se faire en courant alternatif ou en courant continu au moyen des lignes électriques aériennes ou souterraines ou sous-marines. Il ressort de cette analyse que pour bien effectuer cette étude, il faut considérer deux systèmes transportant dans les mêmes conditions, la même puissance, sous la même tension et sur une même distance.

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que le Courant alternatif à haute tension est plus facile à produire que le courant continu, cela nécessite l'utilisation des alternateurs associés à des transformateurs statiques.

La production du courant continu ne peut s'obtenir de manière économique que par transformation des ondes de tensions alternatives. Ce qui montre que les deux systèmes de tensions sont loin de se séparer l'un de l'autre. Leur utilisation systématique dépendra des conditions imposées par les systèmes de transport d'énergie.

L'emploi du courant alternatif en transport se justifie, économiquement et techniquement, pour des courtes distances, environ 250km.

Pour acheminer de l'électricité sur des très grandes distances supérieures à 500km, il est nécessaire d'accroître la tension: 750kV et plus. On est limité dans cette voie par des problèmes d'isolement et de coût des matériels et équipements.

L'usage du courant continu est rentable pour des distances de transit supérieur à 500 ou 600 km.

REFERENCES

[1] THEODORE WILDI, Electrotechnique, 2ème édition, presses de l'université de Laval, 1993.

[2] MICHEL AUGET ET JEAN JACQUES MORF, Energie électrique, Presses polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne, 1987.

[3] J.C. MAUCLERC, Y. AUBERT, A. DOMENECH, Guide du technicien en électrotechnique, Hachette technique, 2003.

[4] BOUMILEK RADIA, Effet du phénomène de bifurcation du transport HVAC-HVDC sur la qualité de l'énergie électrique transmise, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de magistère en réseaux électriques, université Annaba, 2007.

[5] PASCAL MONJEAN, Optimisation de l'architecture et des flux énergétiques des centrales à énergies renouvelables offshore et on shore équipées des liaisons en continu. Thèse soutenue en vue de l'obtention du grade de docteur en génie électrique délivré par l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Paris, 2012.

[6] MIDA DRIS, Transport d'énergie en courant continu (HVDC).Cours de 2è Master Réseaux électriques, Université d'El Oued, 2007-2008.

[7] LUC LASNE, Electrotechnique: les réseaux électriques, Dunod, 2008.

[8] TOMASZ DROBIK, High-voltage direct current transmission lines, IEEE Conference Publishing, ul. Pulaskiego 32/13, 46-100 Namyslow, Poland.

[9] LEON CHETTY, N. IJUMBA, Rural electrification using overhead HVDC transmission lines, HVDC Centre, University of KwaZulu-Natal, South Africa.

[10] General Overview of HVDC Transmission System.

[11] EDGAR GILON, Electrotechnique, Université catholique de Louvain, 1978.

[12] FABRICE D'EUSTACHIO, « Les enjeux des systèmes HVDC dans les réseaux de transport d'électricité«, mémoire, eicnam, 2013-2014.

[13] G. DE ROSENBAUM, Transport d'énergie électrique à très grande distance et en très grande quantité en utilisant le courant alternatif: Considérations sur l'interconnexion Inga-Shaba, Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, Bruxelles, 1973.

[14] DRAGAN JOVCIC, A comparison of inverter current control and rectifier control for HVDC systems.