C I J

English-French Bilingual journal

CIRMA INNOVATIONS JOURNAL

Health, Environment and Sustainability (HES) Special Issue

Volume 1, Issue 1 (Oct. – Dec. 2026), Legal Deposit : HR 3.02608-57639

Numéro Spécial H.E.S. (Santé, Environnement et Durabilité)

Edition bilingue Anglais-Français de la Revue C.I.J. (Vol. 1, Nº 1 Oct. – Déc. 2026)
Dépôt légal : HR 3.02608-57639



CIRMA CENTRE INTERNATIONAL POUR LA RECHERCHE MULTIDISCIPLINAIRE APPLIQUEE

HES Special Issue CHIEF EDITOR
Prof. Dr. Eng. Josiane Nikiema
PhD- Biochemistry, ETS/ UQM
Montreal, Canada

C.I.J JOURNAL MANAGER
Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi
PhD- Hydro-Economics, ERE/ UNIKIN
Kinshasa, DRC

CONTACTS
Website: https://cirmatechinnovations.org Email: admin@cirmatechinnovations.org WhatsApp:+24176458686; +243826875664

C I J

CIRMA INNOVATIONS JOURNAL

Health, Environment and Sustainability Special Issue

Volume 1, Issue 1 (Oct.-Dec. 2026), Legal Deposit: HR 3.02608-57639

Numéro Spécial H.E.S. (Santé, Environnement et Durabilité)

Edition bilingue Anglais-Français de la Revue C.I.J. (vol. 1, Nº 1 Oct.– Déc. 2026)

Dépôt légal : HR 3.02608-57639

Contacts: Website: https://cirmatechinnovations.org, Email : admin@cirmatechinnovations.org
WhatsApp:+24176458686; +243826875668

HES Special Issue CHIEF EDITOR
Prof. Dr. Eng. Josiane Nikiema
PhD- Biochemistry, ETS/ UQM
Montreal, Canada

C.I.J JOURNAL MANAGER
Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi
PhD- Hydro-Economics, ERE/ UNIKIN
Kinshasa, DRC

Publisher

CENTRE INTERNATIONAL POUR LA RECHERCHE MULTIDISCIPLINAIRE APPLIQUEE (CIRMA)
INTERNATIONAL CENTER FOR MULTIDISCIPLINARY APPLIED RESEARCH (CIRMA)

TABLE DES MATIÈRES

KEY JOURNAL FEATURES..... 41

EDITORIAL BOARD 17

LIGNE EDITORIALE 15

REFLEXION D'UN DE NOS LECTEURS : LA GRANDE FAILLITE DU DOCTORAT THEORIQUE AFRICAIN NOUS OBLIGE A REPENSER L'IMPACT SOCIETAL DE NOTRE SYSTEME EDUCATIF : POURQUOI LA CHINE RECONSTRUIT SES THESES PENDANT QUE NOUS TOURNONS DES PAGES INUTILES ?..... 17

ARTICLE.1. TRAITEMENT PHYTOCHIMIQUE DES EAUX DE SURFACE ET EFFICACITE DES GRAINES DE MORINGA OLEIFERA LAM : EXPERIENCE MENEE A KENGE, EN RD CONGO 19

AUTEURS : FREDERICK MULWELE NDOMBE, CUSH NGONZO LUWESI, DIEUDONE MUSIBONO EYULANKI, THEOPHILE MBEMBA FUNDU, ALBERT RUHAKANA, RUFFIN KIKADIMAU NAKWETI

ARTICLE2. GESTION DES DECHETS D'EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES ET SON IMPACT SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL SUR LA VIE A KENGE, EN RD CONGO 41

AUTEURS : ALEXIS TOHEMO LUKAMBA, FISTON MAYAMBA MUKANZA, MBUTA MUNGALU SUMBU, JEAN RICHARD MUKONDO MUGODI, ADRIEN LUYATU KIBUNGULU

ARTICLE 3. GESTION DES DECHETS MENAGERS SOLIDES ET LA PROBLEMATIQUE DE L'ASSAINISSEMENT DANS L'AIRE DE SANTE DE MATEBA, ZONE DE NGABA, KINSHASA, RDC 61

AUTEURS : JOEL KAFUMBI KATSIATSIA , CLAUDINE KANDI MIKUMBA

ARTICLE 4. ANALYSE FLORISTIQUE DES ORCHIDEES EPIPHYTES EN MILIEU OUVERT DE LA VILLE DE KENGE, PROVINCE DU KWANGO, RDC 73

AUTEUR : PATIENCE KUZIETUKA MAPASI

ARTICLE 5. ANALYSE EXPERIMENTALE DU RENDEMENT DES TECHNIQUES DE PRODUCTION DES ESPECES LOCALE ET INDIENNE DE CULTURE DE JATROPHA CURCAS L. DANS LA PROVINCE DU KWANGO, RDC 87

AUTEURS : BONAVENTURE LUNGA PELENDE, RIGOBERT LUNGA ZOLA

ARTICLE 6. EFFICACITE DE L'APPROCHE COMMUNAUTAIRE D'INTEGRATION DE LEADERS D'OPINION DANS LA CHAINE DE DETECTION DE LA TUBERCULOSE DANS LA ZONE DE SANTE DE KAHEMBA, RDC 107

AUTEURS : JEAN LUSAMBU KUSA, JOËL KAFUMBI KATSIATSIA, MICHÉ MITONDO MBUTA, ROMAINE KILUWA KAMBELA

KEY JOURNAL FEATURES

Journal Identity

Journal title: CIRMA Innovations Journal
Journal initials: C.I.J
Special Issue : Health, Environment and Sustainability (HES)
Journal web Link: https://cirmatechinnovations.org/index.php/CIJ-HES
Email Journal Manager: admin@cirmatechinnovations.org
Email Journal Editor: ufr4edit@cirmatechinnovations.org
Contact for information: info@cirmatechinnovations.org

Key Information

CIRMA Innovations Journal is a bilingual English-French journal it aims to contribute to current innovative efforts being deployed in the African continent to avail water, food, medication and other technological gadgets mainly drawn from the natural environment, on which dependent more than 70% of the African people, whose active status depends on the sustainability of health services. We need insight into human collection and uses of medicinal plants, foodstuffs and nutraceutical products, as well as the use pharmaceutical and provision of dietetic and health services to predict the status of the environment, relate it to health sustainability and promote the adherence and respect of key protocols in the nutrition and health systems of African countries.

Journal publication schedule

The average number of weeks it takes for an article to go through the editorial review process for this journal is seven weeks, including standard publications and desk rejects. There are five key steps:

1. Preliminary checked and assignment: From manuscript submission to the initial decision on the article, it takes at least three days. During that period, the manuscript is submitted to preliminary checks and adjustments prior to being assigned to two independent reviewers.
2. Peer Review: During a minimum of two weeks and three days, the reviewers verify the paper and recommends actions for improvement of the manuscript
3. Revisions: Upon completion of their review, the reviewers pass the manuscript to the editorial team who will have three weeks to forward it to the authors for revisions and re-forward it to Reviewers for their consent or rejection
4. Final editorial decision: The editorial team decides within three days upon on the publication or rejection of the article for takes the final decision
5. Printing and posting: The manuscript is finally submitted for lay-out and printing prior to being published online within three days.

Journal description

Health, Environment and Sustainability (HES) Special Issue of the CIJ is a bilingual English-French journal dealing with issues of sustainability in the provision of food, nutrition and ecosystem services for community health and welfare. The journal emerged in 2019 as a bi-annual Special Issue on Health and Environment Sustainability of the Journal of Biomedical Scientific and Technical Research (BJSTR), of the Biomedical Research Network + (USA). This special Issue was intended to build the capacity of the academic staff of the “Marie-Reine de la Paix“ Health College of

Kenge (ISTM-MRP Kenge) in DRC (Congo-Kinshasa). Both the French and English special Issues were published under the leadership of the General Manager, Professor Dr. Cush Ngonzo Luwesi (PhD, MSC, MA), with the assistance of Prof. Dr. John Inipavudu Baelani (PhD, MSC, MPH) and the support of two International NGOs, namely Doctors of Africa and the Foundation of Young Volunteers for Environment (FYVE). The success of the previous successive editions laid a basis for the emergence of a full-fledged journal publication under the cover of CIRMA Innovations Journal (CIJ).

Focus of the Journal

CIRMA Innovations Journal is published quarterly in a set of four special issues managed by different Training and Research Units (UFR) of the CIRMA alma mater :

- UFR1 Applied Science and Technology Innovations' Research (ASTIR) special issue (January-March, by IRGIB Africa University at Cotonou, Benin);
- UFR2 Economics and Business Innovations' Review (EBIR) special issue (April - June, by AUMT at Libreville, Gabon)
- UFR3 Innovative Laws, Administration-and Policy In-depth Research (ILAPIR) special issue (July-September), by the Kongo University at Mbanza-Ngungu, DRC
- UFR4. Health, Environment and Sustainability (HES) special issue (October-December), by ETS of the University of Quebec at Montreal, Canada

The scope of this special issue

The C.I.J. Health, Environment and Sustainability Special Issue (HES) dealing with issues of sustainability in the provision of food, nutrition health and environmental services as well as ecosystems services. The journal main intent is to promote the adherence and respect of key protocols in the nutrition and health systems of African countries while assessing the prevention of health issues through responsible environmental protection. Recent scientific evidences show that food is by excellence our first medicine, so are medicinal plants our second drugs, including the kingdom of animals. All primates' feeding behavior has both nutritional properties as well as some dietetic and medicinal characteristics. The similarities of biochemist, physiologic and genetic processes of nutrition and dietetics among human-beings and other primates are a vast field of research that has been fully explored, from food gathering to ingestion and digestion as well as the apprehension of the trade-offs between nutrition and intoxication. Their medicinal interest is explained by unbalanced food nutrients and the presence of toxins ingested in the body. However, very little attention has been put on the environmental value of the optimal amount of food and plants being used for medicinal and nutritional purposes.

Considering the emerging environment and changing patterns of infectious diseases caused by protozoans and viruses, notably Coronaviruses, HIV/AIDS, Ebola, Zika, malaria and other neglected tropical diseases, and given the growing resistance of vectors towards the available insecticidal molecules on the markets, the practice of hygiene and distancing in a clean environment have been propounded as remedies. But for how long would this environment remain safe? That is where sustainability comes in. It is thus urgent to seek for new ways of managing diseases with less active pharmaceutical molecules and associated toxins while monitoring the use of molecules from plants and their ecosystems, to effectively combat these emerging threats. This journal treasures the last decades results of indigenous medicines and pharmacological research on plant uses for curative medicine and prevention of

diseases to propose new pathways for ensuring sustainability between health practices and environmental conservation.

In this regard, topics that are relevant to this journal includes but are not limited to:

1. Updates on nutritional diseases, emerging infectious diseases and the changing patterns of protozoans and viruses: new assessments and lessons learned on combating Kwashiorkor, Konzo, Marasm, Coronaviruses, HIV/AIDS, Ebola, Zika, Influenza, malaria and other neglected tropical diseases
2. Disease prevention, waste economics and management: Tradeoffs between food, nutrition and health services on one end, and waste management and ecosystem services on the other; cost-benefit analysis and willingness to pay for environmental restoration, including watersheds and other ecosystems
3. Toxins control and nutraceuticals: Water, food and plant use, its implications on health,; swallowing toxins and gastrointestinal parasites control through biochemical, ethnomedicinal and pharmacological engineering processes.
4. Zoopharmacognosy in great apes and mineral elements of primate diets: The use of herb gardens and medicinal plants by primates living in the zoos and its implications on the biochemistry of primates, including humans
5. Sustainability during the pandemics: Environmental innovations for valuing ecosystem services, social norms and health protocols as well as other lessons learned on cultural roots, the use of hygiene, waste management and environmental protection during the emergence of infectious diseases, including Coronaviruses, HIV/AIDS, Ebola, Zika, Spanish Influenza, malaria and other neglected tropical diseases…

Open access policy copyrights and sponsorship

open access policy

This journal is open access and distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). It relies on voluntary donations and no-remunerated independent appraisers and members of the editorial board from the academia as well as health and environmental services, particularly from the medical schools, health colleges and hospitals as well as water and environment graduate schools and the industry at large.

Copyright notice

Authors have several assets for publishing with us, including a rigorous peer review process; the ownership of authorship and copyrights; the global archiving of articles; the immediate and unrestricted online access; and, a unique DOI for all their articles.

Sponsorship disclosure

The Journal encourages and receives all voluntary donations, authors contributions and no-remunerated independent appraisers or reviewers. For the launching of the previous special editions, it fully relied on the funding of two International NGOs, namely Doctors of Africa and the Foundation of Young Volunteers for Environment (FYVE). But as per now, it is expecting the financial support of the members of the public and development partners.

.

EDITORIAL BOARD

Introduction

The editorial board of CIRMA Innovations Journal consists of a group of prominent people in academia, scientific research and the journal's special issue field. They are mainly drawn from three partnering universities from Benin, DRC and Gabon. They act as ambassadors for the journal and contribute to its high quality. These universities include the IRGIB Africa University of Cotonou (Benin), Kongo University (DRC) and the African University of Management & Technologies (AUMT, Libreville, Gabon).

This special Issue is particularly edited by Prof. Dr. Eng. Virgile Ahyi (PhD, MSC, B.Eng., Tel-Aviv, Israel), Prof. Dr. Eng. Josiane Nikiema (PhD, MSC, B.Eng., ETS- Quebec, Canada), Dr. Jean-Robert Ngola Monzinga (MD, MPH, BSc, OPENGOVCA, Canada), Prof Bertin Gbaguidi (PhD, MSC, BSc-Nutrition, Abomey-Calavi, Benin), Prof Dr. John Inipavudu Baelani (PhD, MPH, MD), Raphael T. Muamba (PhD, MSC. BSc.Hydro, Kinshasa, DRC), Nourreddinne Gaaloul (PhD, MSC, B.Eng-Hydro, IRESA, Carthage, Tunisia), Prof. Avocefohoun (PhD, MSC, BSc.Env., Abomey-Calavi, Benin) Prof. Gado Dramane (PhD, MSC, BSc. Bio-info, IRGIB Africa, Benin) and Pr LOGBO Harrod (PhD, MSC, B.Eng.-Systems, IRGIB Africa, Benin) and Prof Jean-Marie Dembele (PhD, MSC, B.Eng-Computer, Gaston-Berger, Senegal), ...under the management of Professor Cush Ngonzo Luwesi (PhD, MSC, MA, BA.Econ) and the support of other editorial members of the Journal.

EDITORIAL BOARD COMPOSITION

Journal Manager

Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi (PhD, Msc, MA, BA- Hydro-Econ), Full professor of climate change economics and water planning, Regional School of Water at the University of Kinshasa, DRC & the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Chief Editors

UFR1 Chief Editor: Prof. Dr. Eng. Virgile Ahyi (PhD, MSC, B.Eng.- Chemistry), Tel-Aviv, Israel), Forensic and Full professor of pharmacy, chemistry and industrial processes engineering, University of Tel-Aviv, Israel & IRGIB Africa University, Benin

UFR2 Chief Editor: Prof. Dr. Christ Hermann POUNAH (Postdoc, PhD, MA, BBA-Law), Professor of Private Law and Business administration as well as African cyberspace at the African University of Management & Technologies (AUMT, Gabon).

UFR3 Chief Editor: Prof. Dr. Fweley Diangitukwa (PhD, MA, B.A-Law), Professor of international Law, African geopolitics and development strategies at the Kongo University & National Pedagogical University (UPN), in DRC.

UFR4 Chief Editor: Prof. Dr. Eng. Josiane Nikiema (PhD, MSC. B.Eng.- Biochemistry), Professor of Water engineering and environmental processes, Department of Construction Engineering, Ecole de Technologies Supérieure (ETS) of the University of Quebec in Montreal (UQM), Canada

Associate Editors

UFR1 Associate Editor : Prof. Gbaguidi Bertin (PhD, MSC. B.Eng.- Chemistry), Professor of nutrition engineering and public health, at IRGIB Africa University & Abomey-Calavi University, Benin

UFR2 Associate Editor : Prof. Dr. Françoise Michelle IKAPI (Postdoc, PhD, MA, BA-Social work), Full Professor of social et social administration at the African University of Management & Technologies (AUMT), Gabon

UFR3 Associate Editor : Prof. Dr. Richard Lumbika Nlandu (PhD, MA, B.A-Law), Professor of International Law, human rights and development at the Kongo University & Joseph Kasavubu University (UKV), DRC.

UFR4 Associate Editor : Dr. Jean-Robert Ngola Monzinga (MD, MPH, MSc, BSc), Director at OPENGOVCA and Tutorial Fellow at the Faculty of Medicine at the University of Quebec in Montreal (UQM), Canada

Editorial board members

UFR1 Applied Science and Technology Innovations' Research (ASTIR) special issue

Prof. Dr. Eng. Josiane Nikiema (PhD, MSC. B.Eng.- Biochemistry), Professor of Water engineering and environmental processes, Department of Construction Engineering, School of Superior Technology (ETS) of the University of Quebec in Montreal (UQM), Canada

Prof. Dr. Guyh Dituba Ngoma (PhD, MSc, BSc- Eng.) Professor of Electrical engineering and energy systems at the University of Quebec at Abitibi-Temiscamingue (UQAT), Canada

Prof. Noureddine Gaaloul (PhD, MSC.Eng, Water) Full professor of Hydrology and Water Engineering, at IRESA & University of Carthage, Tunisia

Prof. Dr. Gilbert Majaliwa (PhD, Mphil, MSc, BSc- Physics/ Environ), Director at RUFORUM & Full Professor of physics, geosciences and the environment at Makerere University, Uganda

Prof. Dr. Eng. Jean-Marie Kilesye (PhD, MSc, BSc-Eng, Water), Executive Director at WATERNET (Botswana) & Professor of civil engineering and water works, at the University of Lubumbashi, DRC

Prof. Dr. Prof. Fils Makanzu Imwanga (PhD, MSc, BSc- Geography), Full Professor of Physical geography and Disaster risk assessment, at the Department of Geosciences of the University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Patience Ngelinkoto Mpia (PhD, MSc, BSc - Chemistry), Professor of Biochemistry and Toxicology at the National Pedagogical University (UPN), Kinshasa, DRC

Prof. Dr. John Inipavudu Baelani (PhD, MPH, MD), Professor of public health and community development at the Faculty of Medicine, University of Goma, DRC

Prof. Dr. Jean-Pierre Alworonga Opara (PhD, MD, MSc, BSc- Pediatrics), Full Professor of Pediatrics and biomedical sciences at the Faculty of Medicine, at the University of Kisangani (DRC)

Prof. Dr. Zachary Tsongo Kibendelwa (PhD, MD, MSc, BSc- Post-surgery), Full Professor of Surgery diseases at the Faculty of Medicine, of the University of Kisangani, DRC

Prof Dr. Pierre Watcho (PhD, Msc, BSc- Biology), Professor of Animal biology and reproductive physiology, at the Faculty of Sciences, of the University of Dschang, Cameroon

Prof Hamidou Bah Tall (MD, PhD, MPH, MSc, BSc- Environment/Health), Assistant Professor, Institute of Mountain Hazards and Environment, China

Prof. Dr. Carmel Kifukieto (PhD, Msc, BSc- Agronomy), Associate Professor of Natural Resource Management and Agro-ecosystems inventory at the University of Kwango, Kenge, DRC

Prof. Dr. Floribert Ntungila Nkama (PhD, MSc, BSc- Economics), professor of Development and health economics at the University of Kinshasa, RDC

Prof. Dr Mamudu Abunga Akudugu (PhD, MPhil, BSc-Agric. Economics), Associate professor of Agriculture Technology and Livelihoods, at the University for Development Studies, Tamale, Ghana

Dr Atakilte Beyene (PhD, MSC-Environment/ Agric extension), Associated Tutor Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden

Dr. Jean-Robert Ngola Monzinga (MD, MPH, MSc-Nutrition, Msc-Toxicology), Director at OPENGOVCA, Canadian Medical Association & Associated Tutor at UQM, Montral, Canada

Dr. Isaiah Agorinya (PhD, MSC-Epidemiology, MPH), Lecturer, Department of Epidemiology and Biostatistics, University of Health and Allied Sciences, Basel Kanton, Switzerland

Prof. Chris A. Shisanya (PhD, Msc, BSc- Geography), Full Professor of Climatology and water management at the Department of Geography, Kenyatta University, Kenya

Prof. Chadrack Murimi (PhD, MSc, BSc- Geography) **,**Associate Professor of geomorphology and water systems at the Department of Geography, Kenyatta University**,** Kenya

Dr. Alphonse Avocefohoun (PhD, MSc, BSc- Geography)**,** Senior Lecturer of Environnemental Imagery at IRGIB Africa University, Benin

Dr. Harrod Logbo (PhD, MSc, BSc- Maths)**,** Senior Lecturer of Systems engineering and calculus at IRGIB Africa University, Benin

Dr. Gado Dramane (PhD, MSc, BSc- Biology), Senior Lecturer of Physiology and bioinformatics, at IRGIB Africa University, Benin

Prof. Dr. Alois Lulengo Lusala (PhD, MA, BA- Education), Professor of Applied pedagogy and didactics of physical sciences and associated technologies at the Pedagogical Higher Institute (ISP), Mbanza-Ngungu, DRC

UFR2. Economics and Business Innovations' Review (EBIR) Special Issue

Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi (PhD, Msc, MA, BA- Econ/Hydro), Full professor of climate change economics and water planning, Regional School of Water at the University of Kinshasa, DRC & at the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Prof. Dr Mamudu Abunga Akudugu (PhD, MPhil, BSc-Agric. Economics), Associate professor of Agriculture Technology and Livelihoods, at the University for Development Studies, Tamale, Ghana

Prof. Dr. Xavier Bitemo Ndiwulu (PhD, MSc, BSc- Economics), Full professor of Macroeconomics, monetary economics and International finance at the Kongo University, RDC

Prof. Dr. Justin Kamavuako Diwavova (PhD, MA, BA- Applied Economics), Full professor of finance business development and entrepreneurship at the Kongo University, RDC

Prof. Dr. Jean-Papy Manika Manzongani (PhD, MA, BA- Applied Economics), Professor of Business development and entrepreneurship at the Kongo University, RDC

Prof. Dr. Flavien Makiese Ndoma (PhD, MA, BA- Applied Economics), Associate professor of Labour economics and HRM at the Kongo University, RDC

Prof. Dr. Beaujolais Bofoya Komba (PhD, MSc, BSc-Economics) EPMAN Full professor of Mathematical economics, econometrics and macroeconomic modelling at the University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Floribert Ntungila Nkama (PhD, MSc, BSc- Economics), EPMAN Professor of Development and health economics at the University of Kinshasa, RDC

Prof. Dr. Remy Bolito Losembe (PhD, MSc, BSc- Economics), EPMAN Full professor of Macroeconomics, monetary economics and International finance at the University of Kinshasa, RDC.

Prof. Dr. Jacques Lomembe Kamba (PhD, MSc, BSc- Economics), Associate professor of Macroeconomics, monetary economics and International finance at the University of Kinshasa, RDC.

Prof. Dr. Nelson H. Were Wawire (PhD, MSc, BSc-Economics/Math) Full professor of Econometrics and macroeconomic modelling at Kenyatta University, Nairobi, Kenya.

Prof. Dr. Jean-Bosco Nsuami Ngoma (PhD, MA, BA-Applied economics), EPMAN professor of Financial management and accounting at the University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Essam O. Badr (PhD, MSc, Bsc- Agric. Economics), Associate professor of Agricultural Economics and agribusiness, at Damietta university (Egypt) & King Faisal University, Saudi Arabia

Prof. Dr, Seham Dawoud Zaky Dawoud, (PhD, MSc, BSc- Agric. Economics), Associate professor of Agricultural economics and agribusiness, at Damietta University, Egypt

Prof. Dr. Samia Satti Nour (PhD, MSc, BSc- Applied Economics) Professor of Economics and business studies, Economics department, Khartoum University, Sudan

Dr Esnel Iyembit (Postdoc, PhD, MBA, BBA), Senior Lecturer of Strategic management and marketing at the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Dr. Path Patrice Mintsa Ondo (Postdoc, PhD, MBA, BBA), Senior Lecturer of Business studies, Organizational management and HRM, at the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Dr. Pierre Gaëtan Ango Nguema (Postdoc, PhD, MSc, BSc - Economics), Senior Lecturer of Econometrics and macroeconomic modelling at the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Dr Ben Vas Nyamadi (PhD, MSc, BSc- Economics) CEO Ghana Irrigation Development Authority (GIDA), Lecturer of Environmental economics at Kwame Nkhrumah University of Science and Technology (KNUST), Kumasi, Ghana.

Dr. Mary Nyawira Mutiso (PhD, MA, BA- Geography), Senior Lecturer of Economic and development geography at Taita Taveta University, Kenya.

Dr. Peter Philip Wambua (PhD, MBA, BBA), Senior Lecturer of Business studies and HRM, at the Department of Human Resource Management, Kenyatta University, Kenya

Prof. Dr. Jane Wanjira Njuguna (PhD, MA, BA-Sociology), Associate professor of Community development at the School of Business, Kenyatta University, Kenya

Prof. Dr. Germain Kuna Maba (PhD, MA, BA- Public Law), Full Professor of Public policy, governance and political leadership at the Kongo University and University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Lievin Mbungu Tsende (PhD, MA, BA- Economic Law), Professor of Labour Law and digital governance at the Kongo University and University of Kinshasa, DRC

UFR3. Innovative Laws, Administration-and Policy In-depth Research (ILAPIR) Special Issue

---

Prof. Dr. Germain Kuna Maba (PhD, MA, BA- Public Law), Full Professor of Public policy, governance and political leadership at the Kongo University and University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Lievin Mbungu Tsende (PhD, MA, BA- Economic Law), Professor of Labour Law, digital Law and ICT governance at the Kongo University and University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Guylain Makiese Lema (PhD, MA, BA- Public Law), Associate Professor of Criminal Law, criminal science and the protection of human rights at the Kongo University and the National Pedagogical University (UPN), DRC

Prof. Dr. Jean-Michel Kumbu Ki Ngimbi (PhD, MA, BA- Economic Law), Full Professor of Labour Law and OHADA business Laws at the Kongo University and University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Kodjo Ndukuma Adjayi (PhD, MA, BA- Public Law), Professor of Digital economy Law and cyber criminality , governance and political leadership at the Protestant University of Congo (UPC) and the National Pedagogical University (UPN), DRC

Prof. Dr. José Mvuezolo Bazonzi (PhD, MA, BA- Sociology), Professor of Qualitative methods in social science and development evaluation at the GREC, Faculty of Social Sciences, at University of Kinshasa and at the Kongo University, DRC

Prof. Dr. Jane Wanjira Njuguna (PhD, MA, BA-Sociology), Associate professor of Community development at the School of Business, Kenyatta University, Kenya

Prof. Dr. Françoise Michelle IKAPI (Postdoc, PhD, MA, BA-Social work), Full Professor of social et social administration at the African University of Management & Technologies (AUMT), Gabon

Prof. Dr. Christ Hermann POUNAH (Postdoc, PhD, MA, BBA-Law), Professor of Private Law and Business administration as well as African cyberspace at the African University of Management & Technologies (AUMT, Gabon).

Prof. Dr. Jean-Paul Yawidi Mayinzambi (PhD, MA, BA- Education), Full Professor of School education, psychology and psychanalysis at the National Pedagogical University (UPN), DRC

Prof Dr. Maurice Nsakala Lengo (PhD, MA, BA- Education), Professor of Applied English linguistics, didactics of foreign languages and the evaluation of learning competences at the Pedagogical Higher Institute (ISP), Mbanza-Ngungu, DRC

Prof. Dr. Alois Lulengo Lusala (PhD, MA, BA- Education), Professor of Applied pedagogy and didactics of physical sciences and associated technologies at the Pedagogical Higher Institute (ISP), Mbanza-Ngungu, DRC

Prof. Dr. Justin Kamavuako Diwavova (PhD, MA, BA- Applied Economics), Full professor of finance business development and and entrepreneurship at the Kongo University, RDC

Prof. Dr. Jean-Papy Manika Manzongani (PhD, MA, BA- Applied Economics), Professor of Business development and entrepreneurship at the Kongo University, RDC

Prof. Dr. Flavien Makiese Ndoma (PhD, MA, BA- Applied Economics), Associate professor of Labour economics and HRM at the Kongo University, RDC

Prof. Dr. Jean-Bosco Nsuami Ngoma (PhD, MA, BA-Applied economics), EPMAN professor of Financial management and accounting at the University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Essam O. Badr (PhD, MSc, Bsc- Agric. Economics), Associate professor of Agricultural Economics and agribusiness, at Damietta university (Egypt) & King Faisal University, Saudi Arabia

Prof. Dr, Seham Dawoud Zaky Dawoud, (PhD, MSc, BSc- Agric. Economics), Associate professor of Agricultural economics and agribusiness, at Damietta University, Egypt

Prof. Dr. Samia Satti Nour (PhD, MSc, BSc- Applied Economics) Professor of Economics and business studies, Economics department, Khartoum University, Sudan

Dr Esnel Iyembit (Postdoc, PhD, MBA, BBA), Senior Lecturer of Strategic management and marketing at the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Dr. Path Patrice Mintsa Ondo (Postdoc, PhD, MBA, BBA), Senior Lecturer of Business studies, Organizational management and HRM, at the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Dr. Mary Nyawira Mutiso (PhD, MA, BA- Geography), Senior Lecturer of Economic and development geography at Taita Taveta University, Kenya.

Dr. Peter Philip Wambua (PhD, MBA, BBA), Senior Lecturer of Business studies and HRM, at the Department of Human Resource Management, Kenyatta University, Kenya

Prof. Dr. Jane Wanjira Njuguna (PhD, MA, BA-Sociology), Associate professor of Community development at the School of Business, Kenyatta University, Kenya

UFR4 Health, Environment and Sustainability (HES) Special Issue

Prof. Dr. Eng. Josiane Nikiema (PhD, MSC. B.Eng.- Biochemistry), Professor of Water engineering and environmental processes, Department of Construction Engineering, School of Superior Technology (ETS) of the University of Quebec in Montreal (UQM), Canada

Prof. Dr. Guyh Dituba Ngoma (PhD, MSc, BSc- Eng.) Professor of Electrical engineering and energy systems at the University of Quebec at Abitibi-Temiscamingue (UQAT), Canada

Prof. Noureddine Gaaloul (PhD, MSC.Eng, Water) Full professor of Hydrology and Water Engineering, at IRESA & University of Carthage, Tunisia

Prof. Dr. Gilbert Majaliwa (PhD, Mphil, MSc, BSc- Physics/ Environ), Director at RUFORUM & Full Professor of physics, geosciences and the environment at Makerere University, Uganda

Prof. Dr. Eng. Jean-Marie Kilesye (PhD, MSc, BSc-Eng, Water), Executive Director at WATERNET (Botswana) & Professor of civil engineering and water works, at the University of Lubumbashi, DRC

Prof. Dr. Prof. Fils Makanzu Imwanga (PhD, MSc, BSc- Geography), Full Professor of Physical geography and Disaster risk assessment, at the Department of Geosciences of the University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Patience Ngelinkoto Mpia (PhD, MSc, BSc - Chemistry), Professor of Biochemistry and Toxicology at the National Pedagogical University (UPN), Kinshasa, DRC

Prof. Dr. John Inipavudu Baelani (PhD, MPH, MD), Professor of public health and community development at the Faculty of Medicine, University of Goma, DRC

Prof. Dr. Jean-Pierre Alworonga Opara (PhD, MD, MSc, BSc- Pediatrics), Full Professor of Pediatrics and biomedical sciences at the Faculty of Medicine, at the University of Kisangani (DRC)

Prof. Dr. Zachary Tsongo Kibendelwa (PhD, MD, MSc, BSc- Post-surgery), Full Professor of Surgery diseases at the Faculty of Medicine, of the University of Kisangani, DRC

Prof Dr. Pierre Watcho (PhD, Msc, BSc- Biology), Professor of Animal biology and reproductive physiology, at the Faculty of Sciences, of the University of Dschang, Cameroon

Prof Hamidou Bah Tall (MD, PhD, MPH, MSc, BSc- Environment/Health), Assistant Professor, Institute of Mountain Hazards and Environment, China

Prof. Dr. Carmel Kifukieto (PhD, Msc, BSc- Agronomy), Associate Professor of Natural Resource Management and Agro-ecosystems inventory at the University of Kwango, Kenge, DRC

Prof. Chris A. Shisanya (PhD, Msc, BSc- Geography), Full Professor of Climatology and water management at the Department of Geography, Kenyatta University, Kenya

Prof. Chadrack Murimi (PhD, MSc, BSc- Geography) **,**Associate Professor of geomorphology and water systems at the Department of Geography, Kenyatta University**,** Kenya

Prof. Dr. Beaujolais Bofoya Komba (PhD, MSc, BSc-Economics) EPMAN Full professor of Mathematical economics, econometrics and macroeconomic modelling at the University of Kinshasa, DRC

Prof. Dr. Floribert Ntungila Nkama (PhD, MSc, BSc- Economics), EPMAN Professor of Development and health economics at the University of Kinshasa, RDC

Prof. Dr. Remy Bolito Losembe (PhD, MSc, BSc- Economics), EPMAN Full professor of Macroeconomics, monetary economics and International finance at the University of Kinshasa, RDC.

Prof. Dr. Essam O. Badr (PhD, MSc, Bsc- Agric. Economics), Associate professor of Agricultural Economics and agribusiness, at Damietta university (Egypt) & King Faisal University, Saudi Arabia

Prof. Dr, Seham Dawoud Zaky Dawoud, (PhD, MSc, BSc- Agric. Economics), Associate professor of Agricultural economics and agribusiness, at Damietta University, Egypt

Prof. Dr. Jane Wanjira Njuguna (PhD, MA, BA-Sociology), Associate professor of Community development at the School of Business, Kenyatta University, Kenya

Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi (PhD, Msc, MA, BA- Econ/Hydro), Full professor of climate change economics and water planning, Regional School of Water at the University of

Kinshasa, DRC & at the African University of Management & Technologies (AUMT), Libreville, Gabon.

Prof. Dr Mamudu Abunga Akudugu (PhD, MPhil, BSc-Agric. Economics), Associate professor of Agriculture Technology and Livelihoods, at the University for Development Studies, Tamale, Ghana

Prof. Dr. Xavier Bitemo Ndiwulu (PhD, MSc, BSc- Economics), Full professor of Macroeconomics, monetary economics and International finance at the Kongo University, RDC

Dr. Mary Nyawira Mutiso (PhD, MA, BA- Geography), Senior Lecturer of Economic and development geography at Taita Taveta University, Kenya.

Dr Atakilte Beyene (PhD, MSc, BSc-Environment), Associated Tutor of Agricultural extension and environmental management, at the Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden

Dr. Jean-Robert Ngola Monzinga (MD, MPH, MSc-Nutrition, Msc-Toxicology), Director at OPENGOVCA, Canadian Medical Association & Associated Tutor at UQM, Montral, Canada

Dr. Isaiah Agorinya (PhD, MSC-Epidemiology, MPH), Lecturer, Department of Epidemiology and Biostatistics, University of Health and Allied Sciences, Basel Kanton, Switzerland

Dr. Alphonse Avocefohoun (PhD, MSc, BSc- Geography)**,** Senior Lecturer of Environnemental Imagery at IRGIB Africa University, Benin

Dr. Harrod Logbo (PhD, MSc, BSc- Maths)**,** Senior Lecturer of Systems engineering and calculus at IRGIB Africa University, Benin

Dr. Gado Dramane (PhD, MSc, BSc- Biology), Senior Lecturer of Physiology and bioinformatics, at IRGIB Africa University, Benin

Ligne éditoriale

Ce numéro spécial de la Revue C.I.J. intitulé « Santé, Environnement et Durabilité » (HES) porte sur les questions de durabilité dans la production des biens et services alimentaires, nutritionnels et environnementaux, contribuant à la santé des communautés humaines, dans le contexte des services écosystémiques. Ces derniers sont les bénéfices gratuits que les humains tirent de la nature (eau propre, pollinisation des cultures, régulation des maladies par la biodiversité). Sans ces écosystèmes, ces services n'existeraient pas et la dégradation de l'environnement perturberait leur offre par la nature tout en favorisant l'apparition de nouvelles maladies géolocales, notamment les zoonoses. Ainsi, l'objectif poursuivi est de promouvoir l'inventivité et le respect des protocoles clés dans les systèmes de nutrition et de santé des pays africains, tout en évaluant la prévention des problèmes de santé par une protection responsable de l'environnement.

Les récentes recherches démontrent que l'alimentation est la médecine par excellence ; ainsi, les plantes médicinales constituent nos médicaments de substitution, y compris pour le règne animal. Le comportement alimentaire de tous les primates présente des propriétés nutritionnelles ainsi que des caractéristiques diététiques et médicinales. Les similitudes des processus biochimiques, physiologiques et génétiques de la nutrition et de la diététique chez l'être humain et les autres primates constituent un vaste domaine de recherche qui n'a pas encore été pleinement exploré : de la recherche de nourriture à l'ingestion et à la digestion, jusqu'à l'évaluation des compromis entre la nutrition et l'intoxication. Leur intérêt médicinal s'explique par le déséquilibre des nutriments alimentaires et la présence de toxines ingérées dans l'organisme.

Cependant, très peu d'attention a été accordée à la valeur environnementale de la quantité optimale de nourriture et de plantes utilisées à des fins médicinales et nutritionnelles. Compte tenu de l'émergence et de l'évolution des profils de maladies infectieuses causées par des protozoaires et des virus, notamment les coronavirus, le VIH/SIDA, Ebola, Zika, le paludisme et d'autres maladies tropicales négligées, et face à la résistance croissante des vecteurs envers les molécules insecticides disponibles sur le marché, la pratique de l'hygiène et de la distanciation dans un environnement propre ont été proposées comme solutions. Mais pour combien de temps cet environnement restera-t-il sûr ? C'est là qu'intervient la durabilité.

À cet égard, les sujets pertinents pour cette revue incluent, sans être exhaustif, les mises à jour sur les maladies nutritionnelles et infectieuses émergentes, l'évolution des profils des protozoaires et des virus, la prévention de ces maladies, l'ingénierie pharmacologique et la zoopharmacognosie, le contrôle des toxines nutracéutiques, l'économie écologique et circulaire, la gestion des ressources naturelles et des déchets, la durabilité pendant les pandémies, etc.

En effet, les nouvelles évaluations et leçons apprises dans la lutte contre les coronavirus, le VIH/SIDA, Ebola, Zika, la grippe, le paludisme et d'autres maladies tropicales négligées nous permet de faire de mises à jour sur les maladies nutritionnelles, les maladies infectieuses émergentes et l'évolution des profils des protozoaires et des virus. La malnutrition chronique, le kwashiorkor, le marasme, et le konzo constituent des points focaux de cette revue. Le konzo est, particulièrement, une maladie neurologique épidémique paralysante qui survient principalement dans les zones rurales d'Afrique, notamment dans le Kwango, en RDC. Elle est causée par une malnutrition associée à une consommation excessive de manioc amer insuffisamment traité, qui contient des composés cyanogènes qui sont donc toxiques. Ainsi, le contrôle des toxines nutracéutiques a ouvert un autre champ de recherche.

De nos jours, l'utilisation des plantes aquatiques, alimentaires, ethnomédicinales et pharmacologiques, ainsi que la biochimie de la déglutition des toxines et des plantes, ont permis l'émergence d'une ingénierie pharmacologique et biochimique alternative que celle conventionnelle, y compris des technologies de contrôles parasitaires gastro-intestinaux, qui ont de plus en plus développé une médecine alternative (non-conventionnelle), qui a des effets significatifs sur la santé des communautés. En outre, la zoopharmacognosie mise en œuvre par les animaux sauvages en matières de soins, notamment en sélectionnant et en consommant des plantes, des écorces, de la terre ou des insectes spécifiques. Cette étude des grands singes (chimpanzés, gorilles…) dans ce domaine a souvent permis aux scientifiques de découvrir des éléments minéraux de l'alimentation des primates, y compris l'homme. Ainsi, l'utilisation de jardins d'herbes aromatiques et des plantes médicinales a des implications biochimiques significatives chez les primates vivant dans les zoos. Cette zoopharmacognosie chez les grands singes a permis de mettre au point de nouvelles molécules médicinales utiles pour l'humain.

Par ailleurs, la prévention des maladies et la gestion des déchets, avec en amont l'économie écologique et circulaire, ont permis de faire des compromis entre d'une part les services d'approvisionnement alimentaire, de nutrition et de santé, et d'autre part les services de gestion des déchets et des écosystèmes. Les analyse coûts-avantages et du consentement à payer pour les services de restauration environnementale, y compris la protection des bassins versants et d'autres écosystèmes deviennent des outils important de mesure de la durabilité pendant les pandémies grâce aux innovations environnementales.

La durabilité pendant les pandémies a permis de valoriser les services écosystémiques, les normes sociales et les protocoles sanitaires, ainsi que d'autres leçons apprises sur les rôles de la culture, de l'utilisation de l'hygiène, de la gestion des déchets et de la protection de l'environnement lors de l'émergence de maladies infectieuses, notamment les coronavirus, le VIH/SIDA, Ebola, Zika, la grippe espagnole, le paludisme et d'autres maladies tropicales négligées…

Il est donc urgent de rechercher de nouvelles méthodes de gestion des maladies à l'aide de molécules pharmaceutiques moins actives et de toxines associées, tout en surveillant l'utilisation des molécules issues des plantes et de leurs écosystèmes pour lutter efficacement contre ces menaces émergentes. Ce numéro spécial de la revue C.I.J valorise les résultats des dernières décennies de recherche scientifique sur la médecine conventionnelle et alternative, la pharmacopée indigène et l'ingénierie pharmacologique concernant l'utilisation des plantes pour la médecine curative et la prévention des maladies, afin de proposer de nouvelles voies pour assurer la durabilité entre les pratiques de santé, la nutrition et la conservation de l'environnement.

Les éditeurs C.I.J – H.E.S

REFLEXION D'UN DE NOS LECTEURS

La grande faillite du doctorat théorique africain nous oblige à repenser l'impact sociétal de notre système éducatif :

Pourquoi la Chine reconstruit ses thèses pendant que nous tournons des pages inutiles ?

Pendant des décennies, l'obtention d'un doctorat a été sacralisée comme l'exercice académique ultime. Le protocole est resté inchangé depuis l'ère coloniale : quatre à six ans de recherche solitaire, des centaines de pages de rédaction surchargées de jargon, et une soutenance solennelle devant un jury en toge destiné à valider la pureté théorique des travaux scientifiques.

Regardons nos bibliothèques universitaires de Dakar à Yaoundé, de Kinshasa à Abidjan. Elles débordent de milliers de thèses de doctorat poussiéreuses, magnifiquement reliées, traitant de micro-concepts sociologiques, de critiques littéraires ou de théories juridiques abstraites. Le verdict économique est sans pitié : ces documents n'ont produit aucune usine, aucun médicament, aucune turbine énergétique, aucun brevet industriel. Pendant que l'Afrique subsaharienne continue de célébrer ses "docteurs de salon" dont le savoir se mesure au poids de leur manuscrit papier, la Chine a opéré une rupture géopolitique et académique radicale. Pékin a compris que le doctorat traditionnel est une hérésie managériale à l'ère de la guerre technologique mondiale. La Chine réinvente le doctorat, et c'est exactement ce logiciel que l'Afrique doit adopter pour espérer survivre au XXIe siècle.

Le modèle universitaire hérité de l'Occident et perpétué sur le continent souffre de trois insuffisances structurelles majeures. Primo, on évalue la qualité d'un chercheur africain au nombre de pages produites et au nombre d'articles publiés dans des revues occidentales payantes. Le chercheur écrit pour plaire à ses pairs européens, pas pour résoudre le problème d'accès à l'eau potable de son village. C'est cette aliénation scientifique qui nous a abrutis.

Secundo, les facultés des sciences dures ou humaines fonctionnent en vase clos, totalement isolées des besoins réels de nos PME, de nos industries de transformation et de nos collectivités territoriales. Un doctorant en chimie peut passer cinq ans à théoriser sur les polymères sans jamais avoir mis les pieds dans une usine locale de recyclage de plastique pour optimiser leur coût de revient.

Tertio, le titre de "Docteur" ou de "Professeur" est recherché en Afrique comme un ascenseur social ou un titre de noblesse bureaucratique pour obtenir un poste au ministère. Une fois le diplôme en poche, la recherche s'arrête. Le savoir est séquestré dans des bureaux administratifs climatisés.

En Chine, la conception du doctorat a basculé du modèle académique au modèle industriel. La thèse n'est plus une fin en soi, elle est le sous-produit d'une innovation matérielle. Dans les meilleures universités technologiques de Pékin, de Shanghai ou de Shenzhen, la validation d'un doctorat en ingénierie, en biotechnologie ou en informatique n'obéit plus à la simple rédaction de centaines de pages théoriques. Pour soutenir sa thèse, le doctorant doit présenter un brevet déposé et validé, un prototype fonctionnel ou un algorithme ayant permis d'augmenter de manière mesurable la productivité d'une usine partenaire de l'État. La thèse de doctorat est souvent le business plan technique d'une start-up industrielle. Si les travaux du chercheur sont viables, l'État chinois et les fonds de capital-risque publics n'offrent pas une médaille en plastique au docteur ; ils lui injectent des millions de dollars de CAPEX pour

transformer sa recherche en une usine de production réelle en zone économique spéciale. Le chercheur passe du statut de doctorant à celui de CEO industriel.

Si l'Afrique veut briser le cycle de la dépendance et transformer son sous-sol, nos ministères de l'Enseignement supérieur doivent opérer une purge chirurgicale des maquettes pédagogiques. Il faut bloquer le financement public des thèses littéraires ou théoriques surabondantes pendant les dix prochaines années et réorienter 90 % des bourses d'excellence exclusivement vers les thèses STEM appliquées. Il faut également interdire la soutenance d'une thèse si elle ne résout pas un goulot d'étranglement structurel du continent. Un doctorat en agro-ingénierie en Côte d'Ivoire ou au Ghana ne doit plus porter sur la physiologie théorique du cacaoyer, mais sur la conception automatisée d'une machine locale capable d'écraser le coût de torréfaction de la fève pour rivaliser avec les usines européennes. Il faut enfin forcer les grandes entreprises et les multinationales installées sur le continent à financer des chaires de recherche. Le doctorant est un ingénieur d'élite détaché en entreprise, guidé par des indicateurs clés de performance chiffrés d'optimisation de rendement.

Le temps de l'arrogance intellectuelle des diplômes papier est révolu. L'Afrique n'a pas besoin de docteurs qui savent citer Aristote, Adam Smith ou Karl Marx par cœur ; elle a besoin d'architectes système, d'automaticiens industriels, de microbiologistes agricoles et de codeurs de haut niveau capables de bâtir notre souveraineté économique centimètre par centimètre. La science qui ne produit pas d'industrie est une parure de luxe pour les pays en déclin.

L'IMPACTEUR

Article 1.

Received: June 2026 / Revised: July 2026 / Accepted: September 2026 / Published: October 2026

Traitement phytochimique des eaux de surface et efficacité des graines de *Moringa Oleifera Lam : Expérience menée* à Kenge, en RD Congo

Frédérick Mulwele Ndombe[1*], Cush Ngonzo Luwesi[2], Dieudoné Musibono Eyulanki[3], Théophile Mbemba Fundu[4], Albert Ruhakana[5], Ruffin Kikadimau Nakweti[6]

[*] Contacts : Email: ndombefred@gmail.com, Mobile: +243 815207432 ; +243998999489

[1] Chef des Travaux & Doctorant, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, RDC.

[2] Professeur titulaire, AUMT-Libreville, Gabon & Directeur Général du Centre International pour la Recherche Multidisciplinaire Appliquée (CIRMA), RDC.

[3] Professeur Ordinaire, Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, RDC

[4] Professeur au Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, RDC.

[5] Chercheur au Département de Ressources Naturelles, Conseil Rwandais pour l'Agriculture, Kigali, Rwanda.

[6] Professeur Associé, Département de Biologie, Section des Sciences Exactes, ISP- Kenge, RDC.

Abstract

Rural and periurban populations in the Democratic Republic of the Congo (DRC) face particularly serious water challenges related to its potability. Consequently, many people do resort to water sources that are suggested to be potable, even though no chemical test has been undertaken to testify it. This is the cause of several water borne diseases as well as children and adult deaths. This study sampled six sources of surface water in the city of Kenge. These samples were treated using the almond of Moringa Oleifera Lam seeds to check the effectiveness and evaluate the antibacterial activity of this phytochemical treatment. Physicochemical qualities of this water were retrieved from a multi-parameter analyzer 340i. The bacterial enumeration was carried out by the technique of incorporation of water in a solid medium. Amounts of almond of M. Oleifera Lam seed were used like physical measurements of the effectiveness of this treatment. It is clear from the results that M. Oleifera Lam reaches zones of inhibition of about 21, 16 and 10 mm for the bacterial activity of Staphylococcus aureus, Salmonella typhi and Escherichia coli, respectively. These results consolidate the fact that M. Oleifera Lam is a pharmacy-tree and a tree of life that can prevent water-borne diseases when added to water.

***Keywords**: Bacterial activity; Moringa oleifera Lam; phytochemical treatment; surface water; water-borne disease.*

Résumé

Dans les milieux ruraux et périurbains de la République Démocratique du Congo (RDC), les populations sont particulièrement confrontées à des problèmes sérieux d'approvisionnement d'eau potable. Par conséquent, les populations recourent aux sources d'eau jugées potables, sans qu'aucun test chimique ne l'ait attesté. Cette dernière est à la base de plusieurs maladies hydriques mortelles tant chez les enfants que chez les adultes. Dans cette étude, les eaux de surface de la Ville de Kenge ont été traitées par la poudre de l'amande des graines de Moringa Oleifera Lam pour vérifier son efficacité et évaluer son activité antibactérienne. Les qualités physico-chimiques de ces eaux ont été déterminées à l'aide d'un analyseur multi-paramètre de marque 340i. Le dénombrement bactérien a été réalisé par la technique d'incorporation d'eau dans un milieu solide. Les doses de l'amande de la graine de M. Oleifera Lam étaient utilisées comme moyens physiques pour évaluer

l'efficacité. Il se dégage des résultats obtenus qu'une zone d'inhibition de l'activité bactérienne de l'ordre de 21 mm pour ce qui est du Staphylococcus aureus, 16 mm pour le Salmonella typhi et 10 mm pour l'Escherichia coli, en moyenne. Ce qui confirme bien les vertus de l'activité antibactérienne de M. Oleifera Lam, qui est par ailleurs surnommée «plante-pharmacie» ou «arbre de vie», quand cette plante est ajoutée à l'eau.

***Mots clés** : Activité bactérienne ; eau de surface; maladie hydrique ; Moringa Oleifera Lam ; traitement phytochimique.*

1.Introduction

L'«eau c'est la vie » dit-on, mais la qualité de l'eau est toute autant essentielle que celle des aliments consommés par les populations pour assurer leur bonne santé et réaliser des bons rendements socio-économiques. Plusieurs études mettent la qualité de l'eau en exergue comme étant l'un des vecteurs de maladies tant parasitaires, bactériennes que virales d'intoxications et de troubles sanitaires d'autant qu'elle peut transporter toutes sortes de substances inertes et vivantes, certaines pouvant être nocives pour l'organisme humain (Musibono, 1992; Kiyombo, 2006; OMS, 2006). Ainsi, si les ressources en eau sont mal gérées, le manque de potabilité ou la toxicité de l'eau peut conduire à une dégradation de la santé humaine et à la diminution des rendements des populations, et ceci en raison des infections induites par la consommation d'eau de boisson contaminée. Ces problèmes sont à la base de la vulnérabilité du développement due aux maladies hydriques dans certaines régions du globe (Lufwila, 2003 ; Beyene et Luwesi, 2018).

The World Water Council (WWC) dénombre plus de 1,1 milliard de personnes dans le monde qui n'ont pas accès à l'eau potable et parmi lesquels près de 5 millions des cas de décès infantiles issus des pays en développement (UNWATER, 2012 ; Lire également sur le site worldwatercouncil.org). Par ailleurs, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime à 12, 6 millions le nombre de cas de fièvre typhoïde chaque année dans le monde, dont 600.000 décès et elle estime que 7,7 % de tous les décès survenus en Afrique sont attribués à la consommation d'eau polluée par les germes microbiens (OMS, 2004).

En République Démocratique du Congo (RDC), l'accès à l'eau potable est catastrophique et parmi le plus pauvre du monde. La mauvaise qualité de l'eau est à la base de plusieurs maladies hydriques conduisant à une mauvaise santé des populations (Lufwila, 2003). En effet, en dépit d'immenses ressources en eau que regorge le pays, on estime à moins de 25%, la proportion de la population ayant accès à l'eau potable (PNUE et OMS, 2011). La Ville de Kenge, située dans les collines de la Province du Kwango n'est pas épargnée par ce problème de manque d'eau potable, malgré la présence d'une station de la REGIDESO qui en fournit une fois par semaine, selon les lignes de distribution d'eau établies dans les différents quartiers (Figure 1).

La majorité de la population de Kenge n'a pas facilement accès à l'eau potable; beaucoup de gens utilisant encore l'eau des rivières et des marécages. Cette pénurie d'eau potable est due à plusieurs pressions, notamment: la quasi inexistence de sources d'eau pérennes protégées sur les collines, les longues distances et temps requis pour accéder aux sources et/ou fontaines d'eau, des réseaux d'adductions d'eau non opérationnels qui nécessitent la réhabilitation, la faible pression de repompage de l'eau dans les zones à haute altitude, et le manque de surveillance de la qualité de l'eau potable (Kapende et Luwesi, 2018 ; Shisanya *et al.*, 2014).

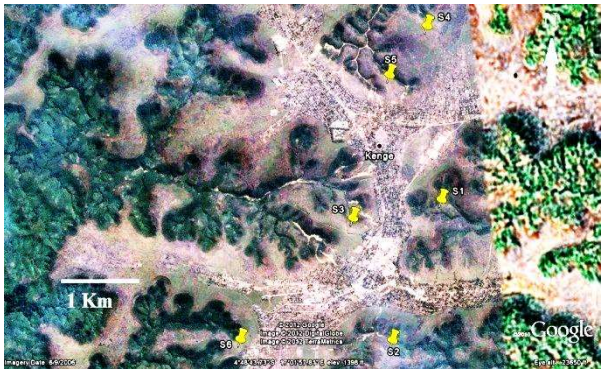


Figure 1. Cartographie des collines et vallées de la Ville de Kenge (Google, 2018)

Par conséquent, les populations recourent aux sources d'eau jugées potables pour assouvir leurs besoins quotidiens, sans qu'aucun test chimique n'ait attesté la potabilité de ces eaux. Cette pratique est à la base de plusieurs maladies hydriques mortelles tant chez les enfants que chez les adultes. D'où la nécessité d'une étude permettant à la fois d'évaluer la potabilité de l'eau et l'efficacité d'un traitement ingénieux ou biochimique qui serait à la portée des pauvres ménages de Kenge dans le but d'améliorer la desserte en eau potable en milieux ruraux et périurbains. Cette étude vise spécifiquement à évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique (bactériologique) de l'eau des sources. Il s'agira principalement de déterminer la dose efficiente de traitement de l'eau de boisson à base des extraits de la poudre de l'amande des graines de *Moringa Oleifera Lam*. Par la suite, un screening chimique permettra de mesurer l'effet de l'activité antibactérienne de la poudre d'amande de cette plante.

2. Évaluation de l'approvisionnement en eau potable à Kenge

2.1 Système de desserte et de gestion d'eau potable à Kenge

La Ville de Kenge dispose des infrastructures d'approvisionnement en eau dont la gestion est exclusivement accordée à la REGIDESO, sans qu'aucun mécanisme légal de contrôles professionnel, associatif et communautaire n'y soit impliqué (Figure 2).



Figure 2. Équipement électromécanique de repompage d'eau de la REGIDESO, Kenge (Auteurs, 2026)

Une étude récente a révélé que la majorité des répondants (45,5%) ne savait pas qu'elle avait le droit d'être impliquée dans la gestion de l'approvisionnement en eau dans la zone d'étude. Ceci était principalement expliqué par les politiques centralistes d'approvisionnement en eau et d'assainissement existant depuis l'époque coloniale, la faible sensibilisation et dissémination de l'information sur la récente décentralisation du secteur de l'eau, l'échec des projets village-assaini, école-assainie et université-

assainie, ainsi qu'un niveau d'éducation faible de la plupart des répondants (Kapende et Luwesi, 2018).

Il est important de noter que, l'absence d'un partenariat public-privé au niveau de la REGIDESO et le quasi échec de la gestion communautaire des systèmes d'approvisionnement en eau potable dans les zones rurales (projets village-assaini et école-assainie) sont à la base du rationnement continue de l'eau auprès des populations concernées et la faible couverture de l'approvisionnement en eau évaluée à environ 34% entre 2010 et 2015, alors que l'accès à des sources améliorées d'eau potable a, dans certains cas, atteint environ 57% en milieux ruraux et 61% en milieux périurbains en 2015 (Kapende et Luwesi, 2018). Ainsi, la grande majorité de la population s'approvisionne en n'importe quelle eau qui soit facilement et librement accessible à partir des sources non protégées (sources d'eau douce, puits ouverts, rivières et autres plans d'eau de surface). Toutefois, les eaux stagnantes de pluie et des marécages sont utilisées à des fins autres que la consommation humaine (boisson et la cuisine).

Il va sans dire que les systèmes d'approvisionnement en eau sont essentiels et critiques pour le bien-être social, la production et la croissance économiques ainsi que la durabilité de l'environnement dans tous les pays (GWP, 2015). Alors que la population humaine croît, l'approvisionnement en eau est menacée tant en qualité qu'en quantité en raison des exigences élevées en énergie, d'irrigation et de production industrielle (Wells et Cofino, 1995). La demande urbaine d'irrigation et le drainage des eaux usées municipales et industrielles entament la qualité d'eau douce disponible dans la nature pour la consommation humaine et animale. Ces eaux contaminées polluent les rivières et menacent les écosystèmes. D'où la nécessité d'une gestion intégrée des ressources en eau dans toutes leurs différentes utilisations, en fonction des objectifs socio-économiques et environnementaux, y compris la réalisation des objectifs de développement durable (ODD) (IUCN, 2016). Cela signifie que le gouvernement congolais devra consciemment inscrire le développement des ressources en eau dans son agenda tout en mettant un accent particulier sur le contrôle collectif des ressources disponibles et la surveillance de la qualité d'eau potable de manière à en assurer une allocation systématique et équitable pour tous en vue de leur utilisation durable (à long terme) par les générations futures (Lufwila, 2003 ; PNUE et OMS, 2011).

2.2 Surveillance de la qualité d'eau potable

Les études portant sur la surveillance de la qualité de l'eau visent à expliquer les propriétés optiques inhérentes et apparentes de particules spécifiques contenues dans un plan d'eau, notamment la turbidité, la conductivité, l'oxygène dissous, le fluorure, la température, le potentiel d'hydrogène (pH) ainsi que la présence des algues et des microbes (bactéries et virus). Ces particules en suspension ou en dissolution dans l'eau déterminent ces propriétés physiques et chimiques, biologiques et optiques inhérentes et apparentes qui sont les gages de la qualité de l'eau (Salama et Verhoef, 2014).

2.2.1 Surveillance des propriétés physiques et chimiques propres à l'eau

La surveillance à long terme de la qualité de l'eau est la mesure normalisée et observée dans les milieux aquatiques de l'état et des tendances de propriétés tant physiques, chimiques, biologiques qu'optiques de l'eau. En effet, la qualité de l'eau détermine sa «potabilité» en fonction de objectifs précis de production d'eau et cela grâce aux tests biochimiques de qualité (OMS, 1986; 2004). Ces derniers fournissent les informations nécessaires sur la santé et la capacité de stockage d'eau potable des

cours d'eau sur une période donnée en vue de détecter les changements survenus dans la qualité de l'eau (Lufwila, 2003; Ruhakana, 2011). Le suivi des normes telles que celles émises par l'OMS permet de surveiller cette qualité de l'eau dans les sources et les robinets en vue de détecter les menaces biologiques et chimiques définissant les conditions limites du traitement ultérieur de la fourniture en eau ainsi que les mesures d'alerte précoce jugées nécessaires en cas de contamination inattendue (OMS, 2003).

Ainsi, la surveillance de la qualité de l'eau est un processus programmé d'échantillonnage, de mesure et d'enregistrement et/ou de signalisation de diverses caractéristiques de l'eau dans le but d'en évaluer la conformité aux objectifs bien définis. Des modèles physiques et biochimiques fondés sur les tests de laboratoire (physique, biologique et chimique) sont généralement mieux appliqués sur des petits plans d'eau pour en vérifier la qualité (Wells et Cofino, 1995). Ces méthodes fonctionnent bien lorsque les échantillons sont choisis de manière appropriée de sorte à évaluer la variabilité spatiale des paramètres d'eau bien définis tels que la température (COT), la conductivité électrique (ECw), la quantité des solides totaux dissous (TDS), la concentration en ions d'hydrogène (pH), de sodium (Na^{+}), de potassium (K^{+}), de calcium (Ca^{++}), de magnésium (Mg^{++}) , de bore (B), de chlorure (Cl^{-}), de nitrate (NO_3-), de sulfate (SO_3^{2-}), de potasse (PO_4^{3-}), de zinc (Zn^{++}),de cuivre (Cu^{++}), de carbonate (CO^{-}), de bicarbonate (HCO_3^{-})… (Salama et Verhoef, 2014). Ces paramètres sont analysés en amont tout comme en aval d'un cours d'eau afin d'évaluer la qualité biochimique de l'eau de base et d'en déterminer la réponse vis-à-vis des critères minimaux de traitement des contenus bactériens et toxiques (Musibono, 1999).

2.2.2 Surveillance des propriétés biologiques et optiques intrinsèques de l'eau

Il existe des tests clés permettant de surveiller la qualité de l'eau dans un écosystème. Les paramètres utilisés ici tiennent compte de la qualité globale du plan d'eau de l'écosystème en question et de ses effets sur l'état de l'écologie et la survie de diverses formes de vie y dépendant, notamment les hommes, les animaux, les plantes et les organismes microscopiques. Ce qui permet de détecter les changements pouvant survenir dans cet écosystème, en évaluer la viabilité et planifier sa population et ses colonies ainsi que l'exploitation des ressources naturelles (PNUE et OMS, 2011). Ces mesures traditionnelles de surveillance de la qualité de l'eau sont coûteuses et limitées dans leur couverture spatiale et temporelle, et échouent lorsqu'une grande masse d'eau est en cours de recherche. Ainsi, la télédétection, soit par l'optique, la chromatographie ou la spectrophotométrie, pourrait faciliter l'acquisition d'informations synoptiques à haute fréquence temporelle et en résolution spatiale permettant de détecter la qualité de l'eau à travers l'analyse du spectre de la radiation solaire (Figure 3).

En effet, la couleur des eaux de l'océan, des mers et des lacs dépend fortement des propriétés intrinsèques optiques (OIP) de la colonne d'eau supérieure. Ces OIP comprennent l'absorption et les coefficients de diffusion α et β, respectivement. L'ampleur et la dépendance spectrale de ces coefficients sont déterminées non seulement par l'eau elle-même mais également par des constituants optiquement importants, qui comprennent les phytoplanctons, les matières organiques dissoutes colorées (CDOM), et des particules autres qu'issues des algues. Ces derniers vus ensembles avec l'eau et les phytoplanctons absorbent et diffusent la lumière visible du soleil dans tout l'écosystème aquatique et dans l'espace environnant pendant que les CDOM l'absorbent sans pour autant contribuer significativement à sa diffusion (Kerle *et al*., 2004). Ces solutés et particules sont tous optiquement significatifs et très variables en nature et en concentration. Par conséquent, les propriétés optiques des

eaux naturelles montrent de grandes variations temporelles et spatiales et ressemblent rarement à celles de l'eau pure.

La grande variabilité des propriétés optiques des eaux naturelles présente un vrai challenge pour la détection précise de la qualité de l'eau dans un écosystème aquatique. Cependant, ce sont les connexions entre les propriétés optiques et les constituants biologiques, chimiques et géologiques de l'eau naturelle et l'environnement physique qui définissent le rôle essentiel de la télédétection de la qualité de l'eau dans un écosystème aquatique (Borzouei et *al*, 2010). Les modèles BeamSat de l'agence spatiale européenne (ESA) et 2SeaColor sont un exemple des logiciels permettant de détecter les propriétés biologiques, physiques et optiques des matières en suspension et dissous dans un grand corps d'eau tels que le lac, la mer, l'océan, etc. Des tels modèles optiques, chromatographiques ou spectrophotométriques sont utiles pour la télédétection de la qualité d'un écosystème aquatique et la planification de l'utilisation de ses ressources en eau (Salama et Verhoef, 2014).

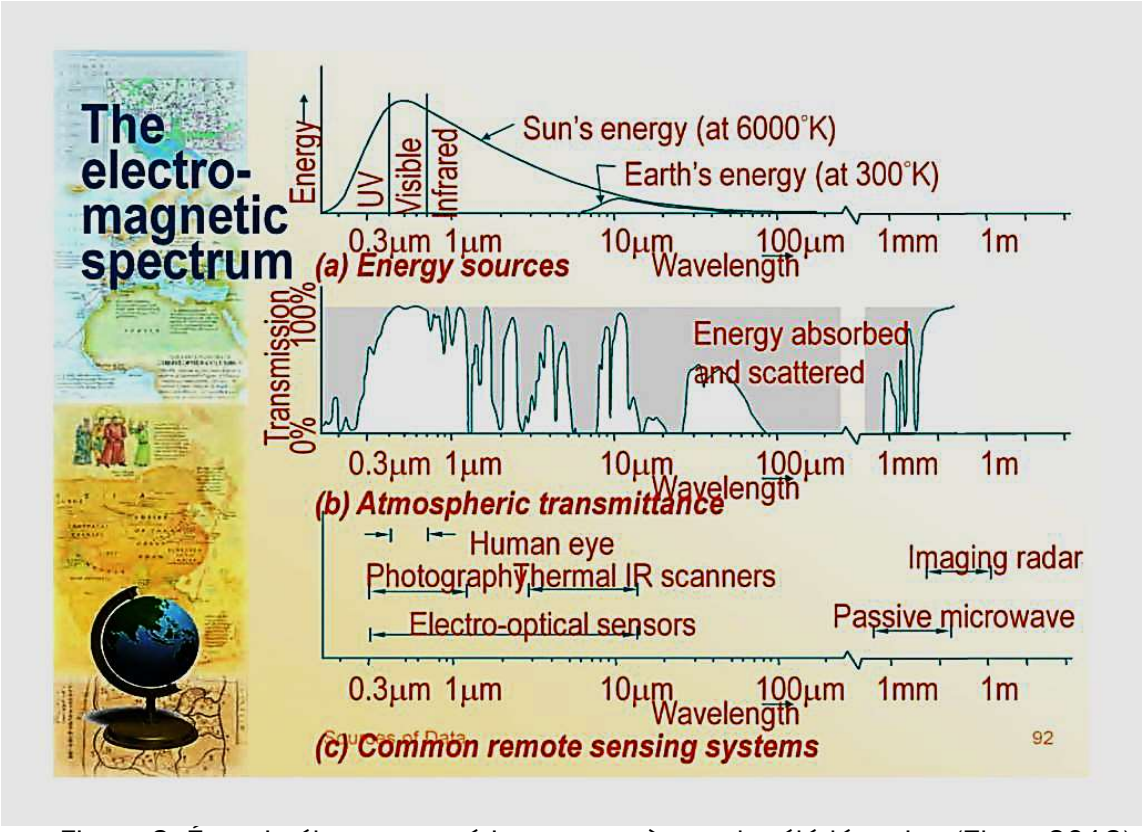


Figure 3. Énergie électromagnétique et systèmes de télédétection (Zhou, 2013)

La qualité de l'eau change avec le temps quand ses constituants absorbent et réfléchissent la lumière visible du soleil. Les constituants les plus importants reflètent la lumière solaire ou portent ses propriétés optiques inhérentes telles que l'absorption, la diffusion et le transfert. Il s'agit des zooplanctons, les phytoplanctons et leurs pigments (Chla), les particules en suspension (MES), les matières organiques dissoutes colorées (CDOM), les virus, les bactéries et les détritus, ainsi que les particules minérales issues des sédiments de l'érosion (Doughari et al., 2007; Borzouei et *al*, 2010). Leur comportement optique et les atténuations combinées de tous les autres constituants de l'eau sont décrits par les propriétés optiques inhérentes (IOP) de l'eau, qui définissent la diffusion et l'absorption de la lumière dans les milieux aquatiques. Cette altération de la lumière visible peut être contrôlée dans l'espace et utilisée pour

la surveillance de la qualité de l'eau, la surveillance des événements biologiques comme l'eutrophisation et le transport des sédiments en vue de planifier les activités de dragage des cours d'eau et de traitement de l'eau (Salama et Verhoef, 2014). En outre, la surveillance de la qualité de l'eau à l'aide de la télédétection combinée avec des tests de qualité biochimique des échantillons stratégiques collectés *in situ* peut jouer un rôle crucial dans la détermination de l'état actuel des conditions de qualité de l'eau dans un écosystème aquatique. Elle permet d'anticiper, d'atténuer et même d'éviter des catastrophes hydriques futures (UNWATER, 2012).

3.Matériels et Méthodes de Recherche

3.1 Description du Milieu d'Étude

La Ville de Kenge est le Chef-lieu de la Province du Kwango. Elle est située à 5° de latitude Sud, à 17° de longitude Est, et à une altitude moyenne de 555 m au-dessus de la mer (CENI, 2014). La ville a été construite comme ville-relais entre Kinshasa la capitale (à 275 km)et la ville de Kikwit, dans la Province du Kwilu, sur la route nationale n°1.En suivant la classification de van Köppen, la Province du Kwango en général et la ville de Kenge en particulier est localisée dans la région tropicale humide de type savane tropicale AW_3 (tropical savana) (Figure 4).

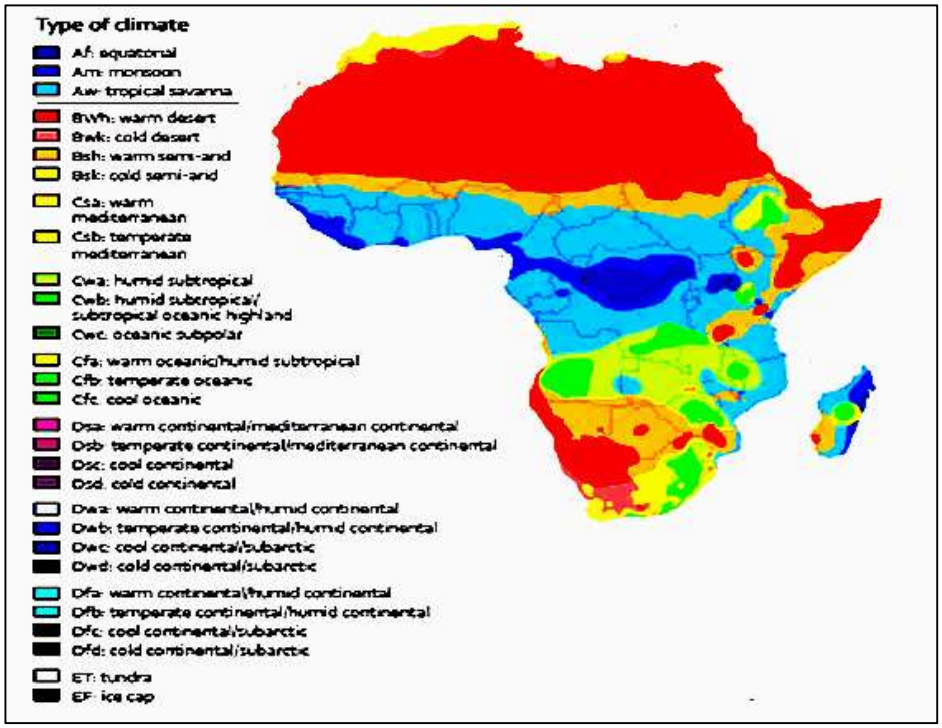


Figure 4. Carte climatologique de l'Afrique selon Van Köppen (Beyene et Luwesi, 2018)

La ville de Kenge repose sur des plateaux recoupés par des vallées encaissées et des collines au sol sablonneux dans une configuration à prédominance savanicole entrecoupée par des galeries forestières longeant des cours d'eau (Figure 1 ci-haut). Sa population est estimée à 183.290 habitants et elle s'étend sur une superficie de 2.230 Km^2, soit une densité de 82 habitants par Km^2 répartis en 15 quartiers (Ville de Kenge, 2017).

3.2 Matériels de Recherche

Le matériel végétal utilisé pour notre étude était constitué d'amandes des graines de *Moringa oleifera* récoltées dans la savane de Kenge. Ces dernières ont été séchées

à 40°C à l'étuve de marque Memmert et broyées à l'aide d'un mortier et pilon pour obtenir la poudre qui a servi à la préparation d'extraits destinées aux différentes analyses au laboratoire de MARSAVCO. Trois isolats bactériens (*Escherichia coli, Salmonelle typhi* et *Staphylococcus aureus*), provenant de laboratoire de bactériologie des Cliniques Universitaires de Kinshasa (CUK) ont été utilisés, puis conservés dans un frigo de marque Whirlpool à 4°C.

Les milieux de culture suivants ont été utilisés pour le dénombrement des Streptocoques, des coliformes fécaux et totaux, des germes totaux et des clostridiums : la gélose nutritive ou gélose Columbia (PCA), la Trypcase Sulfite de Néomycine (TSN), et MacConkey. Ces milieux étaient préparés dans un erlenmeyer et coulés dans des boîtes de Pétri sous la hotte à flux laminaire de marque *Polon Promieniowanie Szkodliwe DlaWzrokvIskory*.

Un GPS de marque Garmin a servi pour le prélèvement de coordonnées géographiques des échantillons d'eau provenant de 6 sites (S1 à S6) notamment Binene, Cinq ans, Lisengi, Mibu, Munoko et Ville (Figure 5).



Figure 5. Échantillons d'eaux prélevés dans les sources de Kenge (Auteurs, 2026)

3.3 Méthodes de Recherche

Cette étude repose naturellement sur une expérimentation des vertus de *Moringa Oleifera Lam* pour le traitement des eaux de sources dans la Ville de Kenge et ses environs. Les mesures de température, salinité, conductivité, potentiel d'hydrogène (pH) et de l'oxygène dissous (O_2) ont été prises sur chaque site à l'aide d'un analyseur Multi-paramètre de marque 340i. Le screening chimique a permis d'identifier différents groupes chimiques et microbiologiques. Les analyses chimiques ont été faites à partir des phases aqueuses et organiques grâce aux techniques utilisées par Pareck et *al.* (2007).

Les analyses microbiologiques ont essentiellement porté sur la technique de dénombrement des micro-organismes en milieu solide durant les saisons de pluie (P_l) et sèche (Se), avec ou sans application du traitement à base de la poudre d'amandes des graines de *Moringa oleifera Lam*. L'analyse expérimentale de l'efficacité de *M. Oleifera Lam* a été évaluée à travers trois groupes de traitements (T_1, T_2 et T_3) contre un contrôle (T_0) dans les six sources de prélèvement d'eau sélectionnées. La

préparation des différentes doses de traitement s'est faite à différents seuils de concentration suivants:

- T_0 : Seuil de contrôle (dose-témoin)
- T_1 :Seuil inférieur (Dose= 187,5 µg/ml)
- T_2 :Seuil normal (Dose = 375 µg/ml)
- T_3 :Seuil supérieur (Dose = 562,5 µg/ml)

Ensuite, les chercheurs ont procédé à la préparation des extraits servant à la macération puis les ont congelés pour la lyophilisation. La méthode de disques et la détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice(C.M.I) ont été utilisées pour l'évaluation de l'activité antibactérienne.

Les outils statistiques ont enfin été utilisés pour analyser les données. Il s'est agi principalement des statistiques descriptives des propriétés physiques et biochimiques des traitements mesurées auparavant, notamment la température, la conductivité, le potentiel d'hydrogène (pH) et l'oxygène dissous,NO_3^-, CO-, HCO_3^-, SO_3^{2-}, PO_4^{3-}, dureté totale, Cl^-, Alcalinité, TΔs, et la salinité. Ensuite, l'analyse de la variance (ANOVA) a été testée à 5% de seuil de signification ($P < 0,05$) à l'aide du logiciel MSTAT-C Software (Martin et Larson, 2006).

L'ANOVA a été utilisée pour estimer les niveaux significatifs de la qualité de l'eau entre les six sources de prélèvement (S_1, S_2,S_3, S_4, S_5 et S_6), avant et après l'application des trois traitements phytochimiques (T_1, T_2 et T_3) vis-à-vis de la dose-témoin (T_0). Le résultat final a été interprété en termes de variation de différences significatives dans l'amélioration de la qualité biochimique de l'eau pour la consommation humaine à la suite du traitement à base de la poudre d'amande de *M. Oleifera Lam*, considération faite de la présence résiduelle ou perte de plusieurs polluants et sédiments dans l'eau traitée.

Cette analyse a permis également d'observer les signaux de dégradation de ces sources d'eau et de leurs bassins versant en raison de l'impact négatif des processus érosifs et de la pollution soutenue des eaux par les déchets humains, animaux, agricoles et industriels. Cela a permis de recommander le traitement à base de la poudre d'amande de *M. Oleifera Lam* comme l'une des meilleures pratiques de gestion (BMP) permettant d'assurer la qualité de l'eau de boisson pour usage humain et réduire l'incidence des maladies hydriques dans la Ville de Kenge.

4. Résultats de l'étude

4.1 Évaluation des Paramètres Physico-Chimiques

Les résultats relatifs à la température, au pH, à la conductivité et à l'oxygène dissous dans l'eau prélevée dans les sources de la Ville de Kenge sont présentés dans la Figure 6.

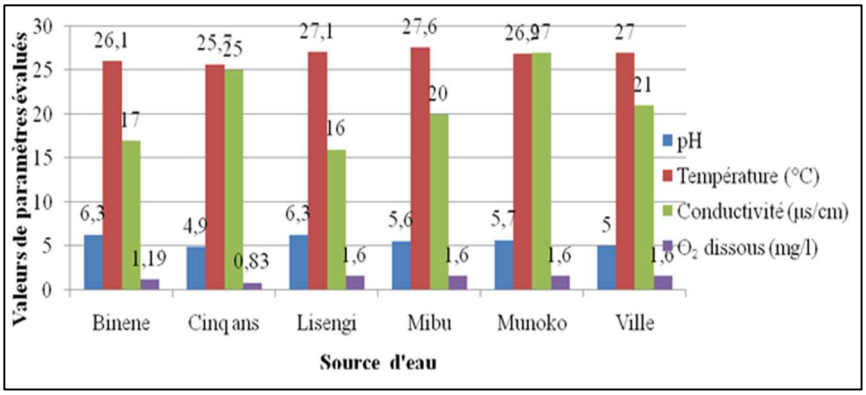


Figure 6. Valeurs de paramètres physico-chimiques des sources de Kenge(Auteurs, 2026)

Statistiquement parlant, les valeurs mesurées pour les 4 paramètres ne présentent pas de différence significative entre les différentes sources au seuil de signification de 5%. Toutefois, l'examen de cette figure montre que les valeurs de la température varient d'une source à une autre. Pour les sources analysées, la moyenne calculée est de 26,3°C et les variances ne sont pas considérables, car toutes les sources ont des valeurs qui oscillent entre 25,7et 27,6°C. Quant au pH, ses valeurs montrent que toutes ces sources sont acides;(pH< 7) avec une moyenne de 5,6. Seules les sources S_2 et S_6 présentent des valeurs inférieures à la moyenne, respectivement de 4,9 et 5. S'agissant de la conductivité, elle varie entre 15 et 30 µs/cm. Les sources de Binene et Lisengi ont présenté des valeurs inférieures à 20µs/cm alors que les valeurs estimées pour les sources de Munoko, Cinq ans, Ville, et Mibu variaient respectivement de 27, 25, 21 et 20 µs/cm. Enfin, l'O_2 dissous a été supérieur à 1mg/l pour toutes les sources, sauf pour la source de Cinq ans dont la valeur était inférieure à 1, soit 0,83 mg/l.

Le Tableau 1 présente les résultats d'autres paramètres physico-chimiques liés à la qualité des eaux de surface (NO_3-, SO_3^{2-}, dureté totale, Cl^-, Alcalinité, TΔs, et salinité).

Tableau 1. Autres paramètres physico-chimiques de la qualité d'eau de sources de Kenge

Sources	*Autre sparamètres*						
	PO_4^{3-} (mg/l)	*SO_3^{2-} (mg/l)*	*Dureté totale (mg/l)*	*Cl^- (mg/l)*	*Alcalinité (mg/l)*	*TΔs (mg/l)*	*Salinité (ppt)*
S_1	1,55	4,22	1,9	4,8	21,8	42,5	0,04
S_2	0	1,90	0,5	0,9	18,0	43,6	0,04
S_3	1,55	3,93	2,0	2,0	21,0	39,5	0,04
S_4	1,55	5,88	2,7	2,6	21,5	38,8	0,04
S_5	1,55	1,46	0,8	0,5	20,0	47,7	0,05
S_6	0	1,58	0,5	0,5	19,5	33,8	0,03

Source: Analyses effectuées au laboratoire de MARSAVCO (Auteurs, 2026)

4.2 Analyses Microbiologiques

4.2.1 Dénombrement de germes bactériens dans les sources sans *M. Oleifera Lam*

La Figure 7 présente un dénombrement de germes trouvés dans les échantillons prélevés dans les sources d'eau durant la saison sèche, sans que la poudre d'amande des graines de *Moringa Oleifera Lam* n'y soit appliquée.

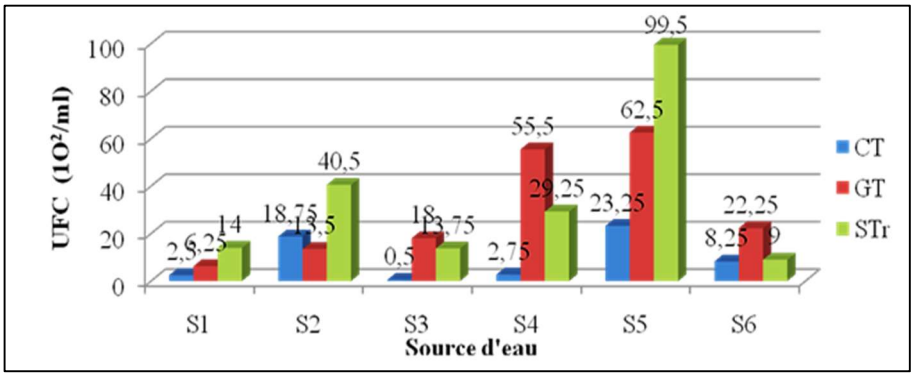


Figure 7. Population de coliformes et germes bactériens dénombrés durant la saison sèche (Auteurs, 2026)

Légende :

CT : coliformes totaux *GT : germes totaux*
UFC : Unité Formant des colonies *STr : streptocoques*

Sur le plan statistique, le test d'ANOVA montre une différence significative des valeurs dénombrées des germes totaux ($p<0,05$) entre toutes les sources d'eau et les sources S4 (Mibu) et S5 (Munoko). Les germes dénombrés à la source Munoko (S_5) révèlent une pollution plus accentuée soit 99,5 pour le streptocoque. Aucune différence significative n'a été détectée pour la présence des coliformes totaux et le reste des germes dans toutes les sources.

La Figure 8 présente un dénombrement de germes trouvés dans les échantillons prélevés dans les sources d'eau de Kenge durant la saison pluvieuse, sans que la poudre d'amande des graines de *Moringa Oleifera Lam* n'y soit appliquée.

Statistiquement, le test d'ANOVA ($p<0,05$)ne montre aucune différence significative entre les germes dénombrés (les coliformes totaux, les streptocoques et germes totaux) pour quelques sources. Les germes dénombrés révèlent une pollution plus accentuée à la source Ville (S_6) soit 82,50 pour le streptocoque. Toutefois, une différence significative des germes totaux a été constatée entre la source Ville (S_6) et les autres sources, la source S6 enregistrant 130 germes totaux.

En comparant les populations de germes observées durant les deux saisons (pluvieuse et sèche), aucune différence significative ne s'est manifestée. Néanmoins, la présence de germes bactériens dans l'eau indique que plusieurs germes pullulent dans toutes les sources durant la saison sèche, plus particulièrement en ce qui concerne les coliformes totaux et les streptocoques, tandis que les germes totaux sont plus nombreux durant la saison de pluie. Notons toutefois que la présence de certains germes, tels que les coliformes fécaux et *Clostridium*, n'était pas du tout apparente; aucune trace ne s'est présentée sur l'ensemble de toutes les sources prélevées.

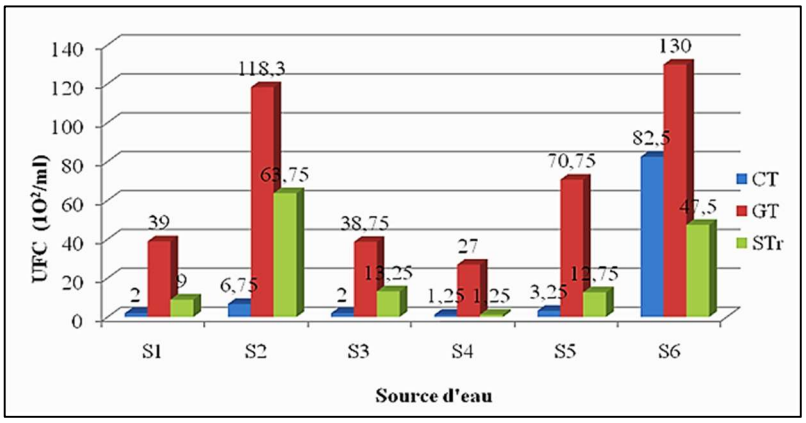


Figure 8. Population de coliformes totaux, germes totaux et streptocoques durant la saison de pluie dans les sources d'eau de Kenge (Auteurs, 2026)

4.2.2 Dénombrement de germes bactériens dans les sources après application de *M. Oleifera Lam*

Un autre dénombrement de germes bactériens s'est fait durant les deux saisons dans les sources d'eau sélectionnées après l'application de différentes doses de la poudre d'amande des graines de *Moringa Oleifera Lam*. Les résultats de ce dénombrement sont repris dans les Figures 9 à 12. La Figure 9 montre le degré de la charge bactérienne, spécialement les germes totaux, après traitement aux différentes doses de *Moringa Oleifera Lam* dans les sources de Kenge durant la saison de pluie.

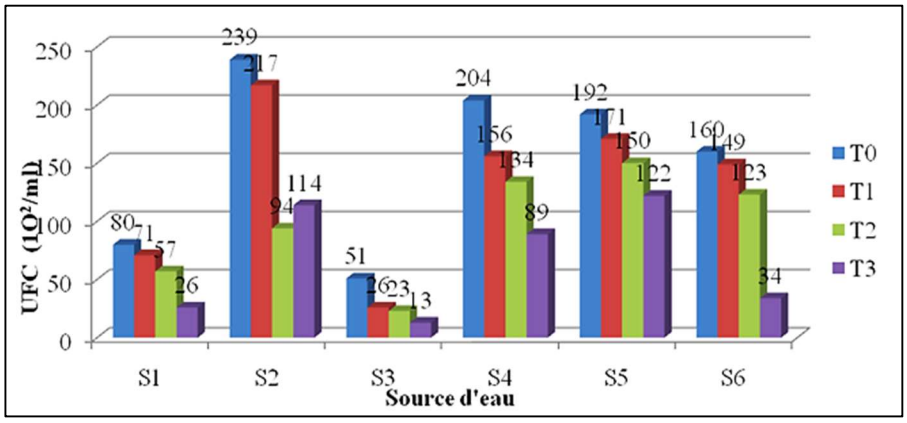


Figure 9. Population de germes totaux dans les sources d'eau de Kenge durant la saison de pluie après application de doses de *M. Oleifera Lam* (Auteurs, 2026)

Légende :

T_0:Témoin *T_2: Dose normale = 375 µg/ ml*

T_1: Dose inférieure =187,5µg/ ml *T_3: Dose supérieure = 562,5 µg/ ml*

L'analyse de la variance (ANOVA) réalisée par le logiciel MSTAT-Crévèle de différences significatives entre les traitements des doses de *M. Oleifera Lam* dans les différentes sources. En comparant les traitements appliqués (T_1, T_2, T_3) avec le traitement témoin (T_0), la charge bactérienne de germes totaux diminue en efficacité selon les doses de *Moringa Oleifera Lam* appliquées (T_0>T1>T_2>T_3). Cependant en comparant les réponses des différentes sources d'eau, on remarque que les sources S_2, S_4, S_5, et S_6 sont significativement différentes des sources S_1 et S_3 pour la dose T_0, la dose de T_1 et la dose de T_2.Les réponses des sources S_2 et S_5 à la dose de T_3 sont significativement différentes des sources S_1, S_3 etS_6.Enfin, il n'y a pas de différence significative entre les sources S_2, S_4et S_5 par rapport à la dose de T_3. Néanmoins, la source S_5est la seule qui soit plus polluée pour l'ensemble de sources.

Il ressort de la Figure 10 que seule la source S_5 est plus polluée et significativement différente du reste des sources S_1, S_2, S_3, S_4, S_6 pour les doses de traitements T_0, T_1, T_2, T_3. La source S_4 est également différente de la source S_1 pour ce qui est de la dose de T_0.

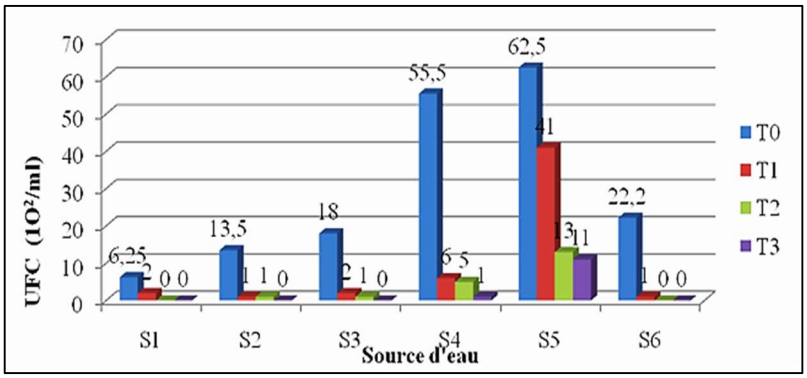


Figure 10. Population de germes totaux dans les sources d'eau de Kenge durant la saison sèche après application de doses de *M. Oleifera Lam* (Auteurs, 2026)

L'ANOVA indique que, lors de la saison sèche, des différences statistiquement significatives de charges bactériennes ont été observées entre les différentes doses de traitements et les sources. Les doses appliquées aux différents traitements ont montré une diminution de la charge bactérienne moyenne pour l'ensemble des sources avec T_0>T1>T_2>T_3.

La Figure 11 montre d'une part, qu'aucune différence statistiquement significative n'existe entre les différents traitements de *Moringa Oleifera Lam* et que d'autre part, il existe des différences significatives à différentes doses entre les sources d'eau de Kenge.

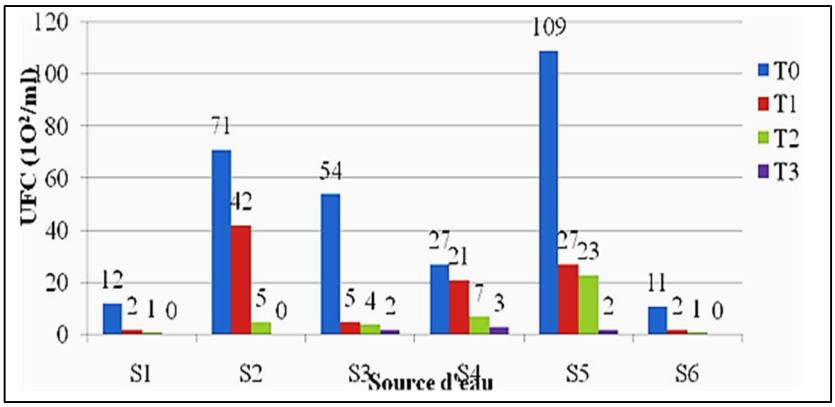


Figure 11. Population de coliformes totaux dans les sources d'eau de Kenge durant la saison sèche après application de doses de *M. Oleifera Lam* (Auteurs, 2026)

L'analyse de différences entre les sources en fonction des doses appliquées indiquent que la source S_5 est la plus polluée et significativement différente des sources S_1, S_4 et S_6 pour le traitement témoin (T_0). La source S_5 est également différente de toutes les sources pour ce qui est dutraitementT_2 .Cependant, aucune différence significative n'a été signalée entre toutes les sources pour ce qui est de traitementT_3 et T_1, exception faite de la source S_2pour le traitementT_1. Néanmoins, l'analyse confirme que la charge bactérienne dans les sources diminue avec les doses de *M. oléifera* Lam appliquées (T_0>T1>T_2>T_3).

L'analyse de différences populations de coliformes totaux dénombrés durant la saison de pluie dans les sources (Figure 12) en fonction des doses de *M. Oleifera Lam* appliquées montre que seule la source S_5 est plus polluée et significativement différente des sources S_1, S_4 et S_6 pour le traitement T_0. La source S_5 reste différente de toutes les autres sources après application du traitementT_2 .Aucune différence significative n'a été détectée entre toutes les sources sauf pour les sources S_3 (cas de T_0), S_2 et S_4 (cas de T_1) et les sources S_1, S_2, S_4, S_5 et S_6 (cas de T_2).Enfin, il n'y a pas de différence significative entre les sources pour ce qui est de la dose de T_3 ; seule la source S_2 est moins polluée sur l'ensemble de toutes les doses appliquées.

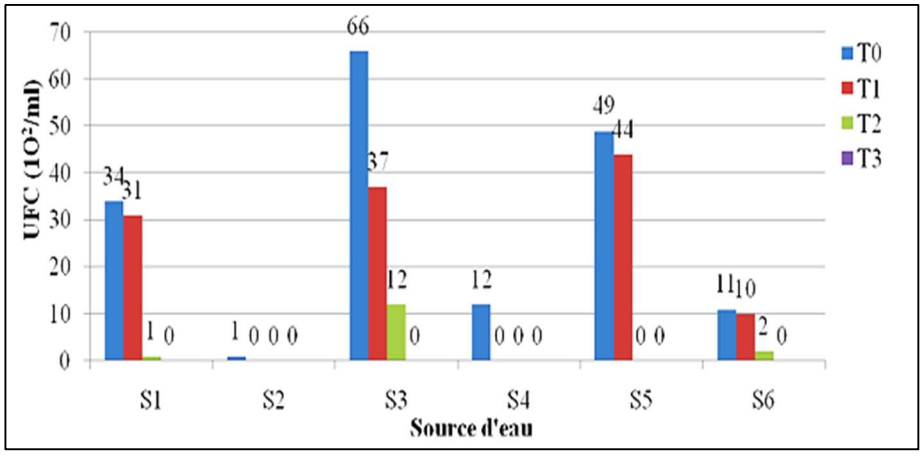


Figure 12. Populations de coliformes totaux dénombrés durant la saison de pluie dans les sources après application de doses de *M. Oleifera Lam* (Auteurs, 2026)

L'ANOVA montre de différences statistiquement significatives entre les sources, d'une part et d'autre part, aucune différence statistiquement significative entre les traitements des doses de *Moringa Oleifera Lam* dans les sources. Et, la charge bactérienne que représentent les coliformes totaux diminue avec l'efficacité des doses de *M. Oleifera Lam* appliquées selon les traitements et cela en comparaison avec le traitement témoin (T_0>T1>T_2> T_3).

En résumé, le dénombrement durant la saison de pluie pour les germes totaux exprime clairement une charge bactérienne plus importante que celles de germes de la saison sèche et de coliformes totaux durant le deux saisons (Figure 13). Le traitement avec la dose de *Moringa Oleifera Lam* se réalise de la manière croissante.

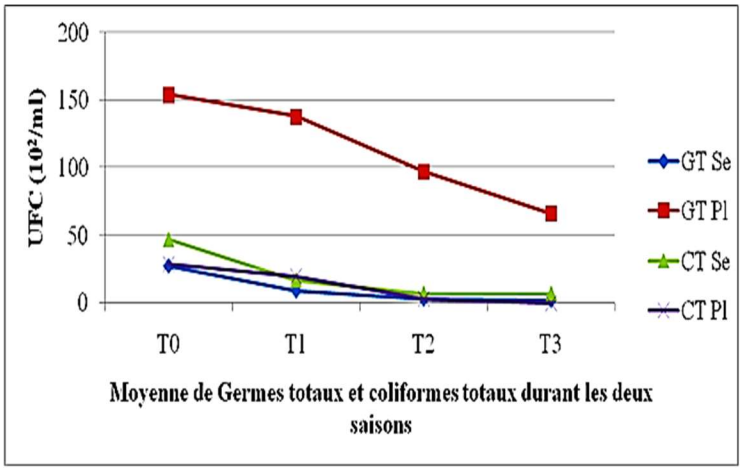


Figure 13. Synthèse sur les germes totaux et coliformes totaux dénombrés durant les deux saisons (Auteurs, 2026)

Légende :

GT : Germes totaux — *P_l: Saison de pluie*

CT : Coliformes totaux — *S_e: Saisonsèche*

4.3 Analyse Phytochimique

L'identification des grands groupes chimiques contenus dans l'amande des graines de *M. Oleifera Lam* récolté à Kenge révèle la seule présence des alcaloïdes. Le Tableau 2 montre les résultats de ce screening chimique de la poudre de l'amande des graines de *Moringa. Oleifera Lam* récolté dans la Ville de Kenge.

Tableau 2. Screening chimique de la poudre de l'amande des graines de *M. Oleifera Lam*

Screening chimique	*Réactifs*	*Résultats*
Extraits aqueux		
Alcaloïdes	Drangendroff	+
Anthocyanes	HCl à 20%	-
Quinones libres	Borntrager	-
Saponines	Test de la mousse	-
Tanins	$Fecl_3$ à 2%	-
Extrait organique		
Quinones liée		-
Extrait alcoolique		
Flavonoïdes	Shinonda	-

Source: Analyses effectuées au laboratoire de CUK (Auteurs, 2026)

Légende : *(+) Présence* *(-) Absence*

4.4 Évaluation de l'Activité Antibactérienne

L'évaluation de l'activité biologique des extraits aqueux de la poudre d'amande de graines de *Moringa Oleifera Lam* a d'abord porté sur la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)des souches bactériennes variantes de 7,83 à 2500 µg/µl de l'extrait aqueux de *M. oleifera Lam* (Tableau3).

Tableau 3. Sensibilité des souches vis-à-vis d'extraits de *M. Oleifera Lam*

Germes Bactériens	*Isolats*	*Concentration testées à différentes doses (µg/ml).*										
		2500	*2000*	*1500*	*1000*	*500*	*250*	*125*	*62,5*	*31,25*	*15,63*	*7,83*
Escherichia coli	e_1	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	e_2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salmonella typhi	s_1	-	-	-	-	-	-		-	+	+	+
	s_2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Staphylococcus aureus	st_1	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	st_2	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

Source: Analyses effectuées au laboratoire de CUK (Auteurs, 2026)

Légende :

e_1, e_2: Escherichia coli 1 et 2 (+)*Présence de la croissance bactérienne*
st_1, st_2:Staphylococcus aureus 1 et 2 (-)*Absence de la croissance bactérienne*
s_1, s_2: *Salmonella typhi* 1 et 2

Tableau 4. Activité antibactérienne de *Moringa Oleifera Lam*

Souches		***Diamètre de zone d'inhibition sur les différents germes (mm)***						
		Concentrations d'extrait de la poudre de M. oleifera (µg/µl)						
		1500	*750*	*375*	*187,25*	*93,75*	*48,875*	*23,45*
Escherichia coli	e_1	*10*	*8*	*7*	*6*	-	-	-
	e_2	*10*	*8*	*7*	*6*	-	-	-
Salmonella typhi	s_1	*15*	*12*	*10*	*7*	*7*	-	-
	s_2	*17*	*11*	*8*	*7*	*6*	-	-
Staphylococcus aureus	st_1	*20*	*14*	*12*	*12*	*10*	*8*	-
	st_2	*22*	*20*	*14*	*10*	*8*	*6*	-

Source: Analyses effectuées au laboratoire de CUK (Auteurs, 2026)

Légende :

(Valeur) : *Diamètre de la zone d'inhibition autour des disques imprégnés d'extraits*
(-) : *Absence de la zone d'inhibition autour des disques imprégnés d'extraits*

Les résultats repris dans le Tableau 4 présentent l'évaluation de l'activité biologique des extraits aqueux de la poudre d'amande de graines de *M. Oleifera Lam* sur la base du diamètre de la zone d'inhibition de la croissance des souches bactériennes testées. D'une manière générale, les diamètres d'inhibition augmentent avec la concentration des extraits aqueux.

Au regard des résultats du Tableau 4, il s'avère que seules les souches de *Salmonella typhi* et *Staphylococcus aureus* sont sensibles aux extraits de *M. Oleifera Lam*, alors que les souches d'*Escherichia coli* sont résistantes jusqu'à 2.000 µg/µl de concentration.

On peut alors conclure que la détermination de la sensibilité des souches par la méthode de diffusion présente une zone importante avec les souches de S*taphylococcus aureus* (concentration de 1.500 µg/ml soit en moyenne 21mm de diamètre) et des souches de *Salmonella typhi* (concentrations allant de 1.500 à 93,75 µg/µl soit 16mm de diamètre en moyenne). Mais une résistance se présente aux extraits de 48,875 et 23,45 µg/ml pour ces deux souches. Les souches d'E*scherichia coli* présentent une sensibilité aux extraits aqueux de la poudre d'amande de graines de *M. Oleifera Lam* à partir d'une concentration de 1.500 à 187,5 µg/ml.

5. Discussion des Résultats

5.1 Paramètres physico-chimiques

Les conditions expérimentales des paramètres physico-chimiques des eaux de surfaces prélevées dans les différentes sources de la Ville de Kenge indiquent que les 6 sources remplissent les normes d'une eau de boisson, excepté pour le pH qui était jugée assez trop acide (moyenne < 7). D'une façon générale, les paramètres physico-chimiques les plus remarquables ont été les PO_4^{3-}, SO_3^{2-}, Dureté totale, Cl^-, Alcalinité, Salinité, pH, température, conductivité et oxygène dissous tel que le confirme Aminot et Kerouel (2004). Certains paramètres influant sur la qualité de l'eau ont dégagé des moyennes de 5,6 (pour le pH), 26,7°C (pour la température), 21µs/cm (pour la conductivité) et 1,16 mg/l (pour l'oxygène dissous). Les valeurs de pH les plus élevées ont été signalées dans les sources S_1 et S_3.Cela pourrait se justifier par le type d'appareil utilisé, les positions écologiques des sources d'eau et leur exposition à la lumière, en plus des spécificités géologiques des roches mères de ces sources. Ces phénomènes ont été observés par Musibono *et al.* (1999), Malik et Hamdi (2008), et Salama et Verhoef (2014) qui ont confirmé l'effet de la lumière du soleil sur quelques paramètres physiques des eaux de sources et leur acidité pendant la saison de pluie. Avec la variabilité accrue des saisons et les changements climatiques, on pourra donc s'attendre à plus de pluies acides et donc à la réduction de l'efficacité de la plupart de techniques traditionnelles de traitement d'eau de surface (Luwesi *et al.*, 2018).

En comparant les valeurs bactériologiques de la qualité d'eau des sources de la Ville de Kenge avec les normes de l'Union Européenne et celles de l'OMS, on remarque que ces sources contiennent un nombre importants de populations microbiennes, présentées dans les différentes Figures (1 à 14) illustrées précédemment. Cela pourrait se justifier par les flux d'eaux usées et polluants issus du sol, des pentes, des érosions, et des installations hygiéniques qui sont en amont de chaque source. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par Folkard (1997), Koffi *et al.*(2009), OMS (2004, 2006 et 2010), qui stipulent que les eaux superficielles sont les principales sources utilisées dans les milieux ruraux et périurbains (villages et cités) pour ravitailler les ménages et pour d'autres usages. La qualité de ces eaux dépend de la nature du sol, du régime de pluie et d'autres précipitations, de la végétation environnante, et surtout de la proximité des agglomérations.

S'agissant de l'efficacité de l'amande des graines de *M. Oleifera Lam*, les différentes doses ont montré suffisamment leur efficacité dans la réduction de la population bactérienne aux différentes sources superficielles de Kenge. Ces résultats concordent avec ceux de Faby *et al.* (1993) cités par Chantrel et de saint sauveur (2008) qui ont suggéré que la poudre de *Moringa Oleifera Lam* ne semble pas remplacer le sulfate d'alumine mais les deux coagulants mis ensemble apparaissent

plus efficaces et diminuent fortement le taux de bactéries notamment celui des coliformes totaux et fécaux ainsi que les streptocoques fécaux qui ne sont parfois même pas identifiés.

5.2 Analyse phytochimique

Les grands groupes chimiques présumés être doués des propriétés pharmacodynamiques très remarquées ont été décrits après le screening phytochimique de la poudre de l'amande de graines de *Moringa Oleifera Lam*. L'analyse qualitative de cette poudre indique que les anthocyanes, les quinones libres, les saponines, les tanins, les flavonoïdes, les quinones liées et les terpenoïdes ainsi que les stéroïdes sont absents ; seuls les alcaloïdes sont présents (Koffi*et al,* 2009). Ces résultats sont confirmés par Folkard (1997), Foild *et al.* (2002), Fuglie (2002) et Anwar et *al*. (2006) qui stipulent que les feuilles, les gousses, les graines et les jeunes branches de *Moringa Oleifera Lam* sont consommées et ne contiennent ni substances toxiques, ni tanins en quantité importante. Cette quasi absence de tous les groupes chimiques pourraient s'expliquer entre autres par l'origine, la saison et le moment de la journée pour la récolte, l'habitat, mais aussi la physiologie de la plante (Musibono, 2002).

5.3 Évaluation de l'activité antibactérienne

Il ressort de l'analyse de l'activité biologique des drogues ou extraits issus de l'amande des graines de *Moringa Oleifera Lam* que les souches de bactéries utilisées sont sensibles à la poudre de l'amande des graines de *M. Oleifera Lam* en fonction de diamètres de zone d'inhibition. Étant donné que les souches de *Staphylococcus aureus* et *Salmonella typhi* ont respectivement donné des moyennes de diamètre de zone d'inhibition plus long de 21mm et 16mm, il va de soi qu'elles soient plus sensibles que les souches d'*Escherichia coli* dont le diamètre de zone d'inhibition moyen est proche de 10mm. En général, pour toutes les souches, les diamètres de zone d'inhibition observés varient en fonction de la concentration de la poudre utilisée (Leclerc*et al.*, 1995).

Ericsson et Sherries (1971) justifie la diminution du diamètre de zone d'inhibition de la souche d'*Escherichia coli* à partir de 93,75 µg par des multiples facteurs qui généralement modifient notamment la nature du milieu de culture, le temps d'incubation, le pouvoir de diffusion de la poudre et le nombre de germes. Les extraits d'amande des graines de *M. Oleifera Lam* ont de ce fait une action antibactérienne avérée sur les bactéries gram$^+$ et gram$^-$. Mais la sensibilité de germes testés devrait varier non seulement avec la concentration de la poudre mais aussi et surtout avec l'espèce bactérienne.

Les tests effectués dans cette étude n'ont pas permis de déterminer avec exactitude les concentrations minimales inhibitrices (CMI) mais étaient toutefois en accord avec ceux obtenus par la méthode des disques, et ont permis davantage de classer les souches utilisées par leur ordre de sensibilité croissante (*Escherichia coli, Salmonella typhi, et Staphylococcus aureus)* comme les témoignent les estimations de CMI reprises ci-dessous

- *Escherichia coli* : la C.M.I serait > 2000 et ≤ 2500 µg /ml.
- *Salmonella typhi*: la C.M.I serait > 62,5 et ≤ 125 µg /ml mais aussi > 125 et ≤ 250 µg /ml.
- *Staphylococcus aureus* : la C.M.I serait > 31,25 et ≤ 62,5 µg /ml.

Ces résultats corroborent avec ceux réalisés en 2005 par une étude chinoise qui a démontré l'action antibactérienne très puissante de *M. Oleifera Lam* et sa capacité à

clarifier les eaux par coagulation (Banque Mondiale, 2007). Les études réalisées par le personnel d'ECHO en 1985, 2002, et 2007 ont confirmé l'efficacité de l'amande des graines de *Moringa oleifera Lam* contre les bactéries de *Staphyloccocus aureus et Pseudomonas aeroginosa* qui s'attaquent à la peau (Leclerc*et al.*, 1995).Ces études ont par ailleurs indiqué que l'extrait de graines de *M. oléifera* a la capacité d'inhiber la croissance de *Staphylococcus aureus* et de *Bacillus substilus* mais non celles d'*Escherichia coli* et de *Pseudomonas aeroginosa* (Folkard, 1997 ; Foild, 2002; Fuglie, 2002 ; Doughari *et al.*, 2007 ; Lire aussi les sites web: phytomania.com et moringanews.com)

Ces vertus antibactériennes trouvées dans la poudre d'amande de graines de *M. Oleifera Lam*, qui n'a présenté que seuls les alcaloïdes comme groupe chimique, sont en contradiction avec les différents groupes chimiques qui peuvent être attribuées aux propriétés antiseptiques (tanins), détersives (saponines), antibiotiques et antifongiques (quinones) des organes étudiés (Kambu, 1990).

6. Conclusion et Recommandations

6.1 Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'évaluer les qualités physico-chimiques et microbiologiques de la poudre de l'amande de graines de *Moringa. Oleifera Lam* qui détermine son efficacité dans le traitement des eaux superficielles dans la Ville de Kenge. Il s'agissait particulièrement de mesurer les paramètres physico-chimiques pour certifier l'efficacité de ce traitement sur la qualité des eaux de surface. À titre illustratif, le pH des différentes sources d'eau ont été trouvés acides et inférieurs aux standards de l'OMS ainsi que leurs températures qui, en principe devraient être d'environ 25°C (OMS, 1994), alors que leur conductivité et l'O_2 dissous variaient selon les sources. Avec la variabilité accrue des saisons due aux changements climatiques, on pourrait donc s'attendre à plus de pluies acides et donc à la réduction de l'efficacité de la plupart de techniques traditionnelles de traitement d'eau de surface (Luwesi *et al.*, 2018).

L'étude a belle et bien démontré l'efficacité des extraits de plantes de l'amande de *M. Oleifera Lam* en matière de désinfection de l'eau. Le screening phytochimique a d'abord révélé la présence des alcaloïdes qui représentent le seul groupe chimique rencontré dans ce matériel végétal. Les extraits de graines de la plante ont présenté une activité antibactérienne avérée (Doughari *et al.*, 2007 ;Koffi*et al.*, 2009). Une zone d'activité antibactérienne de l'ordre de 21, 16 et 10 mm de diamètre a été décelée respectivement pour le *Staphylococcus aureus, Salmonella typhi et Escherichia coli*.

L'efficacité de ces doses de l'amande des graines de *M. Oleifera Lam* a été démontrée durant les prélèvements de la saison pluvieuse où des différences significatives ont été observées entre les traitements et les sources d'eaux. La population des germes totaux et des coliformes totaux qui ont été manifesté pourrait se justifier par la topographie de certaines sources et des polluants biologiques provenant essentiellement des excréments animaux et humains, de débris des végétaux, et de l'eau de ruissellement qui pénètrent à la surface de la terre.

Il ressort de cette étude expérimentale que la poudre de l'amande de graines de *Moringa Oleifera Lam* influe sur l'efficacité de la qualité microbiologique de l'eau par la réduction du nombre de germes bactériens. Les indicateurs de contamination fécale (Coliformes fécaux /gram-, Entérocoques fécaux /gram+, *Clostridium* sulfito-réducteur…) ont permis d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau en révélant la présence ou non des pathogènes ou microorganismes indicateurs. Mais l'efficacité du traitement à base de *Moringa Oleifera Lam* pourrait dépendre de la nature des graines, de sol autour des sources ou du lieu de culture de l'arbre et l'origine de l'arbre.

6.2 Recommandations

Étant donné l'intérêt que révèle cette étude sur l'efficacité de l'amande des graines de *M. Oleifera Lam* sur la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et son activité biologique, il est recommandé aux futurs chercheurs de compléter ces recherches en expérimentant plusieurs autres techniques de détection, notamment la chromatographie et la spectrophotométrie en vue d'isoler une molécule issue de l'amande des graines de *M. Oleifera Lam* qui présenterait des propriétés floculantes, ceci dans le but d'obtenir un floculant efficace pouvant remplacer les produits chimiques importés(chlorures de fer et autres).

D'autres recherches doivent être soutenues en vue d'améliorer sensiblement les méthodes de désinfection phytochimique de l'eau de plus en plus utilisée dans les pays en développement par l'emploi des produits issus des amandes de graines de *Moringa Oleifera Lam* en vue de réduire le nombre de germes bactériens souvent rencontrés dans nos rivières et sources d'eau. L'application des amandes de graines de *Moringa Oleifera Lam* dans la désinfection de l'eau du robinet et de l'eau embouteillée pourrait être une alternative au chlore, au sulfate d'aluminium et à d'autres produits importés de ce genre qui couteraient chers et seraient même rares dans les milieux ruraux. En somme, les graines de *M. Oleifera Lam* peuvent être utilisées de façon efficace pour produire de l'eau potable à l'échelle familiale.

Références Bibliographiques

Aminot, A. et Kerouel, R. (2004). *Hydrologie des écosystèmes marins : Paramètres et analyse*s. Montpelier: Editions Ifremer, 336 p.

Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M. et Gilani., A.H. (2006). Agricultural and food chemistry of a plant seeds: The case of *M. oleifera. Phytother. Res.,* 21, 17-25.

Beyene, A. et Luwesi, C.N. (2018). *Innovations financières hydriques en Afrique – Un guide pour les gestionnaires de l'eau – VOL. 1: Le Contexte des Innovations financières hydrique*s. Uppsala: NordiskaAfrikainstitutet, 159 p.

Banque Mondiale. (2007). Améliorer l'accès à l'eau potable au Mali. Disponible sur URL: http://www.worldbank.org

Borzouei, A., Kafi, M., Khazaei, H., Naseriyam, B. and Majdabadi, A. (2010). Effects of Gamma Radiation on generation and physiological aspects of wheat (*Triticumaestivum.L*) Seedlings. *Pak. J. Bot.*, 42 (4): 2281-2290.

CENI. (2014). Rapport des relevés topographiques des sites électoraux, Kenge. Kinshasa : Commission Électorale Nationale Indépendante (CENI).

Chantrel, E. et de Saint-Sauveur, A. (2008). Le *Moringa oleifera* au Niger et en Inde. *Le Flamboyant*,43: 6-23

Doughari, J.H., Pukuma, M.S. et De, N. (2007). Antibacterial effects of *Balanitesaegyptiaca* L. Drel.and*MoringaOleifera Lam*on *Salmonella typhi*. *African Journal of biotechnology*, 6 (19): 2212-2215.

Ericsson, H.M. et Sherries, J.C. (1971). Antibiotic sensitivity testing.Report of an International collaborative study.*Act. Apathol. Microbial-scand*. Sect. B, suppl.217.

Foild, N., Makkar, H.P.S. et Becker, K. (2002). Potentiel du *M. oléifera* pour les besoins agricoles et industriels. In : A. de Saint Sauveur, J. Appora, M. Besse et L. Fuglie (eds.), Potentiel de développement pour les produits du Moringa, *Actes de l'atelier international de Dar es Salaam*, 29 octobre-2 novembre 2001. Montpellier : CIRAD/ PROPAGE/ SILVA. Disponible sur URL : www.moringanews.org

Folkard, G.K. (1997). Development of the *Moringaoleifera* and *M. stenopetala*tree to provide valuable products: coagulant for water/wastewater treatment and vegetable oil. Technical report for period 1/1-31. 12.1997.

Fuglie, L. (2002). *L'arbre de la vie*. Dakar : CWS/CTA.

Google. (2018). Google earth maps. Disponible sur URL: http://www.google.com/

GWP, [Global Water Partnership]. (2015). Integrated Water Resources Management in Eastern Africa: Coping with 'Complex Hydrology'. *Technical Focus Papers (TFP)* No 7. Stockholm: Elanders.

IUCN, [International Union for Conservation of Nature]. (2016). *Knowledge for SDG Action in West Asia and North Africa: R-KNOW Water Governance Best Practices within the Water, Energy,Food and Climate Change Nexus*. Amman: IUCN- Regional Office for West Asia.

Kambu, K. (1990). *Éléments de phytothérapie comparée, plantes médicinales africaines*. Kinshasa : Centre de Recherches Pédagogiques (CRP), 105 p.

Kapende, J.K. et Luwesi, C.N. (2018). Analyse multivariée discriminante de la malnutrition chronique au cours de la petite enfance dans la Province du Kwango (2013-2014). *Health-Environment Sustainability Journal*, Vol. 7(1): 160-177.

Kerle, N., Jansen, L.L.F. et Huumeman, G.C. (eds.).(2004). *Principles of Remote Sensing (3rd ed.).* Enschede: The International Institute for Geo-Information Sciences and Earth observation (ITC).

Kiyombo, M. (2006). Éléments d'hygiène et salubrité du milieu.*Mémoire de DEA*. Kinshasa : UNIKIN, Faculté de Médecine, École de Santé.

Koffi, N., Beugre, K., Guede, N., Zirihi, N., Dossahoua, T. et Laurent, A. (2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire), Université de Cocody-abidjan. *Sciences and Nature*, vol. 6 (1): 1-15.

Leclerc, H., Gaillard, J.L., et Simonet, M. (1995). *Microbiologie générale: la bactérie et le monde bactérien*. Paris : Éditions Doin, 356p.

Lufwila,V.F. (2003). Gestion des ressources en eaux souterraines dans la zone des collines de la ville de Kinshasa (Mont-Amba, Mont-Ngafula et Kimuenza) :Evaluation qualitative de la ressource. *Mémoire de DEA*. Kinshasa : UNIKIN, Faculté de Médecine, École de Santé Publique.

Luwesi, C.N., Obando, J.A. et Shisanya, C.A. (2017). L'impact du réchauffement microclimatique sur les fermiers de Muooni, au Kenya. *Agriculture* 2017, 7(3): 1-20 (Edition Spéciale Anglaise sur "Les options d'adaptation agricole aux changements Climatiques").

Malik, A.K. et Hamdi, M.S. (2008). Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'Oued « Béni-Messous ». *Mémoire de Diplôme d'Études Universitaires Appliquées (DEUA)*. Niamey : Université de Niger.

Martin, G. et Larson, S.D. (2006). Statistical primer for cardiovascular research: descriptive statistics and graphical displays. *Circulation*, 114: 76-81 (American Heart Association).

Musibono , D.E. (1992). *Qualité de l'eau et aquaculture ; une approche d'écodéveloppement.* Kinshasa : Editions MTD Engineering, 160p.

Musibono, D.E. (1999). Variations saisonnières de la teneur en Chrome hexavalent (Cr 6), Cuivre (Cu), Plomb (Pb) et Zinc (Zn) dissous dans quatre rivières urbaines de Kinshasa (RDC) et analyses d'impacts écologiques. *Actes du 1er colloque sur la problématique des déchets à Kinshasa*, pp. 81-86.

Musibono, D.E., Mouzon , J., Biey, M., Puema, K., Mondo, M., et Paulus, J. (2002). Notes on *Moringaoleifera Lam* Cultivation in D.R. Congo and preliminary coagulation/ floculation tests. *Annales de la Faculté des Sciences*, Vol 1 (2): 63-66.

OMS. (1986). *Directives de qualité pour l'eau de boisson, vol 3, contrôle de la qualité de l'eau de boisson destinée à l'approvisionnement des petites collectivités*. Genève : Secrétariat de l'OMS, 341p.

OMS. (1994). *Directives de la qualité sur l'eau de boisson*, vol. 1, 2ème éd. Genève : Secrétariat de l'OMS.

OMS.(2003). *Manual for the laboratory identification and antimicrobial susceptibility testing of bacterial pathogens of public health importance in the developing world*. Genève : Secrétariat de l'OMS, pp. 103-162.

OMS. (2004). *Directives de qualité pour l'eau de boisson*, Vol. 1, 3ème éd. Genève : Secrétariat de l'OMS.

OMS. (2006). *Formation en management de Soins de Santé Primaire mondial sur l'hygiène, eau et assainissement*. Kinshasa : Bureau de l'OMS-RDC.

OMS. (2010). *Stratégies pour la gestion sans risques de l'eau de boisson destinée à la consommation humaine, cent vingt-septième session, point 5, 4 de l'ordre du jour provisoire du 22 avril 2010*. Genève : Secrétariat de l'OMS.

Pareck, J. et Chanda, S.V. (2007). In vitro antimicrobial activity and phytochemical analysis of some Indian medicinal plants. *Turkish Journal of Biology*, 31: 53-58.

PNUE et OMS. (2011). *Problématique de l'eau en RDC – Défis et opportunités - Étude technique réalisée dans le cadre du programme d'évaluation environnementale post–conflit en RDC*. Nairobi: Secrétariat du PNUE.

Ruhakana, A. (2011). Water quality variability and its impact on rice irrigation in Rusurirwamujyinga sub-catchment, Rwanda. *Master of Science Thesis* (Integrated Watershed Management, esp. Water Chemistry). Nairobi: Kenyatta University, School of Pure and Applied Sciences, Department of Geography.

Salama, M.S. et Verhoef, W. (2014). Stream remote sensing model for water quality mapping: 2SeaColor. *Remote Sensing of the Environment* (August 2014), 157: 6558-6563.

Shisanya, CA., Luwesi, CN. et Obando, JA. (2014). Innovative but Not Feasible: Green Water Saving Schemes at the Crossroad in Semi-Arid Lands. In: P. Chanie (ed.), *Innovative Water Resource Use and Management for Poverty Reduction in Sub-Saharan Africa: An Anthology*. Addis Ababa: OSSREA, pp. 137-172.

UNWATER (2012). World water day: Faire face aux catastrophes hydriques. Disponible sur URL: http://www.unwater.org /world water day/jndex_fr.html du 30 mars 2012

Ville de Kenge. (2017). *Recensement administratif 2017*. Kenge: Mairie de la Ville de Kenge, Province du Kwango, RDC.

Wells, D.E. et Cofino, W.P. (1995). A holistic structure for quality management: A model for marine environmental monitoring. *Pure and Applied Chemistry, 72:* 1453-1460.

Zhou, Q. (2013). *Cartography and Remote Sensing Systems*. Hong Kong: Hong Kong Baptist University (HKBU).

Webographie

- http://www.who.int/water_sanitation_health / publications / facts2004 /en/print.
- http://www.worldwatercouncil.org du 30 mars 2012
- http://www.phytomania du 30 mars 2012
- http://www.moringanews.org/moringa.html du 15 août 2010
- http://www.youtube.com/watch?v=rDnak-M6Kpg&feature=related.du 1erAoût 2011
- www.moringanews.org/document. du 1er Août 2011.

Remerciements

Nous reconnaissons toutes les personnes qui nous ont apporté leurs précieuses contributions à différents niveaux de rédaction de cet article, notamment les évaluateurs anonymes, les secrétaires et membres du comité de rédaction de cette édition spéciale ainsi que son éditeur académique. Nous sommes particulièrement reconnaissants envers le Directeur Général du Centre International pour la Recherche Multidisciplinaire Appliquée (CIRMA), Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi, par l'entremise duquel l'information de base servant à la rédaction de cette publication nous a été parvenue.

Contributions des auteurs

Cette recherche est une œuvre commune des tous les auteurs qui ont fait partie de l'équipe d'étude portant sur la qualité de l'eau dans les Grands Lacs Africains (CIRGLA) et ont pris part active dans la rédaction de cet article. Cette étude a été menée dans la Ville de Kenge, Province du Kwango, en République Démocratique du Congo (RDC) entre 2015 et 2017 mais avec actualisation de certaines données en 2018 et 2025.

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts dans le cadre de cette étude, car aucun bailleur de fonds ni malade et autres personnes enquêtées n'a joué un rôle prépondérant dans l'interprétation des résultats de l'étude. La rédaction du manuscrit et la décision de le publier ont exclusivement été à la charge des auteurs.



© 2026 by the authors. Licensee CIJ-HES, CIRMA Publishing House, Libreville, Gabon. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Article 2.

Received: June 2026 / Revised: July 2026 / Accepted: August 2026 / Published: October 2026

Gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques et son impact sanitaire et environnemental sur la vie à Kenge, en RD Congo

Alexis Tohemo Lukamba[1]*, Fiston Mayamba Mukanza[1], Mbuta Mungalu Sumbu[1], Jean Richard Mukondo Mugodi[2], Adrien Luyatu Kibungulu[2]

*Contacts: Email : tohemoalexisluka6@gmail.com Téléphone : +243815645090

[1] Assistant, Institut Superieur des Techniques Medicales (ISTM)/Marie Reine de la Paix (MRP) de Kenge, RD Congo

[2] Assistant, Université du Kwango, Faculté de Sciences Agronomiques (UNIK), RD Congo

Abstract

This study aimed at assessing the extent to which human health can be compromised by reckless behaviours of human beings, with regards to the disposal of e-wastes, including Electrical and Electronic Equipment (EEE) wastes. The study estimated between 16 to 24 tons of e-wastes from telephones diverted into the environment of Kenge city. Besides, 133,362 users dispose their telephones each year in this city, thus representing about 87 to 93% of the total population holding between 533,448 and 800,172 telephones from 2007 to 2015, which finally are found in the environment of Kenge city. The study also found heavy metals and toxic substances in EEE components disposed by Kenge residents, which inevitably cause pollution and environmental degradation in general, and food and water poisoning in particular. As a result, people's health is endangered due to the lack of an environmentally sound management (ESM) of wastes to regulate the disposal of EEE wastes in the environment. There is thus a need for provincial authorities to put in place an ESM programme for managing e-wastes in the province in general and the city of Kenge in particular.

Key words: *Health impacts; Environmental Impacts, Waste, Electronic and Electrical Equipment*

Résumé

Cette étude a consisté à apprécier la mesure dans quelle la santé humaine a été compromise par des comportements irresponsables de l'homme en matière d'utilisation d'équipements électriques et électroniques (EEE). Il s'est agi notamment des matériels et matières qui entrainent la pollution de l'environnement en général et, de la nourriture et de l'eau en particulier, par des métaux lourds et substances toxiques. En effet, les habitants de la ville de Kenge se servent parfois des EEE dont les déchets sont déversés dans l'environnement du fait de manque d'une gestion écologiquement rationnelle (GER). Ces déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE ou e-déchets) déversés dans l'environnement de Kenge sont estimés entre 16 à 24 tonnes de déchets téléphoniques. En outre, 133.362 usagers disposent de téléphones dans la ville de Kenge. Ils représentent 87 à 93% de la population totale dont 533.448 à 800.172 téléphones sont devenus des rebuts dans l'environnement de la ville de Kenge entre 2007 et 2015. Il est ainsi recommandé à l'autorité provinciale de mettre sur pied un programme de gestion des e-déchets pour endiguer le fléau de la pollution qui met en danger la vie des milliers de gens dans la Ville de Kenge.

Mot clés : *Impacts sanitaires; Impacts environnementaux, Déchets, équipements électroniques et électriques.*

1. Introduction

Les problèmes environnementaux et les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication(NTIC) sont à la une des chroniques tant internationales, régionales que nationales. D'une part, le monde est secoué par le réchauffement climatique dû à l'émission des gaz à effets de serre la déforestation et les déchets, avec comme corollaires la sécheresse et la pollution (Luwesi et al., 2017). D'autre part, les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication(NTIC) sont prometteuses et révolutionnent presque tous les aspects de la vie de l'homme (Luwesi, 2017).

Ces phénomènes, qui font parties de notre réalité, évoluent dans une dialectique susceptible de dégager leur implication dans le bien-être physique, social et économique de la population. La révolution des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) a été plébiscitée comme norme de référence sociale (Boyer, 2001).

Le programme e-waste Africa de la convention de Bale note que l'accès aux TIC a été identifié comme un indicateur du développement économique et social d'un pays. « Il fallait 'à tout prix y mordre ! », disait-elle (Secrétariat de la Convention de Bâle, 2012). Toutefois, comme toute médaille a deux faces, les nouvelles technologies ont toujours eu leurs revers, la révolution n'étant pas sans effets pervers, à l'instar du pullulement des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE ou ''3e-Déchets'') dans l'environnement moderne. Cette situation, renchérit a été occasionné par des volumes de production et de consommation sans précédent des produits électroniques, en particulier les ordinateurs personnels, les téléphones mobiles et les postes téléviseurs et radiophoniques.

Dans certains pays d'Afrique de l'Ouest, les EEE vétustes subissent une certaine forme de recyclage de base. Toutefois, plusieurs autres parties des déchets électroniques ne peuvent être gérés convenablement et occasionnent l'accumulation d'importants volumes de déchets dangereux à l'intérieur et autour des principaux centres de remise en état (Streicher-Porte, 2006). En outre, certaines pratiques, par exemple l'incinération à ciel ouvert des câbles et des pièces en plastique, peuvent provoquer de graves rejets de polluants, tels que les métaux lourds et les dioxines (Secrétariat de la Convention de Bâle, 2012).

La ville de Kenge, qui est située dans la province du Kwango, en RD Congo, n'échappe pas à cette réalité. Elle s'est de plus en plus versée dans la consommation d'équipements électriques et électroniques (EEE), surtout du domaine de l'informatique. Le phénomène DEEE doit mériter une attention particulière des chercheurs et acteurs sociaux autant que l'alimentation, la déforestation et les érosions. Malheureusement, les études de ce genre s'avèrent rares, voire même inexistantes. Ainsi, notre étude a été guidée par les questions ci-après : peut-on établir un lien entre les e-déchets et la nourriture, l'énergie, l'eau et la santé ? La population-cible connait-elle et pratique - t- elle la gestion écologiquement rationnelle ? Sinon, comment se tire-t-elle d'affaires quant à la gestion des e-déchets ? Quels peuvent en être les impacts sanitaires et environnementaux relatifs aux pratiques de gestion des e-déchets par la population locale ?

Nous osons croire que cette étude permettra d'établir un lien entre les e-déchets et la nourriture, l'eau, l'énergie et la santé de la population de Kenge en vue d'établir des systèmes de gestion écologiquement rationnelle de cette filière spécifique de déchets pour préserver l'environnement et la santé des communautés locales.

2. Revue de la littérature

Depuis que les changements environnementaux ont été intégrés dans les politiques internationales et nationales, la gestion des déchets est devenue une composante importante des politiques environnementales. Celle-ci consiste à trier, conditionner, collecter, transporter, stocker, recycler, traiter et éliminer les déchets, en plus de surveiller les sites d'élimination (MINISANTÉ, 2015). En cette matière, une portion substantielle des concepts utilisés s'inspire, parfois très directement, de la publication du Secrétariat de la Convention de Bâle (2012). Ce document entend par déchet, toute substance qu'on élimine, ou qu'on a l'intention d'éliminer ou qui est tenue d'être éliminée, en vertu des lois nationales (Secrétariat de la Convention de Bâle, 2012).

Les Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE) sont une catégorie de déchets définis par la réglementation européenne comme équipements fonctionnant grâce à des courants électriques ou à des champs électromagnétiques, ainsi que les équipements de production, de transfert et de mesure de ces courants et champs conçus pour être utilisés à une tension ne dépassant pas 1000 volts en courant alternatif et 1500 volts en courant continu (Thieffry, 2011).

Les impacts des DEEE sont légions dans plusieurs domaines de la vie, et peuvent être des conséquences environnementales, humaines et sociales dues à leur exportation et traitement de manière non appropriée. D'une manière générale, ils peuvent être regroupés en six catégories, notamment : la pollution des sols et des sous-sols, la contamination de l'eau, la contamination de l'air, la contamination de la chaine alimentaire, le pullulement du nombre de décharges clandestines, et la dégradation des conditions de travail.

La pollution des sols et des sous-sols a pour conséquences des troubles du système nerveux, entrainant parfois des problèmes neuropsychiatriques, le coma, la mort et le sous-développement du cerveau, surtout chez l'enfant. Ces effets entrainent l'exode rural et la formation de bidonvilles dans les pays sous-développés, engendrant parfois le cyber crime issu de la récupération des données électroniques logées dans les DEEE (ADEME, 2010)

La deuxième catégorie concerne la contamination de l'eau par infiltration dans la nappe phréatique et dans les cours d'eau et, par ricochet, l'atteinte du système sanguin, Cet impact rend les conditions de travail difficiles, résultant quelquefois en des travaux informels non enregistrés par l'État à la suite du rejet de la personne du secteur formel (ADEME, 2010)

La troisième catégorie est liée à la contamination de l'air par les combustibles toxiques et l'amas de cendres toxiques dont les effets de gaz à serre sur l'environnement et la santé ne sont plus à douter ainsi que les atteintes du système reproductif, en termes de dérèglements hormonaux, de stérilité (ADEME, 2008).

La quatrième catégorie consiste en la contamination de la chaine alimentaire des produits issus de l'agriculture entrainant entre autres effets pervers l'atteinte du système respiratoire caractérisée par la toux, l'infection, la suffocation, l'asthme (Zmirou et al., 1994).

La cinquième catégorie réside dans l'augmentation des quantités de ces déchets produits par habitant sur une certaine période occasionnant ainsi un pullulement du nombre de décharges clandestines dans le monde surtout en Asie, en Amérique du Sud et en Afrique et, exposant ainsi les populations à l'atteinte des reins, des yeux, de la peau et des os. Gossart cité par ADEME (2008) stigmatise que plus de 100 000 tonnes de déchets électroniques ont été exportées officiellement par les pays de l'Union Européenne en 2007 vers les pays en développement. Ces derniers subissent une double peine : non seulement ils sont du mauvais côté de la fracture numérique,

mais ils importent nos déchets numériques dangereux qui détruisent leur santé et leur environnement (Cédric, 2011).

Enfin, la sixième catégorie est liée à la dégradation des conditions de travail devenues mauvaises et caractérisées par des accidents de travail, la stigmatisation, le harcèlement, l'exploitation des employés par des employeurs et, en en majorité les enfants (ADEME, 2010).

Ces impacts négatifs des DEEE s'érigent en risques susceptibles de compromettre la santé humaine, la vie sociale et les conditions environnementales. Ils peuvent cependant être atténués ou suffisamment réduits par une gestion écologiquement rationnelle. Cette dernière est un ensemble des mesures pratiques permettant de s'assurer que les déchets dangereux, ou d'autres déchets, soient gérés d'une manière qui garantisse la protection de la santé humaine et de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets (Mattus, 1999 ; Secrétariat de la Convention de Bâle, 2012),

Cette gestion consiste généralement à traiter les déchets par absorption ou par voie chimique. Les matériaux d'adsorption retiennent le mercure à la surface grâce à différents types de forces chimiques telles que les liaisons d'hydrogènes, les interactions dipôle-dipôle et les forces de Van Der Waals. La capacité de cette adsorption dépend de la superficie, de la porosité et de la chimie de surface (EMPA, 2007). Parmi les matériaux d'adsorption on peut citer le charbon actif et la zéolite. Le mercure et d'autres métaux lourds ainsi que les substances organiques s'adsorbent sur le charbon actif (Bansal, 2005). Les déchets constitués de mercure élémentaire et les déchets contenant du mercure ou contaminés par cette substance sont traités par voie chimique, et plus principalement par: la conversion chimique en sulfure de mercure et l'amalgamation, c'est-à-dire la formation d'un alliage solide avec des métaux adéquats (Hagmann, 2009).

D'après la Directive 2002/96/CE, les DEEE peuvent être classés en 10 catégories. La première comprend les gros appareils ménagers tels que le four, la table de cuisson. La deuxième concerne les petits appareils ménagers tels la cafetière, la radio. La troisième est relative aux équipements informatiques et de télécommunications. La quatrième touche le matériel du grand public comme le caméscope ou la télévision. La cinquième catégorie est celle du matériel d'éclairage, à l'exception des appareils d'éclairage domestiques et des ampoules à filament, auxquels s'appliquent les articles 4 et 5 du décret n° 2005-829 du 20 juillet 2005 (JORF, 2005). La sixième comprend les outils électriques et électroniques, à l'exception des gros outils industriels fixes. La septième comprend les jouets, et les équipements de loisir et de sport. La huitième est relative aux dispositifs médicaux, à l'exception des produits implantés ou infectés. La neuvième catégorie est relative aux instruments de surveillance et de contrôle. Et ; la dixième est celle des distributeurs automatiques (Cédric, 2011). Notre étude a porté sur ces catégories de DEEE.

3. Matériels et méthodes

3.1 Milieu d'étude

La ville de Kenge, chef-lieu de la province du Kwango en RD Congo, est située à 5° de latitude Sud, à 17° de longitude Est, et à une altitude moyenne de 555 m au-dessus de la mer (CENI, 2014). Elle est localisée dans la région tropicale humide de type AW_3 ou la savane tropicale (tropical savana) suivant la classification de Köppen (Figure 1).

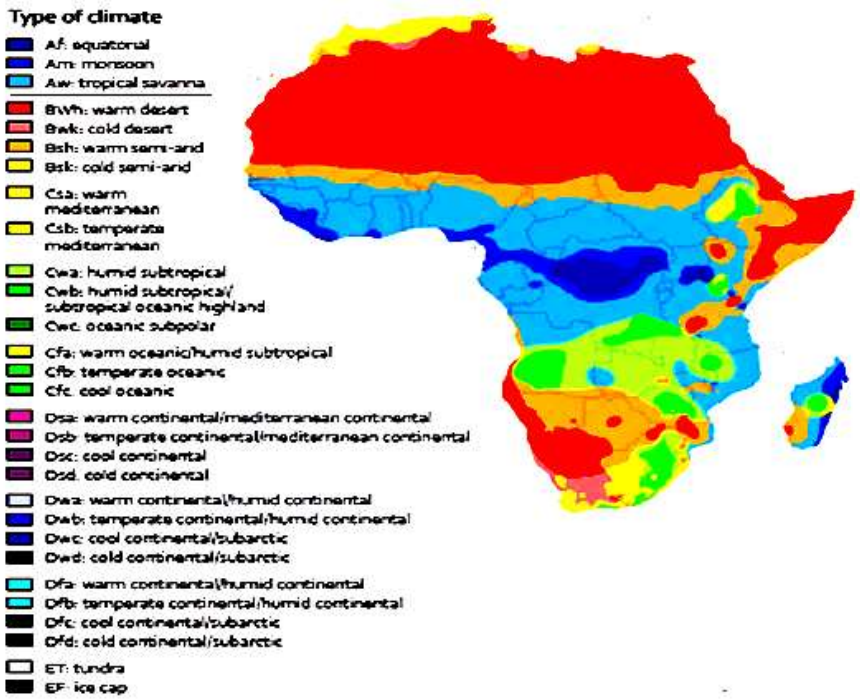


Figure 1. Carte des climats d'Afrique de Van Köppen (Luwesi et al., 2018)

La ville de Kenge repose sur des plateaux recoupés par des vallées encaissées, et parfois, des collines, avec un sol sablonneux dans une configuration à prédominance savanicole entrecoupée par des galeries forestières longeant des cours d'eau. Elle compte 153 290 habitants répartis en 15 quartiers (Ville de Kenge, 2013).

3.2 Stratégie d'échantillonnage et de collecte de données

3.2.1 Calcul des nombres total d'enquêtés à prélever

Nous avons calculé la taille de l'échantillon selon l'option de marge d'erreur pour les estimations de la population dans l'ensemble (Centre de contact national de Statistique Canada, 2010), et souhaité une estimation avec une marge d'erreur de ± 0,05 (5%) et un niveau de confiance de 95 % pour la ville de Kenge dans l'ensemble. Comme une estimation préliminaire de la proportion n'est pas disponible, nous avons supposé que $\hat{P}$=0,5 et un taux de réponse d'au moins 50% est prévu, ou plutôt souhaité (Équations 1, 2, 3 et 4).

1. *Calcul de la taille de l'échantillon initial, n_1:*

$$n_1 = \frac{Z^2 \hat{P}(1-\hat{P})}{\alpha^2} \qquad \text{(Équation 1)}$$

Où,

Z, est la valeur critique au seuil de confiance de 1-α, ici égale à 95% ;
α est le seuil de l'erreur, ici il est égal à 5% ;
*P^*, la proportion d'individus à prélever dans l'échantillon ; et,
n_1, la taille brute de l'échantillon.

2. *Calcul de la taille de l'échantillon modifiée, n_2*:

$$n_2 = \frac{N}{N+n_1} \qquad \text{(Équation 2)}$$

Où,

N, représente la taille de la population ;
n_1, taille brute de l'échantillon ; et,

n_2, taille de l'échantillon corrigée en tenant compte de la taille de la population, ici, la population totale de la ville de Kenge (Tableau 1).
En se référant à l'Équation 2, nous obtenons n2 = 383

3. *Ajustement pour l'effet de plan :*

$$n_3 = \text{Deff} \times n_2 \quad \text{(Équation 3).}$$

Où,

deff, effet de plan, rapport entre la variance d'échantillonnage d'un estimateur, selon un plan d'échantillonnage donné, et la variance d'échantillonnage de l'estimateur d'un échantillon aléatoire simple (EAS) de même taille ***;***

n_2, taille de l'échantillon corrigée ;

n_3, taille de l'échantillon ajustée.

Il sied de noter que dans un plan d'échantillonnage aléatoire simple, *deff* = 1, et habituellement, *deff* ≤ 1 pour un plan d'échantillonnage stratifié et *deff* ≥ 1 pour un plan d'échantillonnage par grappes (Centre de Contact National de Statistique Canada, 2010).

En appliquant l'équation 3, nous avons n_3 = 383 en posant qu'il s'agit d'un EAS, donc deff = 1. Ajustement pour le taux de réponse (r), afin de déterminer la taille de l'échantillon final, n:

$$n = \frac{n_3}{r} \quad \text{(Équation 4).}$$

Où,

n, taille de l'échantillon final devant faire l'objet d'enquête ;

n_3, taille de l'échantillon ajustée au fait de l'effet de plan ; et,

r, taux estimé de réponses, ici, 50%. D' où, la taille de l'échantillon nécessaire est de 766 individus.

3.2.2 Calcul des nombres d'enquêtés à prélever par quartier

À ce niveau, nous avons utilisé la technique d'échantillonnage stratifiée dont les strates sont les 15 quartiers que compte la ville de Kenge avec une fraction de sondage

$$f = \frac{n}{N} \quad \text{(Équation 5)}$$

Où,

f, la fraction de sondage $\text{f} =\cong 0{,}005$ dont les résultats sont présentés au Tableau 1;

n, la taille de l'échantillon ; et,

N la taille de la population.

3.2.3 Parcelles et personnes à enquêter

Selon un encrage empirique, nous nous sommes convenu d'enquêter une personne par parcelle et, pour ce, il a fallu calculer le pas de sondage (k) par la technique d'échantillonnage systématique donnée par l'équation suivante (Équation 6):

$$k = \frac{n}{n_e} \quad \text{(Équation 6)}$$

Où,

k est le pas de sondade des parcelles (ménages) à enquêter ;

n, la taille totale de l'échantillon à enquêter ; et,

n_e la taille des sous échantillon de chaque quartier.

Cette technique a été complétée par la technique d'échantillonnage aréolaire où les unités statistiques sont les espaces géographiques, et des itinéraires qui nous a permis de marquer le sens de l'itinéraire à suivre pour l'enquête dans cette entité et,

en l'occurrence, nous avons opté le sens ordinal conféré par l'administration publique pour la numérotation des parcelles sur chaque avenue.

Et, la collecte des données s'est effectuée sur base d'un questionnaire soumis aux 766 enquêtés habitant les 15 quartiers de la ville Kenge.

Tableau 1. Pas de sondage (k) de parcelles enquêtées dans la Ville de Kenge (2017)

	Quartiers	Population (Ni)	Population à enquêter (n_i)	k
1	Bakali	24667	123	6
2	Congo	15059	75	10
3	Epom	13665	68	11
4	Kapanga	11834	59	13
5	Kikwit	8806	44	17
6	Kenge3	4703	24	32
7	Mangangu	5616	28	27
8	Manonga	2348	12	64
9	Masikita	11872	59	13
10	Mavula	4210	21	36
11	Muni_kenge	5495	27	28
12	Mukisi forage	13821	69	11
13	Pont wamba	15880	79	10
14	Salongo	3503	18	43
15	Yete	11811	59	13
Total		**153 290**	**766**	

Source : Kenge, Bureau de la Mairie (2017) et Auteurs (2026)

Quant à l'analyse et discussion sur le nombre de téléphones (Équation 7) et la proportion d'usagers de téléphones (Équation 8) nous avons fait l'estimation par Intervalle d'estimation, ou de confiance, à la valeur critique *u* et à la probabilité d'erreur α.

$$\bar{x} - u_{1-\frac{\alpha}{2}}\frac{S}{\sqrt{n}} \text{ à } \bar{x} + u_{1-\frac{\alpha}{2}}\frac{S}{\sqrt{n}} : \quad \text{(Équation 7)}$$

, L'intervalle de confiance d'une proportion au seuil du risque de 1% est représenté par l'Équation 8 :

$$f_n \pm Z_{1-\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad \text{(Équation 8)}$$

Où,

fn = estimateur de la proportion dans la population ;

P = proportion de l'échantillon étudié ;

Z = valeur critique au seuil de confiance $1 - \frac{\alpha}{2}$;

n = taille de l'échantillon étudié

3.3 Techniques d'analyse

Cette étude est descriptive, et analytique, parce qu'elle décrit et analyse les comportements des usagers des EEE vis-à-vis des DEEE des ménages. Elle est aussi rétrospective car elle se consacre aux connaissances et aptitudes pratiques de la population de la configuration d'étude. Enfin, c'est une étude prospective, par le fait qu'elle s'intéresse aux conséquences de ces pratiques sociales.

L'analyse quantitative a été utilisée pour mettre en rapport les différentes variables, mesures ou paramètres nécessaires utilisés en vue de mettre en lumière le thème abordé. Elle s'est effectuée en deux volets: l'analyse descriptive et l'analyse inférentielle. L'analyse descriptive a permis de condenser les résultats d'enquête en

paramètres statistiques, plus particulièrement en moyenne, écart type et pourcentage, pour en dériver les caractéristiques de l'échantillon.

L'analyse inférentielle a consisté en un test d'hypothèse basé sur le test de Chi-carré (Dagnelie, 1986 ; Lamotte, 1971). Ce test a permis de vérifier la relation de dépendance entre la configuration géographique (quartiers) où habite l'enquêté et sa connaissance de la gestion écologiquement rationnelle (GER), d'une part, et d'autre part, entre la connaissance de la GER et les pratiques sociales locales de gestion des e-déchets – destination de ces déchets -, et la connaissance des risques de ces déchets par les habitants de la ville de Kenge par rapport à leurs emplacements (quartiers).

Le test du chi-carré (Khi^2 ou χ^2) a été utilisé pour vérifier les liens entre la connaissance des enquêtés sur les risques liés aux déchets et leur configuration géographique. Cette analyse inférentielle a permis de tester l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y avait aucune relation entre la distribution attendue de la connaissance des enquêtés sur les e-déchets (E) et la distribution observée de leur localisation géographique (O). Ainsi, les hypothèses ci-après ont été testées:

- H_0 : E≠O, Il y a une différence significative entre les distributions de E et de O
- H_1: E=O, Il n'y a aucune différence significative entre les distributions de E et O

Du point de vue analytique, la statistique de chi-carré (Khi^2 ou χ^2) est représentée par la formule suivante (Équation 9):

$$\chi^2_{ddl;p} = \sum \frac{(E_j - O_i)^2}{O_i} \qquad \text{(Équation 9)}$$

Où,

E_i, l'$i^{ème}$ effectif attendu de la distribution des connaissances des enquêtés sur les e-déchets

O_j, le $j^{ème}$ effectif observé dans la distribution de la configuration géographique des enquêtés

ddl, le degré de liberté (égal à *n-k*)

n, l'effectif total de l'échantillon

k, le nombre des paramètres estimés (égal au nombre des facteurs)

p, le taux de signification (égal à la probabilité d'échec de Ho)

La statistique de chi-carré (*Khi^2*) a été testée au seuil de signification de 5% (p =0,05) à l'aide des logiciels informatiques SPSS 16.0 et Microsoft Excel 2013 afin de donner un sens aux descriptions explicatives en mettant en relation les différentes variables d'étude en vue de mieux interpréter les résultats l'étude.

4. Résultats de l'étude

Cette étude a consisté à: (i) identifier les producteurs des e-déchets dans la ville de Kenge ; (ii) estimer le volume des e-déchets; (iii) en déceler les impacts socioéconomiques et environnementaux afférents à leurs pratiques de gestion et ; (iv) évaluer la connaissance des enquêtés sur la GER des e-déchets ainsi que les pratiques sociales de gestion locale des DEEE.

4.1 Quelques caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

L'enquête a porté sur 400 individus de sexe masculin (52%) et 366 de sexe féminin (48%) dont 27 non instruits (3,5%) , 74 ayant un niveau d'étude primaire (9,7%), 319 ayant un niveau post-primaire avec études secondaires incomplètes

(41,6%) de niveau, 253 ayant un niveau d'étude secondaire (32,0%) et 93 ayant un niveau supérieur ou universitaire (12,1%).

4.2 Production des DEEE

Il s'est agi ici d'identifier les usagers des EEE susceptibles d'être des producteurs des e-déchets. Et, à cet effet, sur les 766 enquêtés, un enquêté a eu, depuis 2007 à 2017, au moins l'un des EEE suivants : téléphone (689 au total, soit 90%), poste radio (403, soit 53%), postes téléviseur (200, soit 26%) ordinateur (120, soit 17%), lecteur DVD (80, soit 10%), ou imprimante (50, soit 7%).

En ce qui concerne la fin de vie de ces EEE auprès de l'utilisateur, force est de noter que 8 téléphones sur 10 (80%), 2 radios sur 10 (20%), 3 TV sur 10 (30%), 1 ordinateur sur 10 (10%), 1 imprimante sur 10 (10%) et 1 lecteur DVD sont jetés, ou plutôt, convertis en e-déchets éliminés entre 2007.

Une estimation du volume des e-déchets dans la Ville de Kenge révèle qu'un enquêté dispose en moyenne de 7 téléphones en dix ans, soit entre 2007 et 2010 (écart-type =5,987). C'est pour autant dire que dans toute la population de la ville de Kenge, il est probable qu'un individu dispose de 6 à 8 téléphones (au seuil de signification de 1%) Par ailleurs, il y a une probabilité de 99% de voir 76 à 84% de ces téléphones être convertis en e-déchets, soit 4 à 6 téléphones sur 7 en dix ans.

En outre, 133.362 usagers disposent de téléphones dans la ville de Kenge, et 533.448 à 800.172 téléphones deviennent des rebuts, depuis 2007. En supposant une moyenne de 30 grammes de masse par téléphone, on peut ainsi estimer 16 à 24 tonnes de déchets des téléphones dans l'environnement de la ville de Kenge, soit de 0,10 à 0,16 kg/individu.

4.3 Connaissance de la GER et pratiques sociales de gestion des e-déchets

Au regard des données d'enquête analysées, si nous supposons que la population de la ville de Kenge connait la gestion écologiquement rationnelle, il y aurait une probabilité plus petite que 0,0005 (i.e. moins de 5 chances sur 10000) qu'on obtienne un échantillon comme celui que l'on a (Cf. signification dans la case hachurée du Tableau 4). Par ailleurs, la valeur du Chi-carré calculé (149,970) est supérieure à celle de la table au degré de liberté égal à 14 et au seuil de risque de 5% (6,57) et au seuil de 1 % (4,66). La différence est donc hautement significative : on rejette l'hypothèse nulle selon la population de la ville de Kenge connait la GER.

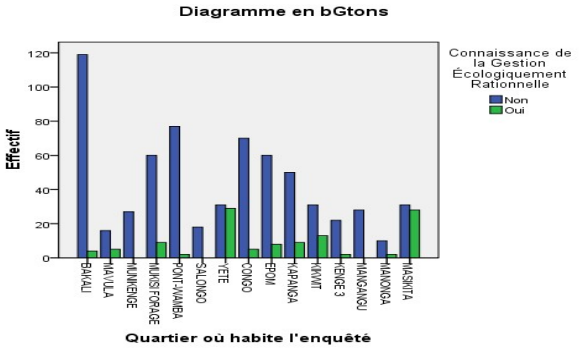


Figure 2. Connaissance sur la GER des DEEE a Kenge

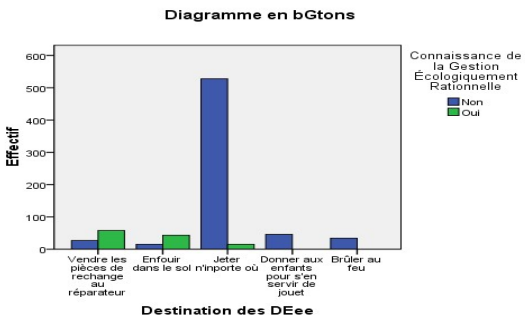


Figure 3. Connaissance sur la GER et élimination/destination finale des DEEE

(Auteurs, 2026)

D'autre part, pouvons-nous dire que les pratiques de gestion (l'élimination finale) des e-déchets de la population de la ville de Kenge dépendent-elles de la connaissance de la GER ? En supposant qu'elles en dépendent, en tout cas, il n'y a

que moins de 5 chances sur 10000 (Tableau 4) que cela soit vrai au degré de liberté 4 et aux seuils 5% et 1%. Autrement, il n'y a pas de lien entre leurs pratiques de gestion des e-déchets et la connaissance de la GER ; c'est que, la GER n'influence pas ces pratiques de gestion locale des e-déchets.

Tableau 3. Connaissance de la GER par les habitants de Kenge en 2017

	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
Chi-carré de Pearson	149,970[a]	14	,000
Rapport de vraisemblance	141,835	14	,000
Nombre d'observations valides	766		

Source : Auteurs (2026)

Tableau 4. Connaissance de la GER et élimination finale des e-déchets à Kenge en 2017

	Valeur	ddl	Sig. asymptotique (bilatérale)
Chi-carré de Pearson	422,585[a]	4	,000
Rapport de vraisemblance	341,570	s4	,000
Nombre d'observations valides	766		

Source : Auteurs (2026)

4.4 Impacts sanitaires et environnementaux des e-déchets

S'agissant des impacts des e-déchets, nous nous sommes intéressés aux impacts négatifs des e-déchets, et au niveau de connaissance de la population sur les risques liés à la santé et à l'environnement. Il ressort de l'étude que seuls 18,5% des enquêtés ont dû évoquer le fait que les e-déchets rendaient le milieu sale; 81,5% n'ont relevé aucun impact négatif (Figure 3, Tableau 5).

Tableau 5. Connaissance de la GER et des risques liés aux e-déchets en 2017

	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
Chi-carré de Pearson	435,905[a]	1	,000
Correction pour la continuité	430,506	1	,000
Rapport de vraisemblance	348,542	1	,000
Test exact de Fisher			
Nombre d'observations valides	766		

Source : Auteurs (2026)

L'analyse de la signification par Chi-carré révèle qu'il n'y a que moins de 5 chances sur ee10000 (Tableau 6) que cette hypothèse soit vraie. Par ailleurs, la valeur du Chi-carré calculé (435,905) est supérieure à celle de la table au degré de liberté égal à 1 et au seuil de risque de 5% (0,098) et au seuil de 1 % (0,0157). La différence est donc hautement significative : on rejette l'hypothèse nulle selon laquelle la population de la ville de Kenge connait les risques des e-déchets. C'est pourquoi, ils ont pris entre options de donner aux enfants pour s'en servir comme jouets, ou de les entasser avec les autres déchets et de les brûler au feu, ou encore de les enfouir dans le sol ou de les jeter n'importe où qui pourront cependant s'avérer comme méthodes dangereuses.

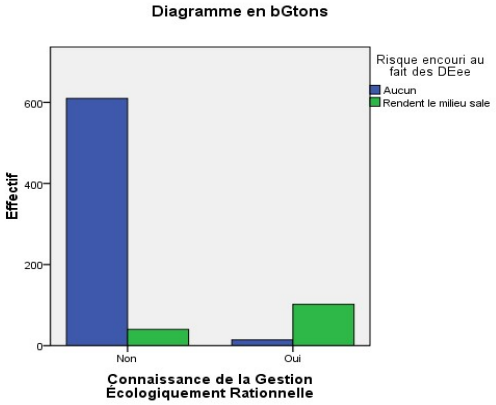


Figure 4. Connaissance sur la GER et risques liés aux DEEE

5. Discussion des résultats

5.1 Production des e-déchets (DEEE)

Tous les déchets mentionnés ici proviennent de ménages. Il n'existe pas de données relatives à la quantité exacte des e-déchets sur la configuration de notre étude, comme il est pareil en France où il n'existe non plus de données fiables sur la quantité de déchets issus des TIC éliminés en France, mais les estimations dans le domaine fixent à 450 000 tonnes environ la quantité annuelle de déchets éliminés (Bailleul, 2010 cité par Lassalle, 2011). Les données du registre de la filière des déchets électroniques de l'ADEME (2010), 134295 tonnes d'équipements des technologies de l'information et des télécommunications ont été collectées en 2009 dans un but de récupération, soit environ 2,1 kg par Français. Parmi ceux-ci, 19 034 tonnes ont été collectées auprès des professionnels. La collecte dans le domaine des ménages équivaut donc à 115 261 tonnes.

Les résultats de cette étude indiquent qu'un enquêté a disposé en moyenne 7 téléphones depuis 2007 (écart-type =5,987). C'est pour autant dire que dans toute la population de la ville de Kenge, il est probable qu'un individu dispose de 6 à 8 téléphones et, cela avec un risque de 1% seulement de nous tromper et, 76 à 84% de ces téléphones ont une probabilité de 99% à être convertis en e-déchets, soit 4 à 6 téléphones.

Et, comme 87 à 93% de la population de la ville de Kenge disposent de téléphones, des 133 362 usagers qui disposent de téléphones, 533 448 à 800 172 téléphones sont devenus des rebuts, depuis 2007. En supposant une moyenne de 30 grammes de masse par téléphone, on peut ainsi estimer 16 à 24 tonnes de déchets des téléphones dans l'environnement de la ville de Kenge, soit de 0,10 à 0,16 kg/individu.

5.2 Connaissance de la GER et pratiques de gestion des e-déchets

La préoccupation était de savoir si la population de la zone d'étude connaissait bien ce qu'on entendait par la gestion écologiquement rationnelle (GER), et que faisaient- ils des e-déchets (pratiques sociales). À cet effet, 84,9% enquêtés ont avoué ne pas connaitre la Gestion Écologiquement Rationnelle contre 15,1% qui la connaissaient. Quant aux pratiques sociales vis-à-vis des e- déchets –la plupart des enquêtés ont déclaré s jeter les e-déchets n'importe où (70,9%). Cependant, 11,1% vendent les pièces de rechange aux réparateurs, 7,6% les enfuient dans le sol, 6,0%

les donnent aux enfants pour s'en servir comme jouets et 4,4% les brûlent au feu (4,4%).

5.3 Impacts socioéconomiques et environnementaux des e-déchets

La majorité des enquêtés de la ville de Kenge croient qu'il n'y a aucun danger issu des e-déchets (81,5%), et d'autre pensent encore qu'ils rendent simplement le milieu sale. Telle que la situation se présente, nous pouvons supposer alors que la population de la ville de Kenge connait les risques des e-déchets.

Il tient aussi de noter que, la population de la ville de Kenge en particulier, tout comme le note Alainet (2010) pour le continent africain, est exposé ainsi aux soucis environnementaux et de santé publique que peuvent engendrer les déchets électroniques. Car, une fois construit, un ordinateur [- par exemple -] contient du plomb, du cyanure, et d'autres substances nocives à l'environnement (Cordier, 2003). Les écrans, notamment, contiennent de nombreuses substances : du plomb et des métaux lourds, comme le baryum, le strontium et parfois du zirconium. Ces substances chimiques dangereuses génèrent une forte pollution et des risques sanitaires pour [celui] qui les manipulent. Cependant, Silicon Valley Toxic (2004) cité par Lassalle (2011), remarque que lors de sa vie utile, un équipement informatique ne pose généralement pas de problème d'émission de substances toxiques. En tant que déchet électronique par contre, ces équipements sont potentiellement en mesure d'émettre de nombreux éléments toxiques si la gestion de la fin de vie de ces équipements n'est pas assurée adéquatement.

Ainsi, à l'exception de la pratique de vendre les pièces de rechange au réparateur (11,1%) qui peut présenter moins de risque, il y va sans dire que la pratique de brûler au feu (4,4%) opté par la population de la ville de Kenge n'est pas sans danger de pollution de l'atmosphère, comme le justifie d'ailleurs Potelle (année), nous dit Lassalle (2011), en notant que certaines pratiques, par exemple en cas d'incinération à température insuffisamment élevée, les ignifuges bromés produisent des dioxines et des furanes (Potelle, 2009). Et, cependant, donner les DEEE aux enfants pour s'en servir comme jouet (6,0%) est une autre pratique courante de la population de la ville de Kenge quand bien même Alainet (2010) fait une remarque inquiétante lorsqu'il déclare que l'exposition au plomb et au mercure des enfants et des femmes enceintes est particulièrement préoccupante. Même à faible niveau d'exposition ces métaux sont extrêmement toxiques.

Par ailleurs, cette manie, ou plutôt cette insouciance, de la population de la ville de Kenge de jeter les e-déchets n'importe où (70,9%), ou de les enfouir dans le sol (7,6%), est encore un autre problème auquel elle ne fait pas allusion. Ce comportement apparemment inoffensif est lourd de conséquences, et au regard de l'analyse, cette population ignore la nature, la toxicité et les impacts, ou effets négatifs sur leur santé.

Pourtant, Lassale (2011) souligne la toxicité de certaines natures de produits composant les EEE tels que *les cartes électroniques* ayant servi à l'intelligence de l'équipement, sont constituées de cuivre, de résine époxy (plastique thermodurcissable) et de fibres de verre sur lesquels les composants électroniques sont soudés et qui contiennent le silicium et de nombreux autres composants chimiques à l'instar d'arsenic, gallium, germanium, antimoine … ; et, la soudure .est un mélange d'étain et de plomb, éléments chimiques dont la population de la ville de Kenge ignore encore la toxicité.

Et pourtant, l'incinération et l'enfouissement dans le sol sont des pratiques courantes comme méthodes de gestion des DEEE par habitants de la ville de Kenge, or Potelle (2009) note que le traitement inadéquat des déchets informatiques peut amener une contamination de l'air, de l'eau et du sol par le plomb et ses composés

inorganiques. Lors de l'incinération des déchets, le plomb utilisé pour les soudures peut être volatilisé dans l'air, et l'oxyde de plomb du tube cathodique est soluble et peut contaminer le sol et les eaux si ces déchets sont enfouis. Qui plus est, le Service du répertoire toxicologique (2007) renchérit pour insinuer que le plomb est toxique pour l'humain de façon chronique. Il est bioaccumulable et possède des effets néfastes sur le système digestif, le système nerveux, le système sanguin et les reins que ces habitants ignorent encore.

Par ailleurs, la pratique d'incinérer les DEEE a élu domicile dans le chef des habitants de Kenge alors que le plastique PVC utilisé dans les équipements électroniques pour la fabrication du boitier et du ciblage, bien que recyclable, note encore Potelle (2009), présente des inconvénients environnementaux importants lorsqu'il y a des émissions des dioxines et furanes lors de sa fabrication et de son incinération.

En outre, malgré le caractère inoffensif de certains composants avant la fin de vie de l'EEE, les composants comme la *structure métallique* qui rigidifie l'équipement est principalement composée des métaux ferreux et de l'aluminium tandis que la *coque plastique* qui le protège, tout comme le *clavier*, sont composés de plastiques de diverses natures en particulier de l'acrylonitrile butadiène styrène (ABS) et du polychlorure de vinyle (PVC) où des produits chimiques y sont incorporés pour améliorer leur performance, en particulier des retardateurs de flammes (ignifuges bromés) (Lassalle, 2011). Et pourtant, l'incorporation de ces additifs dans les plastiques rend leur recyclabilité plus complexe, voire impossible et, en cas d'incinération à température insuffisamment élevée, les ignifuges bromés produisent des dioxines et des furanes (Potelle, 2009) ainsi que les câbles dans l'ordinateur qui permettent d'alimenter en énergie les différentes composantes et de transmettre les données entre elles sont composés de métal (généralement du cuivre) et recouverts d'une gaine plastique (du PVC additionné de retardateurs de flammes) dont les conséquences néfastes que les habitants de la ville de Kenge ignorent ont déjà été évoquées.

Et, la population de la ville de Kenge ne connait pas les inconvénients liés au plomb et au mercure, sinon ils n'auraient pas adopté des comportements qui ne reflètent pas la GER tels que jeter les DEEE n'importe où, ou les donner aux enfants pour s'en servir comme jouet, ou encore les brûler ou les enfouir dans le sol tel qu'ils le font. Car, la fabrication de l'*écran* utilise actuellement deux technologies : l'écran à tube cathodique et l'écran plat. La première technologie utilise principalement du verre auquel est incorporé du plomb dont Potelle (2009) a stigmatisé les effets pervers sur l'air, l'eau et le sol et ses corollaires sur la santé humaine signalés par le Service du répertoire toxicologique (2007). Et, la deuxième technologie, les écrans plats, emploient du mercure qui est bioaccumulable possède des effets néfastes lorsqu'il est absorbé principalement par les voies respiratoires sous forme de vapeur ou par la peau, a des effets sévères sur le système nerveux central périphérique (Service du répertoire toxicologique, 2008). Qui plus est, il se volatilise à température ambiante et dans l'eau, il forme du méthyl mercure qui contamine les sédiments et toute la chaîne alimentaire. L'incinération et l'enfouissement non contrôlés des déchets électroniques contribuent donc à la contamination de l'environnement par le mercure (Service du répertoire toxicologique, 2008).

Vraisemblablement, la population de notre zone d'étude ignore encore le danger contenu dans *batteries rechargeables* contiennent plusieurs éléments chimiques précieux comme le Nickel, le Cadmium ou le Lithium, soit de Nickel et Cadmium, soit de Nickel et l'hydrure métallique, soit encore de Lithium et ion, de Lithium polymère (Roberge, 2010). Le Cadmium, bien que précieux, est bioaccumulable et absorbé principalement par les voies respiratoires et digestives. Une contamination aiguë au

cadmium peut entrainer des problèmes respiratoires, digestifs et une insuffisance rénale. Ses effets chroniques touchent principalement les reins et il est cancérigène (Service du répertoire toxicologique, 2006).

Et, l'Antimoine utilisé dans certains composants électroniques en plus d'être un agent retardateur de flammes et un composant de soudure. Ce produit peut être absorbé par les voies respiratoires, la peau et les voies digestives en particulier, et il entraine des problèmes au niveau de la peau et des muqueuses, du système digestif et du foie en particulier (Service du répertoire toxicologique, 2009a). Mais aussi, le Chrome hexavalent (Chrome IV) était utilisé couramment comme agent de placage pour le traitement des métaux ferreux, mais son utilisation tend à diminuer du fait de sa toxicité. Son incinération et son enfouissement non contrôlés sont tous les deux des sources d'émissions de chrome VI dans l'environnement. Il présente des effets hautement toxiques pour l'humain lors d'une exposition chronique, dont des troubles respiratoires, des dommages hépatiques et rénaux, des risques accrus de cancer et des modifications du bagage génétique (Service du répertoire toxicologique, 2009b).

Il s'avère que toutes les méthodes, ou pratiques, de gestion des DEEE employés par les habitants de la vile de Kenge sont susceptibles de porter préjudice à la santé humaine soit par exposition permanente aux éléments chimiques toxiques émis dans l'atmosphère, dans l'eau, dans le sol, ou par contamination de la nourriture dans la chaine alimentaire. Bref, ces comportements irresponsables polluent dangereusement l'environnement humain au point de l'exposer à beaucoup d'affections dangereuses et à la mort à cause de l'ignorance de la GER qui pourrait l'aider à mitiger les effets pervers relatifs à la toxicité des composés chimiques contenus dans des composants des EEE en fin de vie.

Par ailleurs, en RD Congo, il n'existe pas de règlementation spécifique sur les DEEE et elle ne fait pas non plus membre de certaines conventions telle que la convention de Bâle adoptée en 1989, et entrée en vigueur en 1992, qui s'est assignée comme mission de contrôler les mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination en vue de diminuer le volume de ces mouvements et de réduire les conséquences néfastes sur la santé humaine et l'environnement si bien que ces mouvements doivent être évalués avant leur réalisation au travers des informations fournies aux États concernés (Secrétariat de la Convention de Bâle, 2012). Elle n'est pas non plus membre de celle de Bamako qui a été adopté en 1991 et est entrée en vigueur en 1998, et qui porte sur interdiction de l'importation de déchets dangereux en Afrique et régit le contrôle de leurs mouvements transfrontières dans le continent (Secrétariat de la Convention de Bâle, 2012), pour ne citer que ces deux cas d'espèce.

5.4 Nexus et transfert e-déchets, aliments, énergie, eau et sante

Une fois jetés sur le sol, les e-déchets peuvent rejeter des substances toxiques dans l'atmosphère, par incinération par exemple, et exposer ainsi l'homme à certaines maladies telles que respiratoires, sinon, rester sur le sol. Les déchets électroniques représentent un danger réel pour l'environnement et la santé publique dans la mesure où les appareils électroniques contiennent des produits relativement nocifs comme le mercure, le plomb ou encore le phosphore. En cas de mauvaise gestion, ces éléments se libèrent dans l'atmosphère entraînant d'importants dégâts pour l'homme et l'environnement (Cordier, 2003).

Par ailleurs, nous savons que les précipitations et l'irrigation sont les principales sources d'eau des sols. Une partie de celle-ci est évacuée par évaporation ou ruissellement de surface et, une autre partie pénètre dans le sol et se dirige alors soit vers les racines des plantes, soit, par gravité, vers les horizons profonds et les nappes phréatiques. Cependant, au cours de ces transports, l'eau se charge en éléments en

traces dissous de substances chimiques, parfois nocives et toxiques, de fabrication des composants des EEE qui peuvent atteindre les eaux de surface par ruissellement, ou les nappes phréatiques par percolation.

Tableau 6.Effets toxiques de quelques substances présentes dans les EEE sur la santé

Substances	*Effets sur la sante*	*Présence actuelle dans les DEE*
Retardateurs de flamme brome	Bien que moins étudiés que les dérivés chlores polycycliques leur toxique en est vraisemblablement proche ils sont ainsi soupçonnés d'avoir des propriétés de perturbations endocriniennes, neurotoxiques et toxiques pour la reproduction.	Carte à circuits imprimés, connecteurs, revêtements plastiques, câbles
Cadmium et ses composés	La toxicité dépend notamment de la solubilité des composés. Certains sont classés toxiques (inhalation et ingestion). Cancérogènes (cat. 2*) ; mutagènes (cat.2*) et toxiques pour la reproduction (la fertilité et développement/ (cat. 2*) âpres inhalation des effets toxiques peuvent s'observer sur les reins et les os (déminéralisation) ainsi que des cancres bronchiques et prostatiques.	Composants de cartes à circuits imprimés, Tubes cathodiques, Stabilisateurs pour PVC
Plomb et ses composés inorganiques	Les composés du plomb sont classés nocifs par inhalation et par ingestion, s'accumulant dans l'organisme et toxiques pour la reproduction (fertilité et développement, cat. 1*). Ces composés exercent leurs effets sur de nombreux organes dont le sang, le système nerveux et les reins. Des effets cancérogènes sont également suspectés.	Soudure de cartes à circuits imprimés, Composants du verre des tubes cathodiques, Soudure et verre des tubes fluorescents
Nickel et ses composés	Certains composés du nickel sont classés comme allergisants pour la peau et cancérogènes par inhalation. Les effets dépendent en partie de leur solubilité. Ils entrainent des allergies de la peau. Des rhinites et des asthmes. Des cancers des sinus et des bronches sont également décrits dans certains dans certains utilisations.	
Mercure et ses composés inorganiques	Le mercure est classé comme toxique par inhalation. Il s'accumule dans l'organisme. Les effets lies à une exposition répétée portent essentiellement sur le système nerveux.	Thermostat Capteurs, Relais et commutateurs, Lampes fluorescentes
Béryllium et ses composés	Ils sont classés très toxiques par inhalation et toxiques par ingestion, irritants pour la peau, les yeux et les voies respiratoires et allergisants cutanés. Enfin ils sont classés cancérogènes par inhalation (cat. 2*). Même à très faible concertation ils peuvent provoquer des atteintes graves des bronches et des poumons d'origine allergique et/ou irritative (bérylliose).	Cartes-mères connecteurs de cartes à circuits imprimés, moniteurs Relais Commutateurs, fenêtres de tubes à rayon X

Source: Chollot et al. (2005)

Et, une partie de cette solution, peut être absorbée par les plantes. Car, pour leur nutrition, les plantes ont besoin d'eau et de sels minéraux qu'elle puise dans le sol,

grâce à ses racines - l'eau et les sels minéraux, absorbés ensemble, forment ce que l'on appelle la sève brute- dont l'extrémité de chacune porte de nombreux poils absorbants - qui sont des prolongements des cellules superficielles-, grâce auxquels se fait cette absorption si bien que ces substances toxiques sont accumulées dans la plante, ou dans certains de ses organes à l'instar de feuilles, fruits, racines, écorces ….Cependant, pour emmagasiner l'énergie calorifique utile à ses fonctions, l'homme doit se nourrir de plantes ou d'animaux. Cependant, la contamination de l'homme se fait par son exposition permanente à la substance toxique, dans l'atmosphère par exemple, ou à sa position dans la chaine alimentaire : il peut ainsi ingérer les substances toxiques en consommant directement la plante ayant accumulé les substances toxiques, ou indirectement en mangeant un animal ayant consommé cette plante. Ou encore, il peut se contaminer en buvant, ou en utilisant pour sa cuisson, les eaux de la nappe phréatique ou des eaux de surface contaminées. Au final, cet homme risque de beaucoup de maladies issues de ces e-déchets (Tableau 6).

6. Conclusion et recommandations

6.1 Conclusion

L'objectif de cette recherche était de démontrer le lien qui existe entre les e-déchets, la nourriture, l'énergie, l'eau et la santé. Il était question d'identifier plus particulièrement les producteurs des e-déchets dans la ville de Kenge et en estimer le volume, de vérifier la connaissance, et les aptitudes pratiques, de la population locale vis-à-vis de la GER des e-déchets et, enfin, de déceler les impacts sanitaires et environnementaux afférents à leurs pratiques de gestion.

Il se dégage de l'analyse de la situation que les téléphones (45%), postes radios (26%), postes téléviseurs (13%), ordinateurs (8%), lecteurs DVD (5%) et imprimantes (3%) sont les EEE les plus utilisés par les habitants de la ville de Kenge. Et, entre 87 à 93% des habitants ont utilisé en moyenne 6 à 8 téléphones entre 2007 et 2017, dont 4 à 6 téléphones ont été convertis en e-déchets (soit au total 533.448 à 800.172 téléphones). Ce qui représente 16 à 24 tonnes des DEEE, soit 0,10 à 0,16 kg des e-déchets déversés par individu dans l'environnement. Ce comportement n'a que moins de 5 chances sur 10 000 de correspondre à la gestion écologiquement rationnelle (GER) et de connaitre les risques que peut engendrer les e-déchets sur la santé et l'environnement, sinon, de rendre simplement le milieu sale.

Par conséquent, ces e-déchets sont capables de polluer les sols et sous-sols, l'atmosphère et exposer l'homme a beaucoup de maladies à partir de l'évaporation de substances nocives et les métaux lourds de fabrication des composants des EEE. En outre, ils étaient encore capables de polluer le sol, de s'accumuler dans la plante au travers de la sève brute ou de contaminer les eaux superficielles et les nappes phréatiques. L'homme selon sa position dans la chaine alimentaire peut donc consommer soit cet eau, soit la plante contaminée et ainsi compromettre sa santé par ignorance de la GER.

6.2 Recommandations

Il est ainsi recommandé à l'autorité provinciale de mettre sur pied un programme de gestion des e-déchets, afin de faire la collecte, la récupération et le recyclage des DEEE ainsi que la sensibilisation sur la GER tout en accompagnant ces actions avec une règlementation conséquente. Ces interventions sont jugées nécessaires pour endiguer le fléau de la de pollution du sol, de l'eau et de l'atmosphère qui menace la santé des milliers âmes habitant la Ville de Kenge.

Références Bibliographiques

ADEME. (2010). Rapport annuel : équipements électriques et électroniques (année 2009). Disponible en ligne sur le site: http://www2.ademe.fr/ et www.syderep.ademe.fr (consulté le 7 août 2011).

ADEME. (2008). Synthèse : Déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE). In : S. Schlitz, M. Stevenin, A. Ait Hmad et T. Mariage (éds), Le trafic international des déchets. Liège: Université Libre de Liège, Belgique.

AEA Technology. (1997). Recovery of WEEE: Economic and Environmental Impacts (récupération des déchets électroniques : conséquences sur l'économie et l'environnement). Rapport final rédigé pour la Commission européenne DG XI, juin 1997. Bruxelles : National Environmental Technology Centre, Belgique.

Alainet, P. (2010). Exposition aux métaux toxiques et sante publique dans les pays en développement. Disponible sur le site web CEDDA: www.cedda.org.

Annepu, R.K. (2012). Sustainable Solid Waste Management in India. In: Columbia University Earth Engineering Center (éds), Advancing Sustainable Waste Management.

Antonius, R. (2004). Initiation au logiciel d'analyse statistique SPSS. Notes de cours de SOC4206 : Laboratoire et exercices divers. Montréal: Département de sociologie, Université du Québec à Montréal (UQÀM), Canada.

Bailleul, J. (2010). Rapport Le réemploi informatique? In Ordi 2.0. Site Web de Ordi 2.0, [En ligne]. http://www.ordi2-0.fr/spip.php? article 305 (Page consultée le 7 aout 2011).

Biagiotti, I. (2011). Le grand marché planétaire des déchets. Courrier de la Planète, Alternatives internationales, hors-série n°9 (Mai 2011).

Boyer, R. (2001). L'économiste face aux innovations qui font époque: Les relations entre histoire et théorie. Revue économique, Vol. 52, No. 5 (Sep., 2001): 1065-1115

Breton, S. (1971). Du principe. L'organisation contemporaine du pensable. Paris: Éditions du Cerf.

Brunault, L. (2011). Convention de Bâle et commerce international: une analyse empirique des mouvements transfrontières de déchets, Projet de fin d'études. Paris : Écoles des Ponts Paritech, Mines ParisTech et Cerna.

Cédric, G. (2011). Impacts écologiques des Technologies de l'Information et de la Communication (EDP Sciences). Disponible sur le site web du Groupe ÉcoInfo du CNRS: http://www.ecoinfo.cnrs.fr.

CENI. (2014), Rapport des relevés topographiques des sites électoraux, Kenge

Chalot, F. (2004). Synthèse et analyse des actions relatives aux déchets. De l'amont vers l'aval : l'émergence d'une filière de gestion des déchets adaptée aux villes africaines, 26 p

Chollot et al. (2005). Le point des connaissances sur les déchets d'équipements électriques et électroniques, INRS, Ed 5029 (Mars 2005)

Carroll, C. (2008). Déchets High-Tech. National Geographic France, N° 100.

Coby, S., Wong, C., Wu, S., Nurdan, C., Duzgoren-Aydin, S., Adnan Aydin, S. et Wong, M.H. (2006). Trace metal contamination of sediments in an e-waste processing village in China. Rapport Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong et Croucher Institute for Environmental Sciences, Hong Kong Baptist University

Cordier, S. (2003). Environnement et santé publique : fondements et pratiques. *EDISEM* (2003) : 398-440.

Dagnelie, P. (1986). Théorie et Méthodes statistiques. Applications agronomiques, Vol 2. Gembloux: Les Presses Agronomiques de Gembloux, Luxembourg.

De Bono, A., Giuliani, G., Kluser, S. et Peduzzi, P. (2005). Les déchets électroniques, la face cachée de l'ascension des technologies de l'information et des communications. Nairobi : PNUE, Kenya.

Dorion, J.F. (2008). Gestion des produits électroniques au Québec : Cas des écrans de téléviseurs et des moniteurs d'ordinateurs. Québec : Canada, 72 p

EMPA, (2007). Une initiative de l'ONU en faveur de l'amélioration du recyclage des déchets électroniques, Communiqué aux médias, 7 mars. Consulter aussi l'article « Déchets d'équipements électriques et électroniques » sur le site web: www.ecologie.gouv.fr

Grammont, L. (2003). Cours de statistique inférentielle, Licence d'économie et de gestion. Saint-Etienne: Université Saint-Etienne, France

Greenpeace. (2008). Déchets électroniques illégaux "offerts" au Ghana. Amsterdam : Le Pays-Bas. Disponible sur le site web : www.greenpeace.org (Dernière visite le 24 mars 2013).

Hagemann, S. (2009). Technologies for the stabilization of elemental mercury and mercury-containing wastes. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS). GRS Report 252.

Jeffries, E. (2006). Produit électroniques : la carte-mère. L'État de la Planète, no 28

JORF. (1975). LOI n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux, parue au JORF du 16/07/75. Paris : Journal Officiel de la République Française (JORF).

Journal de l'Environnement (2007). Chine, le traitement des DEEE, source de pollution.

Kuehr, R. et Williams, E. (2003). Computers and the environment – Understanding and managing their impacts. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Kuper, J. et Hojsik, M. (2008). Poisoning the poor: Electronic waste in Ghana. Rapport de Greenpeace. Amsterdam, The Netherlands.

Lamotte, M. (1971). Initiation aux méthodes statistiques en biologie. Paris: Masson & Cie.

Lassalle, M. (2011), La fin de vie du matériel informatique : comparatif des modes de gestion en France et au Québec et détermination des facteurs de succès. Master de l'environnement (M. Env.). Québec : Centre Universitaire de Formation en Environnement, Université de Sherbrooke, Longueuil, Canada.

Leroy, J-B. (1981). Les Déchets et leur traitement : les déchets solides industriels et ménagers. Paris: Presses Universitaires de France (PUF).

Lundgren, K. (2012). The global impact of e-waste: addressing the challenge. Geneva: International Labour Office, Programme on Safety and Health at Work and the Environment (SafeWork). Sectoral Activities Department (SECTOR).

Luwesi, C.N. (2017). Technologies industrielles et innovations en sciences de la santé. Kenge : Section de Santé Communautaire, Département de gestion des institutions sanitaires, ISTM-MRP de Kenge, RD Congo.

Luwesi, C.N., Obando, J.A. et Shisanya, C.A. (2017). The impact of a warming micro-climate on Muooni farmers of Kenya. Agriculture 2017, 7(3): 1-20 (Special Issue "Options for Agricultural Adaptation to Climate Change").

Luwesi, C.N., Nutsukpui, A.A., Wambua, P.P. et Nkpeebo, A.Y. (2018). Societal marketing and resource mobilization: Communication and engagement methods that work for water. In: A. Beyene, and C.N. Luwesi (eds.), Innovative Water Finance in Africa –A Guide for Water Managers, - Vol. 1, Nordiska Afrikainstitutet, Uppsala, Suède, pp. 114-139.

Potelle, D. (2009). Les résidus des technologies de l'information et des communications. Disponible en ligne sur le site web: http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Fiche-tic.pdf (consultée le 4 janvier 2011).

Schlitz, S., Stevenin, M., Ait Hmad, A. et Mariage, T. (2010). Le trafic international des déchets. Liège: Université Libre de Liège, Belgique.

Secrétariat de la Convention de Bâle, SCB. (2012). DEEE en Afrique: État des lieux - Résultats du Programme e-waste africa de la Convention de Bâle. Bâle : Secrétariat de la Convention de Bâle (SCB).

Silicon Valley Toxic Coalition (2004). Poison PCs and toxic TVs. Disponible en ligne sur le site web:http://svtc.org/wp-content/uploads/ppc-ttv1.pdf (consulté le 4 janvier 2011).

Streicher-Porte, M. (2006). Analyse des flux de matière et l'évaluation économique comme outils de conception de système de recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques en particulier le recyclage des ordinateurs personnels. Thèse de doctorat. Zurich: Institut Fédéral Suisse des Technologies de Zurich, Suisse.

Streicher-Porte, M., Widmer, R., Jain, A., Bader, H.P., Scheidegger, R. et Kytzia, S. (2005). Principaux pilotes du système de recyclage des e-déchets : évaluation et modélisation de déchets électroniques dans le secteur informel à Delhi. *Impact Assessment Review* Nº 491.

Thieffry, P. (2011). Droit de l'environnement de l'Union européenne. Bruxelles: Ed. Bruylant, Belgique.

Tiltmann/ Schüren (Hg). (1994). Recycling praxis Elektronik (pratique du recyclage de l'électronique). Cologne : Ed. Verlag TÜV Rheinland, Allemagne.

Ville de Kenge. (2013). Recensement administratif 2013. Kenge: Mairie de la Ville de Kenge, Province du Kwango, République Démocratique du Congo.

Zmirou, D, Beausoleil, M. et De Coninck, P. (1994). Déchets et sols pollués. In : M. Guérin et P. Gosselin.

Webographie

www.cenelec.eu
www.ecologic-france.com
www.ecosystemes.fr
www.e-dechet.com
www.erp-recycling.fr
www.inrs.fr.

Remerciements

Nous reconnaissons toutes les personnes qui nous ont apporté leurs précieuses contributions à différents niveaux de rédaction de cet article, notamment les évaluateurs anonymes, les secrétaires et membres du comité de rédaction de cette édition spéciale ainsi que son éditeur académique. Nous sommes particulièrement reconnaissants envers le Directeur Général du Centre International pour la Recherche Multidisciplinaire Appliquée (CIRMA), Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi, par l'entremise duquel l'information de base servant à la rédaction de cette publication nous a été parvenue.

Contributions des auteurs

Cette recherche est une œuvre commune des tous les auteurs qui ont fait partie de l'équipe d'étude portant sur les e-déchets (DEEE) et ont pris part active dans la rédaction de cet article. Cette étude a été menée dans la Ville de Kenge, Province du Kwango, en République Démocratique du Congo (RDC) entre 2007 et 2015 mais avec actualisation de certaines données en 2017.

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts dans le cadre de cette étude, car aucun bailleur de fonds ni malade et autres personnes enquêtées n'a joué un rôle

prépondérant dans l'interprétation des résultats de l'étude. La rédaction du manuscrit et la décision de le publier ont exclusivement été à la charge des auteurs.

© 2026 by the authors. Licensee CIJ-HES, CIRMA Publishing House, Libreville, Gabon. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Article 3.

Received: June 2026 / Revised: August 2026 / Accepted: August 2026 / Published: October 2026

Gestion des déchets ménagers solides et la problématique de l'assainissement dans l'Aire de Santé de Mateba, Zone de Ngaba, Kinshasa, RDC

Joel Kafumbi Katsiatsia [1*], Claudine Kandi Mikumba[2]

*Contact : Email : joelkafumbi@gmail.com Téléphone: +243 814937054

[1] Chef des Travaux, Institut Supérieur des Techniques Médicales Marie Reine de la Paix de Kenge, RDC

[2]Assistant, Institut Supérieur des Techniques Médicales Marie Reine de la Paix de Kenge (ISTM-MRP), RDC

Abstract

The rapid urban population growth and the uncontrolled urbanization in most African mega cities have led to the mismanagement of household wastes and related socio-economic and health problems. Despite the population sensitization on behavior change and several sanitation activities organized in small squares, no significant improvement has been recorded to date in the behavior of the citizens and the cleanness of their cities. The study conducted in the Mateba health area of Kinshasa City aimed to determine the factors that allowed such mismanagement of solid waste at household level. A household survey and interviews enabled data collection from about 384 inhabitants. Results of the study reveal that households are bigger producers of waste due to the lack of money, waste bins and centers of transit. These factors disclose the absence of an effective policy with regard to waste management in the country. As a corollary, the institutionalization of waste mismanagement at different scales, has multiple repercussions on dirty hand diseases that include malaria, typhoid fever, cholera, diarrhea, to name but a few diseases. Consequently, there is a great need for adopting clearer ad hoc policies and affecting subsequent resources to improve waste management in the DRC and Kinshasa City in general, and the Mateba health area, in particular.

Keywords: *Dirty hand disease; household; public cleanness; solid waste; waste management.*

Résumé

L'accroissement rapide de la population urbaine et l'urbanisation non contrôlée ni maitrisée dans les grandes métropoles d'Afrique sont à la base de la mauvaise gestion des déchets ménagers et à la problématique socio-économique et sanitaire y afférente. Malgré les sensibilisations organisées dans les petits quartiers, le comportement de la population semble ne pas être de nature à favoriser l'assainissement de la ville. L'étude menée dans l'Aire de santé de Mateba de la Ville de Kinshasa visait à déterminer les facteurs favorisants la mauvaise gestion des déchets ménagers solides. Une enquête sur les ménages et la technique d'entrevue ont permis de collecter les données auprès de 384 habitants. Les résultats de l'étude ont révélé que les ménages sont des grands producteurs des déchets. Le manque d'argent, de poubelles et de centres de transit sont à la base de cette mauvaise gestion des déchets. Ces facteurs révèlent d'une part l'absence d'une politique efficace en matière de gestion des déchets dans notre pays, et d'autre part, l'institutionnalisation de la mauvaise gestion des déchets à différentes échelles. Ce qui en fait est à la base de multiples répercussions en terme de maladies des mains sales dont la malaria, la fièvre typhoïde, le choléra, la diarrhée… Par conséquent, l'adoption d'une politique ad hoc claire en la matière ne peut être démise et l'affectation des moyens conséquents devrait être vivement recommandée en vue d'une amélioration de la gestion des déchets en RDC et dans la Ville Province de Kinshasa en général, et l'aire de santé de Mateba, en particulier.

Mots-clés : *Déchet solide; gestion des déchets; insalubrité publique; maladie des mains salles; ménagers.*

1. Introduction

L'homme est le principal virus de son environnement et, depuis les années 70, la planète terre est confrontée au problème de la pollution par les déchets issus des activités humaines (Kiyombo, 2012). Ce problème s'est généralisé avec les progrès technologiques et le développement économique, lesquels ont conduit aux quantités incommensurables des déchets. Les générations présentes et futures souffriront des conséquences et effets négatifs possibles à moyen et à long termes de ces déchets toxiques et autres polluants sur l'environnent (Dassou, 2006). Ainsi, la gestion des déchets toxiques constitue de nos jours un véritable problème de santé publique dans les villes Africaines (Kinda, 2012).

Un rapport portant sur l' ''évacuation des déchets solides'', aborde la problématique de l'accumulation des ordures ménagères dans les villes métropolitaines d'Afrique en termes d'accroissement rapide de la population urbaine et d'extension démesurée de l'espace urbain. Cette urbanisation non contrôlée et non maitrisée des grandes métropoles d'Afrique est à la base du problème de gestion des déchets ménagers (André, 2002).

Face à ces actes irréfléchis d'imprudence et d'égoïsme de leurs pairs, les scientifiques recherchent de nos jours différents moyens de recycler les déchets afin de soutenir les économies de surconsommation des ressources qui y ont pris place. Ils ont recours à des moyens de décharges, d'incinération et de stockage pour faire face à l'encombrement des déchets ménagers et industriels toxiques qui causent la pollution de la planète terre (Kazika, 2014). Dans certains coins de la ville de Kinshasa, l'Union Européenne a placé des poubelles et dépotoirs publics ayant engendré des avancées significatives en matière de l'assainissement de l'environnent. Malheureusement, ces efforts déployés par la communauté internationale sont allés en fumée parce que les autorités de la ville étaient incapables de poursuivre les actions menées par l'UE en construisant des poubelles communes dans plusieurs quartiers de la capitale (Media Congo, 2017). Ainsi, les poubelles abandonnées à leur triste sort exposent les déchets non évacués avant d'exploser. Ce qui fait que l'insalubrité est loin d'être vaincue à Kinshasa suite aux comportements humains Kinois mais aussi le manque d'une organisation claire en cette matière par l'autorité politique.

Le même constat est fait dans la zone de santé de Ngaba à Kinshasa, précisément dans l'aire de santé de Mateba où la gestion des déchets ménagers pose des sérieux problèmes non seulement sanitaire mais aussi environnemental. Ladite population continue à polluer son environnement en y déversant des déchets solides et liquides (Kakesa, 2012). Ce constat est préoccupant au plus haut point et pousse au questionnement suivant: quelles sont les facteurs favorisant la mauvaise gestion des déchets dans l'aire de santé Mateba? La population est-elle consciente des conséquences de la mauvaise gestion des déchets solides sur leur santé ?

L'objectif de cette étude est donc de déterminer les facteurs favorisant la mauvaise gestion des déchets ménagers solides dans l'aire de santé Mateba et évaluer la conscience de cette population sur les conséquences de cette mauvaise gestion. Pour atteindre ce but, les objectifs spécifiques suivants ont été poursuivis: (i) dénombrer la fréquence d'évacuation des déchets par semaine dans les ménages ; (ii) identifier les facteurs liés à la mauvaise gestion des déchets au sein de l'aire de santé précitée ; et (iii) relever les conséquences de cette mauvaise gestion.

2. Revue de la littérature

La littérature abondante sur l'insalubrité révèle dans sa diversité plusieurs problèmes de santé publique liés à l'hygiène et assainissement de l'environnement, tant au niveau national qu'international (PNUD, 2005). Les statistiques actuelles

montrent que la quantité de déchets émis par les habitants de notre planète s'élève à 4 milliards de tonnes par année (Stravinskaite et Gonzalez, 2012). Le volume total de déchets produits dans les pays de l'Union Européenne (UE-28) s'est élevé à 2.503 millions de tonnes en 2014 pour l'ensemble de leurs activités économiques et ménagères, et dans une certaine mesure, à la taille de la population des pays, (Eurostat, 2017). Toutefois, la production moyenne des déchets municipaux par personne a constamment diminué au sein de l'Union Européenne (UE) depuis 2007, pour s'établir en-deçà de son niveau du milieu des années 1990. Elle est passée de 527 kg en 2002 à 475 Kg en 2014, soit une baisse de 10% (Eurostat, 2014).

Les villes Africaines seront les plus exposées aux effets liés à la mauvaise évacuation des immondices et des eaux usées. La gestion des déchets solides et liquides constitue un véritable casse-tête pour les autorités chargées de la politique et gestion de la santé publique (Kazika, 2014). L'explosion démographique et la problématique de la gestion des déchets ménagers sont liées à plus haut niveau des agglomérations urbaines, suite au et le manque d'une politique législative, technique administrative et financière pour une bonne gestion des déchets ménagers (Dassou, 2006). Par exemple, l'exposition généralisée des eaux usées et des excrétas dans les milieux urbains du Niger est tout autant un problème inquiétant, plus particulièrement là où la population est dense et les habitants conservent parfois des habitudes rurales en la matière (défécation à l'air libre, rejet anarchique des eaux de vaisselle, etc.). Dans la ville, les ordures ménagères sont peu ramassées et s'entassent dans les rues et les dépotoirs. En matière d'assainissement liquide, la ville ne dispose d'aucun réseau d'égout (Ville de Maradi, 2012).

La ville de Kinshasa est confrontée à un problème récurrent de gestion des déchets et de politique d'assainissement dans les villes congolaises. Les quartiers non urbanisés les plus pauvres de la capitale donnent le visage d'une cité abandonnée à son triste sort: pas de poubelles publiques, pas de canaux d'évacuation d'eau, etc. (Radio Okapi, 2016a). Un foyer modeste produit environ 3 Kg des déchets ménagers solides et 30 Kg des déchets liquides chaque jour. Un quartier comptant six avenues de 200 parcelles chacune produira 28.800 Kg des déchets solides et 288 m^3 des déchets liquides chaque jour (Kiyombo, 2016). Dans les quartiers situés à proximité du marché central de Kinshasa, à l'instar du quartier Ngbaka, chacun tente de se débarrasser de ses déchets ménagers à sa manière. Par conséquents, des tas d'immondices encombrent les places publiques et constituent une véritable bombe à retardement pour la santé des populations avoisinantes, car l'odeur qui sort de ces immondices semble ne pas perturber les petits commerces et restaurants de rue communément appelés «Malewa» (Mbuyi, 2013).

Ainsi, le 24 Août 2010, l'Union Européenne lançait les travaux de lutte contre l'insalubrité en créant un projet d'évacuation des déchets et d'immondices dénommé PARAU. Mais après le transfert de ce projet à l'Etat congolais, ce dernier a brillé par son incompétence à assurer l'évacuation des poubelles et dépotoirs publics, tant en milieux urbain et rural, qu'au niveau national et provincial. Depuis lors, des voix s'élèvent dans certaines communes, à l'instar de Bandalungwa, Kasa-vubu, Lingwala, Kinshasa et Kintambo pour exprimer des désagréments face au retrait de l'Union Européenne et aux effets qu'engendrent ces montagnes d'immondices (Média Congo, 2017).

L'insuffisance de l'assainissement est la cause de près de 74 pour cent des cas de maladies en RD Congo, notamment les parasitoses, les infections diarrhéiques, les affections respiratoires aiguës et les autres maladies transmissibles. Beaucoup de ces maladies, notamment le choléra, la diarrhée rouge et la fièvre typhoïde demeurent endémiques et prennent des allures épidémiques (Secrétariat Général à

l'Environnement, 2001). Ont également pris domicile dans les entités administratives les plus insalubres: le relâchement des activités de désherbage, de désinsectisation et de dératisation entraînant ainsi la prolifération des insectes et des rongeurs, en plus des maladies comme le paludisme, la schistosomiase, la trypanosomiase, la peste, l'onchocercose et les filarioses (Radio Okapi, 2016b).

3. Matériels et méthodes

3.1 Description du milieu d'étude

Notre étude s'est déroulée dans l'aire de santé de Mateba qui est l'une des aires de santé de la Zone de santé de Ngaba, dans la ville province de Kinshasa. Elle a une population de 25.891 (MINISANTE, 2014). La population est en majorité jeune dont l'âge moyen est de trente ans. L'aire de santé de Mateba est habitée par plusieurs tribus nationales dont les Kongo, les Swahili, les Luba, les Yaka et quelques expatriés notamment les congolais de Brazzaville, les Angolais, les Libanais ainsi que les Chinois. La population accède à l'eau potable de la REGIDESO à travers un réseau de distribution constitué de nouveaux tuyaux en plastique et des vieux tuyaux en métal qui causent des fuites incontrôlables rendant parfois l'environnement très insalubre.

La religion chrétienne est celle la plus pratiquée. Les langues les plus parlées sont le Lingala et Kikongo. Le faible pouvoir d'achat contraint la population aux activités de subsistance à savoir : le petit commerce (vente boutique, cabines téléphoniques, l'étalage de pains et autres, vendeurs ambulants), les cultures maraichères, les ateliers techniques (garage, menuiseries, maçonneries). Ces activités occupent environ 70% de la population considérée comme active. Le chômage touche essentiellement les jeunes, ce qui entraine une recrudescence de la délinquance juvénile à travers des bandes organisées communément appelée «Kuluna» qui touchent toutes les aires de santé à la recherche de gain facile.

En outre, les grandes avenues appelées « Directions » sont transformées à des petits marchés diurne et nocturne pour permettre la survie de la population. Les comportements liés à la pauvreté tels que le vandalisme, la présence des plusieurs enfants de la rue et des filles mères, et la prostitution sont très remarquables parmi les habitants de cette population.

3.2 Stratégie d'échantillonnage et de collecte de données

L'échantillon de cette étude est probabiliste aléatoire simple. Sa taille a été calculée par la formule de Fisher et s'est élevée à 384 hommes et femmes habitant l'aire de santé Mateba dans la zone de santé de Ngaba.

La collecte des données s'est faite au cours de la période du 15 Avril au 15 juillet 2015. Les enquêtés ont été interrogés à l'impromptu, au fur et à mesure qu'ils vaquaient à leurs occupations ménagères. Dans certains cas, l'enquêteur prenait soin d'obtenir un rendez-vous au préalable avant d'administrer le questionnaire ou de faire l'entrevue.

3.2.1 Critères de sélection

Le chercheur a établi les critères ci-après avant d'inclure tout sujet dans l'échantillon d'étude:

- Etre homme ou femme d'un ménage habitant l'aire de santé Mateba, dans la zone de santé de Ngaba ;
- Etre présent pendant les jours de l'enquête;
- Accepter librement de participer à l'étude ; et
- Avoir la capacité de répondre à un interrogatoire en Français.

3.2.2 Critères d'exclusion

Etait censé être exclu de l'échantillon, tout sujet qui habiterait l'aire de santé depuis moins d'une semaine, ou ne parlant pas la langue française, encore moins le Lingala.

3.3 Techniques d'analyse des données

Les analyses ont été essentiellement descriptives basé sur le calcul des fréquences. Les données ont été classées dans des tableaux pour faciliter le calcul des fréquences. Les tendances ont été décelées sur base de la formule suivante:

$$f(\%) = \frac{Fo}{FA} * 100 \qquad \text{[Equation 1]}$$

Où,

f (%) = Fréquence relative en pourcentage
FO = Fréquence observée
FA = Fréquence attendue

4. Résultats de l'étude

4.1 Profil des enquêtés

Les résultats de la Figure 1 révèlent que la majorité des enquêtés étaient âgés entre 30 et 39 ans (soit 41,1%), suivis de ceux dont l'âge variait entre 40 et 49 ans (soit 19,0%), 50 et 59 ans (soit 16,1%), et 20 et 29 ans (soit 15,4%). Les enquêtés les plus âgés (59 ans et plus) n'ont représenté que 8,3%.

S'agissant de la répartition sexuelle, 53% des enquêtés étaient de sexe féminin tandis que 47% étaient de sexe masculin (Figure 1).

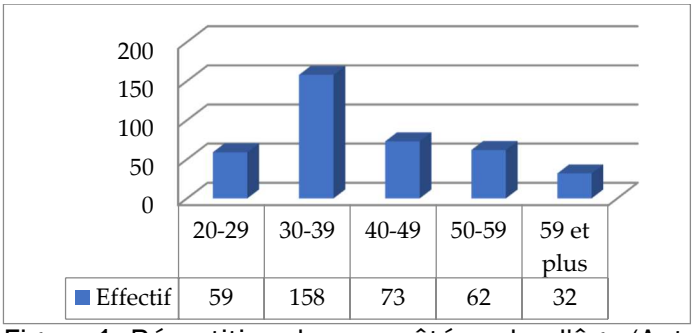


Figure 1. Répartition des enquêtés selon l'âge (Auteurs, 2026)

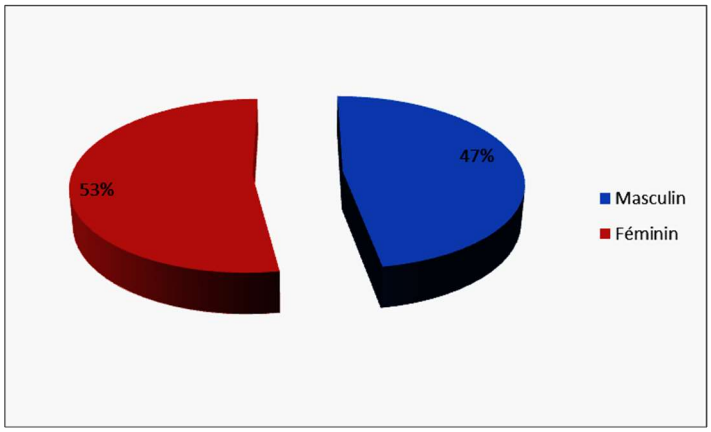


Figure 2 : Répartition des enquêtés selon le sexe (Auteurs, 2026)

Pour ce qui est de l'état matrimonial, le Tableau 1 indique que 51% des enquêtés vivaient en union libre et étaient donc les plus nombreux dans l'échantillon. Les célibataires venaient en deuxième position avec 22%, tandis que les mariés et les veufs (et veuves) n'ont représenté respectivement que 18% et 9% de l'échantillon.

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon l'état matrimonial

Etat matrimonial	Fréquence	Pourcentage
Célibataires	84	22
Marié (e)s	70	18
Veuve (veufs)	36	9
Union libre	194	51
Total	384	100

Source : Auteurs (2026)

Les ménages constitués de plus de 6 personnes étaient les plus nombreux (soit 58%), suivis de ceux composés de 4 à 6 personnes (soit 25%). et enfin ceux de moins de 4 personnes (soit 17%) (Figure 3).

Tableau 2. Répartition des enquêtés suivant le niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Fréquence	Pourcentage
Sans niveau	48	12
Primaire	23	6
Secondaire	220	57
Supérieur et Universitaire	93	24
Total	384	100

Source : Auteurs (2026)

Il ressort du Tableau 2 que les enquêtés ayant atteint un niveau d'études secondaires ont été les plus représentés dans cette étude, à la hauteur de 57% de l'échantillon ; suivis de ceux du niveau supérieur et universitaire (soit 24%). Les sujets n'ayant pas atteint un quelconque niveau d'études formelles et ceux ayant pas atteint un niveau primaire ont représenté respectivement 12% et 6% de l'échantillon.

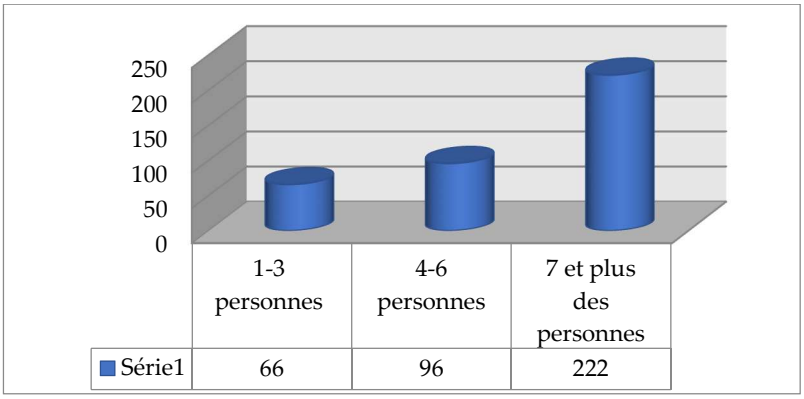


Figure 3. Taille des ménages (Auteurs, 2026)

4.2 Gestion des déchets au niveau des ménages

Interrogés sur la fréquence de l'évacuation de leurs poubelles au cours de la semaine 63% des enquêtés ont indiqué avoir l'habitude de vider leurs poubelles 3 fois par semaine ; 21% le font 2 fois par semaine, et 16% les vident plusieurs fois par semaine (Tableau 3).

Tableau 3. Fréquence de l'évacuation de poubelles

Nombre des fois (par semaine)	Fréquence	Pourcentage
Deux fois	81	21
Trois fois	242	63
Plusieurs fois	61	16
Total	384	100

Source : Auteurs (2026)

Quant aux facteurs favorisant la mauvaise gestion des déchets, le Tableau 4 indique que l'absence des décharges de transit, le manque de poubelles publiques le

manque d'argent, et l'absence des éboueurs, sont parmi les facteurs les plus récurrents avancés par les enquêtés, et représentent respectivement 31, 26, 22 et 21% de l'échantillon.

Tableau 4. Facteurs favorisant la mauvaise gestion des déchets

Facteur	Effectif	Pourcentage
Manque des poubelles publiques	100	26
Absence des éboueurs	80	21
Manque d'argent	84	22
Manque des décharges de transit	120	31
Manque des poubelles publiques	100	26
Total	384	100

Source : Auteurs (2026)

4.3 Conséquences de la mauvaise gestion des déchets

Enfin, interrogés sur les conséquences de la non évacuation de leurs déchets ménagers, les enquêtés ont inéluctablement indiqué que les maladies des mains salles telles que la fièvre typhoïde (32%), le paludisme (21%), le cholera (20%), la diarrhée (13%) et la bilharziose (6%) étaient liées à l'insalubrité ; et 8% des enquêtés ont confirmés tous ces résultats (Tableau 5).

Tableau 5. Facteurs favorisant la mauvaise gestion des déchets

Facteur	Effectif	Pourcentage
Fièvre typhoïde	123	32
Paludisme	81	21
Cholera	77	20
Diarrhée	50	13
Bilharziose	23	6
Tous les facteurs ci-haut	31	8
Total	384	100

Source: Auteurs (2026)

5. Discussion des résultats

5.1 Evacuation des déchets ménagers

Les résultats de cette étude ont montré que la majorité de nos enquêtés confirment qu'ils vident leurs poubelles 3 fois par semaines soit 63% de l'échantillon, 21% les vident 2 fois par semaine et 16% le font plusieurs fois la semaine. Ces résultats prouvent à suffisance que les ménages figurent parmi les grands producteurs des déchets. Ces résultats coïncident avec ceux trouvés dans plusieurs études à travers le monde.

Carballo et Reis (2012) ont affirmé qu'aujourd'hui l'homme est devenu un consommateur de masse, et par conséquent un gros producteur de déchets. Eurostat (2017) note qu'en 2014, le volume total de déchets produits dans l'UE-28 par l'ensemble des activités économiques et les ménages s'est élevé à 2.503 millions de tonnes; il s'agit du volume le plus élevé jamais enregistré dans l'UE au cours de la période 2004-2014.

Comme on peut bien s'y attendre, le volume total de déchets produits est lié dans une certaine mesure à la population et à la taille économique du pays. L'étude a mené une analyse de la quantité de déchets produits, en fonction de la taille de la population. On peut clairement observer les quantités élevées de déchets produits dans certains des plus petits États membres de l'UE, avec une valeur particulièrement importante enregistrée pour la Bulgarie où, en moyenne, 24,9 tonnes de déchets ont été produits par habitant en 2014, soit cinq fois les 4,9 tonnes de déchets produits en moyenne par habitant (Eurostat, 2017).

5.2 Facteurs favorisant la mauvaise gestion des déchets

Parmi les facteurs favorisant la mauvaise gestion des déchets, cette étude a trouvé les facteurs ci-après : le manque de poubelle publique (26%), l'absence des éboueurs (21%), le manque d'argent (22%) et l'absence des décharges de transit (31%). Cette situation de la gestion des déchets est vraiment préoccupante en République Démocratique du Congo en général et dans la ville de Kinshasa en particulier. En effet, la ville de Kinshasa a bénéficié d'un soutien de l'Union Européenne pour améliorer la gestion de ses déchets. Des centres de décharges de transit ont été construits dans certains quartiers avec une politique claire d'évacuation des déchets. Malheureusement, le quartier Mateba figure parmi ceux n'ayant bénéficié d'aucun avantage de cet appui de l'Union Européenne. Mais à ces jours, il n'existe plus des poubelles publiques pour l'évacuation des ordures ni des centres de transit (Eurostat, 2017).

Certaines associations et particuliers ont créé un emploi de ramassage des ordures passant ménage par ménage avec des chariots pour les collecter. Certains passent chaque jour, d'autres ont un horaire de ramassage hebdomadaire. Pour bénéficier de ces services, il faut soit payer de l'argent directement lors du ramassage, soit s'abonner pour un payement mensuel. Dans un pays où plus de 60% de la population sont des chômeurs, tout le monde n'a pas ces possibilités (Tedika, 2011).

Bien que ces associations aient fait du ramassage des déchets un emploi rémunérateur, elles finissent comme le reste de la population par les abandonner dans des endroits inappropriés où ils polluent l'environnement, entrainant une insalubrité totale ; attirant des mouches et dégageant des mauvaises odeurs qui comportent beaucoup des risques pour la population. Le problème majeur qui se pose est qu'il n'existe pas une politique claire et efficace de la gestion des déchets tant au niveau national, provincial que municipal (Yenamawu, 2010).

Dassou (2006) note que l'explosion démographique et la problématique de la gestion des déchets ménagers sont liées à plus haut niveau de la gouvernance des agglomérations urbaines et le manque d'une politique législative, technique, administrative et financière pour une bonne gestion des déchets ménagers. Lokombe (2010) estime également que la modicité des moyens techniques et financiers ne suffirait à elle seule pour justifier l'état d'insalubrité dans laquelle se trouvent les villes Africaines. La mauvaise gestion de déchets dans la ville serait ainsi les résultats des causes multiples et diverses liées aux caractéristiques de l'habitat. Il ne serait donc pas possible de résoudre la question de la mauvaise gestion de déchets ménagers si des actions visant l'amélioration de la qualité de l'habitation socio-économique ne sont pas réalisées (Yenamawu, 2010).

5.3 Conséquences de la mauvaise gestion des déchets

S'agissant des conséquences liées à la mauvaise gestion des déchets, nos enquêtés ont reconnu de façon inéluctable que la mauvaise gestion des déchets contribue à la dégradation de la santé des ménages. Des maladies de mains salles comme la fièvre typhoïde (32%), le paludisme (21%), le cholera (20%), la diarrhée

(13%) la bilharziose (6%) et autres (8%) sont de plus en plus liées à la mauvaise gestion des déchets ménagers.

Il est vrai que l'insalubrité occasionne plusieurs conséquences néfastes sur la santé tant humaine qu'animale et même sur l'environnement. Cependant, il convient d'affirmer comme Kiyombo (2012) que l'homme est le principal virus de son environnement. Il ne suffit donc pas de reconnaitre l'existence des conséquences liées à l'insalubrité mais plutôt savoir les prévenir. Kinda (2012) révèle que la conséquence de la mauvaise gestion est la pollution de l'environnement dont la dégradation du cadre de vie et les dangers sanitaires humains.

Certes, au Burkina Faso, il n'y a pas de service spécialisé en pollution pour déterminer avec exactitude la part de la pollution dans telle ou telle maladie. Cependant, tous les acteurs s'accordent à dire qu'un environnement malsain favorise le développement de plusieurs maladies. Selon Yacouba Ouédraogo (cité par Kinda, 2012), la fumée des ordures brulées est très néfaste pour la santé. « Lorsque le gaz de cette fumée rentre en contact avec les yeux, il s'humidifie et devient comme de l'acide dans l'organisme ». Cet état de fait peut également provoquer chez les individus, des maladies respiratoires telles que l'asthme, la rhinopharyngite (la voie respiratoire qui quitte le nez vers les poumons peut s'enfler sous l'effet de gaz toxique.

Selon Kinda (2012) les eaux usées, quant à elles, constituent un environnement malsain et propice à la prolifération d'insectes nuisibles :

> *Selon le Programme National de l'Environnement (PNE), les eaux usées déversées par les riverains se mêlent aux eaux pluviales de telle sorte qu'en hivernage et parfois longtemps après sa fin, les caniveaux offrent aux moustiques un milieu propice à leur prolifération.*

Et à l'OMS (2017) de renchérir à son tour :

> *De tous les insectes qui transmettent des maladies, le moustique est le plus dangereux.*

En fait, le moustique est à l'origine de la transmission du paludisme, la dengue, la fièvre jaune qui ensemble sont responsables de plusieurs millions de décès. C'est dire que les déchets dénaturent le cadre de vie au grand bonheur d'insectes nuisibles. Ceux-ci contaminent les hommes par consommation directe et ou en se posant par exemple sur les matières fécales puis transmettent les agents infectieux en se posant sur les produits alimentaires. Ainsi, les hommes contractent des maladies débilitantes et mortelles comme la fièvre typhoïde, la dysenterie, le choléra (OMS, 2017).

Dassou (2006) soutient que la mauvaise gestion des déchets a pour conséquence la prolifération des plusieurs maladies infectieuses telles que la diarrhée, le choléra, la dysenterie amibienne, la fièvre typhoïde et le paludisme. Stravinskaite et Gonzalez (2012), ajoutent que de nos jours les déchets humains sont la première cause de la pollution de l'eau. Les rejets sont souvent acheminés dans les décharges, et c'est là où la grande contamination des eaux commence (Kinda, 2012).

6. Conclusion et Recommandations

6.1 Conclusion

En guise de conclusion, l'insalubrité est un problème réel de santé dans les villes Africaines en général et de Kinshasa en particulier, comme l'avait fait observer le PNUD (2005). La pollution n'est pas seulement une gêne visuelle ou olfactive mais désormais le principal risque environnemental pour la santé dans le monde. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), elle est à la base de la mort prématurée de 7 millions de personnes chaque année dans le monde, dont plus de 40% en Afrique. Il n'est donc pas étonnant de voir la multiplication des épisodes des maladies diarrhéiques et du

choléra dans la ville de Kinshasa, une ville où les canaux de distribution d'eau qui y circulent sont pour la plupart dans un état de délabrement avancé, et les poubelles et dépotoirs publics sont presqu'abandonnés à leur triste sort.

L'étude menée à l'aire de santé de Mateba (Ngaba), à Kinshasa, montre que la majorité de ménages dans l'échantillon vident leurs poubelles au moins 2 fois par semaines. Ces résultats prouvent à suffisance que les ménages figurent parmi les grands producteurs des déchets. Ainsi quand il pleut, les déchets biodégradables se mélangent avec de l'eau et produit du carbone organique, qui peut provoquer des pluies acides. Par la suite, ces pluies acides polluent les différentes sources d'eau communément utilisées par les populations, y compris les rivières, les lacs, les marais et les puits. De plus, les eaux de ruissellement qui passent à travers les déchets, s'infiltrent dans le sol jusqu'à atteindre le sous-sol et à polluer les nappes phréatiques. En conséquence, les sources d'eaux fraiches sont contaminées avec des métaux lourds, des produits de nettoyage et autres déchets toxiques.

Par ailleurs, l'analyse révèle l'absence d'une politique de coordination efficace en matière de gestion des déchets dans notre pays, en raison du manque de moyens financiers et des poubelles publiques, de l'absence des éboueurs et des décharges de transit. Par conséquent, la plupart des décharges se trouvent à l'air libre ; ce qui est dangereux pour la santé des populations. Cette mauvaise politique d'assainissement de l'environnement en RDC a pour corollaire, l'institutionnalisation de l'insalubrité et du manque d'hygiène à différentes échelles de la gestion de la chose publique. Cela est en fait à la base de multiples répercussions en termes de maladies endémiques dont celles de mains salles: la malaria, la fièvre typhoïde, le choléra et la diarrhée.

6.2 Recommandations

L'adoption d'une politique ad hoc claire en matière de gestion des déchets ne peut être démise et l'affectation des moyens conséquents devrait être vivement recommandée en vue d'une amélioration de la gestion des déchets en RDC et de l'hygiène dans la Ville Province de Kinshasa. Le changement d'attitudes de la population face à l'insalubrité et au manque d'assainissement de la ville devra favoriser l'adoption d'un comportement salubre et hygiénique afin de lutter contre ces antivaleurs. La population devra s'efforcer tant soit peu à assainir son milieu et arriver à traiter finalement les matières usées, à la fois solides et liquides. Le traitement des déchets implique des moyens financiers et matériels conséquents ainsi que la possibilité de recyclage de certaines de ces matières pour des fins utiles. Il convient donc aux autorités publiques de mettre des moyens et matériels nécessaires à la disposition de la population afin de lui faciliter de s'impliquer dans la gestion des déchets, tant au niveau des ménages qu'à celui de la ville.

Références Bibliographiques

Adam (2002). Evacuation des excrétas dans ladite Ville, Yaoundé, Cameroun. Paris: Afrique espoir, République Française.

André, H. (2002). Gestion des déchets solides hospitaliers. UTC, 2002.

Carballo, J. et Reis, V.B. (2012). Impact de la production de déchets sur la santé. Apprendre en ligne

Dassou, A. (2006). Catégorisation des déchets solides. Paris: Afrique espoir, France.

Eurostat (2017). Statistiques sur les déchets. Disponible sur le site: ec.europa.eu (Accédé le 23 Sep. 2017)

Eurostat, Office statistique de l'Union européenne. (2014). Production et traitement des déchets municipaux dans l'UE* (en kg par personne). Disponible sur : ec.europe.eu/eurostat

Kakesa, T. (2012). La persistance de l'insalubrité à Kinshasa: de la coercition à la conscientisation. Une approche de la communication pour le changement de comportement. Mémoire de licence en communication sociale, option marketing et relations publiques. Kinshasa: Université Catholique du Congo, RDC.

Kazika, A. (2014). La gestion des déchets solides et des immondices dans les grandes villes! Problème d'absence de citoyenneté responsable et d'éducation civique, la voix des jeunes. Disponible en ligne sur: http://www.voicesofyouth.org/fr.

Kinda, B. (2012). Pollution des déchets urbains Un véritable problème de santé publique, l'événement. Disponible en ligne sur : https://evenement-bf.net/

Kiyombo (2013). L'hygiène et salubrité de l'environnement. Kinshasa : Section de Santé Communautaire, ISTM-Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Lokombe, P. (2010). Kinshasa: Insalubrité, la gestion des déchets solides à l'ordre du jour. PATCOX21, 08.20.13.

Mbuyi, N. (2013). La mauvaise gestion des déchets ménagers à la base d'un problème de santé publique au quartier Ngbaka. Kinshasa : Journalistes de droits de l'homme, Medias de droits, République Démocratique du Congo.

Media Congo (2017). Insalubrité à Kinshasa: les montagnes d'immondices source d'infections diverses. Rubrique santé publiée le 14 juillet 2017 sur le site : www.mediacongo.net

MINISANTE, Ministère de la Santé (2014). Rapport annuel du Bureau Central de la Zone de Santé. Kenge: Bureau Central de la Zone de Santé de Kenge, République Démocratique du Congo.

OMS (2008). La gestion durable des déchets et assainissement urbain. Genève: Organisation Mondiale de la Santé.

OMS, Organisation Mondiale de la Santé. (2017). Maladies à transmission vectorielle. Genève: Secrétariat de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), Suisse.

PNUD, Programme des Nations-Unies pour le Développement. (2009). Salubrité du milieu urbain. Kinshasa: Secrétariat du PNUD, République Démocratique du Congo.

Radio Okapi. (2016a). Gestion des déchets à Kinshasa. Parole aux auditeurs du 29/11/2016 - 16:14 disponible sur le site: www.radiookapi.net

Radio Okapi. (2016b). RATPK, Journal du 10/02/2016 14:31 disponible sur le site: www.radiookapi.net

Secrétariat Général à l'Environnement. (2001). Rapport sur l'insalubrité dans les villes de la RDC. Kinshasa: République Démocratique du Congo.

Stravinskaite, A. et Gonzalez, J.P. (2012). Impact de la production des déchets sur l'environnement, Apprendre en ligne.

Tedika, K. (2011). RDC: Comment vaincre le fléau du chômage ? Publié le 14 juin 2011 sur le site: www.libreafrique.org.

Ville de Maradi. (2012). Projet hygiène – assainissement de la ville de Maradi (PHAM). Rapport annuel d'activités 2012. Niamey : Bureau de la Mairie de la ville de Maradi, Niger.

Yasmin et al. (2002). Initiation aux méthodes en sciences sociales. Kinshasa: ISTM-Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Yawidi, J.P. (2009). Procès de société. Kinshasa: Université Pédagogique Nationale (UPN), République Démocratique du Congo.

Yenamawu, A.N. (2010). Problématique de la gestion des ordures ménagères dans la ville de Kinshasa, cas de la commune de Masina. Mémoire d'Ingénieur en Sciences Agronomiques. Kinshasa: Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Webographie

- Pollution de l'air ou pollution atmosphérique, en ligne, URL : www. notreplanete.info

- Statistiques sur les déchets. URL : ec.europa.eu

Remerciements

Nous reconnaissons toutes les personnes qui nous ont apporté leurs précieuses contributions à différents niveaux de rédaction de cet article, notamment les évaluateurs anonymes, les secrétaires et membres du comité de rédaction de cette édition spéciale ainsi que son éditeur académique. Nous sommes particulièrement reconnaissants envers le Directeur Général du Centre International pour la Recherche Multidisciplinaire Appliquée (CIRMA), Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi, par l'entremise duquel l'information de base servant à la rédaction de cette publication nous a été parvenue.

Contributions des auteurs

Cette recherche fait partie du mémoire de licence de l'Assistante Claudine Kandi, mémoire entrepris à la Section de Santé Communautaire de l'ISTM-Kinshasa, en République Démocratique du Congo (RDC), au cours de l'année académique 2015-2016, sous la direction du Professeur Jean-Pierre Basilua Kanza, et de l'Assistant Symphorien Kwengo Manzanza. Les auteurs les remercient infiniment pour leurs contributions respectives.

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt dans le cadre de cette étude, car aucun bailleur de fonds ni enquêté n'a joué un rôle prépondérant dans l'interprétation des résultats de l'étude. La rédaction du manuscrit et la décision de le publier sont exclusivement à la charge de l'auteur.

© 2026 by the authors. Licensee CIJ-HES, CIRMA Publishing House, Libreville, Gabon. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Article 4.

Received: July 2026 / Revised: August 2026 / Accepted: September 2026 / Published: October 2026

Analyse floristique des orchidées épiphytes en milieu ouvert de la Ville de Kenge, Province du Kwango, RDC

Patience Kuzietuka Mapasi[1]*

*Contact : Email : patkuzietuka@gmail.com Téléphone : +243 816 625 570

[1] Assistant, Faculté des Sciences Agronomiques et GDRN, Université du Kwango, Kenge, RDC

Abstract

Today, the epiphytism remains a recurring topic for botanical research relating mainly to the tropical areas and knowledge on the Orchid epiphytes in Africa, especially in RDC, are documented still little and fragmentary (White and Edward, 2001). The urban flora of the town of Kenge offers a biodiversity rich vegetable ersity in cash of which some are no known, such is the case of the orchids epiphyts. Our study highlighted 16 species of orchids epiphyts carried by 12 phorophytes. Among the 10 identified kinds, the Polystachya kind prevails in terms of species (either 18.8%). It was observed 10 orchids mesophylls out of 16 (that is to say 62.5%) pledged with the average layer of the phorophytes; mixture of a phytogeographical type was observed with floristic influences of the Regional Center of Endemism Guineo-Congolense (GC) (soit 50%) and of the species with broad distribution (AFT) (either 50%). The majority of the orchids, 13 (that is to say 81, 5%) flowered in rainy season, of October in April, with two peaks of flowering: the large peak observed in Mars (with 8 species, either 50%) and the small peak observed in November (with 5 species, or 31.3%). The study highlighted 4 orchids that are queasily threatened by certain human-induced activities. Hence, it recommended the adoption of an urban beautification policy to protect the epiphyte Orchids against the destruction of the environment, insalubrity and the lack of good hygiene and sanitation practices in the City of Kenge.

Keywords: *Floristic analysis; orchid epiphytes; open medium.*

Résumé

Aujourd'hui, l'épiphytisme demeure un thème récurrent pour les recherches botaniques portant principalement sur les régions tropicales et les connaissances sur les Orchidées épiphytes en Afrique, surtout en RDC, sont encore peu documentées et fragmentaires. La flore urbaine de la ville de Kenge offre une biodiversité végétale relativement riche en espèces dont certaines sont non connues, tel est le cas des orchidées épiphytes. Notre étude a mis en évidence 16 espèces d'orchidées épiphytes portées par 12 phorophytes. Parmi les 10 genres identifiés, le genre Polystachya prédomine en termes d'espèces (soit 18,8%). Il a été observé 10 orchidées mésophiles sur 16 (soit 62,5%) inféodées à la strate moyenne des phorophytes ; un mélange de type phytogéographique a été observé avec influences floristiques du Centre Régional d'Endémisme Guinéo-Congolais(GC) (soit 50%) et des espèces à large distribution(AFT) (soit 50%). La majorité des orchidées, 13 (soit 81,5%) ont fleuri en saison pluvieuse, d'Octobre en Avril, avec deux pics de floraison : le grand pic observé en Mars (avec 8 espèces, soit 50%) et le petit pic observé en Novembre (avec 5 espèces, soit 31,3%). L'étude a mis en relief 4 orchidées quasi-menacées par certaines activités anthropiques. Elle recommande de ce fait l'adoption d'une politique d'esthétique urbaine afin de protéger les Orchidées épiphytes face à la destruction de l'environnement, à l'insalubrité et au manque d'hygiène et d'assainissement dans la ville de Kenge.

Mots-clés : *Analyse floristique; orchidées épiphytes; milieu ouvert.*

1. Introduction

L'arbre procure l'alimentation humaine (feuilles, fruits, racines tubercules, écorces, et rhizomes) et celle du bétail (fourrage), fournit l'oxygène que nous respirons grâce au processus de la photosynthèse, participe à la régulation des écarts extrêmes de température en dégageant de la vapeur d'eau dans l'atmosphère par le processus de l'évapotranspiration, et ce processus influe sur le degré d'humidité locale et tempère le climat .Certains arbres ont un usage médicinal, et d'autres sont utilisés pour l'extraction de principes actifs servant à la mise en place des molécules médicamenteuses. Les arbres permettent de stabiliser et de régulariser l'hydrologie et le niveau de la nappe phréatique qui alimente les cours et sources d'eau ; l'arbre, par ses racines, filtre l'eau et réduit le volume des eaux de ruissellement. Les arbres fournissent le bois de construction des habitations, de ponts, de mobilier (Atangana, 2014).

Les arbres de la ville sont beaucoup plus qu'une décoration dans notre environnement urbain lorsqu'ils sont bien aménagés. En milieu urbain, l'arbre est avant tout source de bien-être physique et de santé mentale des citadins, en contribuant par sa présence à l'amélioration de la qualité de vie et en suscitant un sentiment d'admiration du paysage urbain. Un corridor d'arbres plantés le long de routes d'une ville amortit et réduit le bruit de circulation routière. L'arbre crée la beauté du cadre de vie (Bournérias, 2015).Les fleurs servent de matière première pour la parfumerie ; elles attirent les insectes pollinisateurs (abeilles), les papillons autres insectes. Les fleurs ornent également les espaces urbains et impriment la beauté de leurs belles couleurs dans les parcelles, les avenues, les ruelles, et les routes (Sonké et al., 2003).

Une orchidée épiphyte est une plante qui est fixée loin du sol, de façon plus ou moins étroite , sur un autre végétal, le plus souvent sur le tronc ou les branches d'un autre arbre appelé phorophyte(Bournérias et al., 2015).Leur croissance est soit sympodiale (rhizome émettant des pousses dans plusieurs directions), soit monopodiale (n'ayant pas de rhizome et émettant une seule pousse verticale). De toutes les orchidées épiphytes, *Grammatophyllum speciosum* est la plus grande orchidée du monde (3 m de haut et pèse 1 tonne), originaire de Singapour à l'opposé de la plus petite, Bulbophyllum minutissimum (5 mm et pèse moins de 5 grammes), originaire de l'Australie.

D'une manière générale, un problème environnemental sérieux surgit lorsqu'il y a disparition des *orchidées épiphytes* et des phorophytes à la suite de l'érosion et des activités anthropiques dans un milieu ouvert. Cela a une répercussion négative, bien que moins perceptible, sur le microclimat, la fourniture en oxygène, le sol, le cycle de l'eau ainsi que sur la séquestration du dioxyde de carbone atmosphérique, l'un des gaz à effet de serre le plus abondant qui participe au réchauffement climatique (Mbale et al., 2013). En effet, les orchidées épiphytes peuvent jouer le rôle écologique et décoratif ou esthétique, respectivement dans la détection de la pollution de l'air et dans l'ornementation des jardins, avenues, parcelles et espaces publics aménagés (Stévart, 2003). Elles peuvent également servir comme source d'alimentation de la population (Menzepoh, 2011) et de nouvelles molécules pour les médicaments (Droissart, 2009). Il sied donc de sensibiliser la population sur les dangers de la disparition des *orchidées épiphytes* afin de prévenir une catastrophe environnementale à travers la culture verte, l'éducation mésologique et la gestion durable des habitats.

De ce fait, l'étude de l'épiphytisme est essentielle pour comprendre les mécanismes d'adaptation éco-morphologique développés par les *orchidées*, car leur distribution est liée aux facteurs écologiques tels que la lumière, la température, l'eau,

etc. (Marché-Marchand, 1965 ; Tixier, 1966). Les *orchidées épiphytes* peuvent avoir un intérêt ornemental (Stévart, 2003; Seburanga, 2010 ; Mbale et *al*, 2013a; Mbale et *al. 2014)*, alimentaire (Menzopeh, 2011), environnemental comme plantes indicatrices des moindres changements environnementaux et médicinal (Droissart, 2009).

L'analyse floristique des *orchidées épiphytes* est aussi utile pour arriver à leur gestion durable face aux menaces de disparition et pourrait orienter les décideurs à définir des plans d'action et d'aménagement pour préserver cette biodiversité végétale particulière. Sans analyse floristique de la phytocénose urbaine, il est impossible de découvrir la flore des orchidées épiphytes en milieu ouvert de la ville de Kenge ; la relation entre *orchidées épiphytes* et phorophytes se traduit par la distribution verticale des *orchidées épiphytes* sur leurs phorophytes (Gnagbo ,2015).

L'objectif global de cette étude est d'identifier les *orchidées épiphytes* en milieu ouvert de la ville de Kenge en vue de caractériser leurs positions écologique et phytogéographique ainsi que leur périodicité florale et leur statut de conservation. Elle s'est proposé à répondre à trois questions fondamentales: Quel est la distribution des orchidées épiphytes et de leurs phorophytes en milieu ouvert de la ville de Kenge ? Quelle est leur occurrence écologique et géographique dans ce milieu ouvert? Et que peut-on alors dire du statut actuel de la conservation floristique dans la ville de Kenge en relation avec la survie des *orchidées épiphytes* et de leurs phorophytes? Pour répondre à ces questions, les objectifs spécifiques ci-après ont été assignés à cette étude: (i) inventorier les *orchidées épiphytes* et leurs phorophytes en milieu ouvert de la ville de Kenge ; (ii) caractériser écologiquement et phytogéographiquement les *orchidées épiphytes* de ce milieu ; (iii) déterminer le statut de conservation et de vulnérabilité des orchidées épiphytes en milieu ouvert de la ville de Kenge.

2. Revue de la Littérature

A l'échelle mondiale, le phytogéographe Andreas Franz Wilhelm Schimper fut parmi les pionniers à mener en 1898 les premières études sur les épiphytes dans les régions tropicales (actuelle Sri Lanka et actuelle Inde). Tixier (1966) caractérise chaque continent par les groupes de plantes. A cet effet il conclut que l'Afrique est la moins riche en flore épiphyte après l'Amérique et l'Asie. D'après Lebrun et Adelaide (2015), les Orchidaceae constituent la plus grande famille des Angiospermes (dans la classe des Liliopsida) après les Asteraceae, et la plus évoluée des plantes actuelles et compterait actuellement 20000 à 30000 espèces réparties dans 800 genres à travers le monde.

En Afrique, les travaux d'inventaire des orchidées épiphytes réalisés par Droissart (2009) ont signalé plus de 3000 espèces d'orchidées appartenant à 150 genres pour l'Afrique entière. La chorologie ou l'aire de distribution des orchidées épiphytes a des limites altitudinales et latitudinales. En Afrique, l'aire de distribution de ces espèces va du Golfe de Guinée à Madagascar (Puigh, 2001).

En RDC, Bola (2002) a dénombré 15 orchidées à Kisangani, Lejoly et *al*. (2010) ont inventorié 39 orchidées dans la province de Tshopo, Geerinck (2011 et 2012) a compté 130 orchidées dans la région de Kisangani en 2011 et 345 orchidées pour le Congo-Kinshasa en 2012. Une étude très récente de Mbale (2016) a inventorié 131 espèces d'orchidées dans 5 provinces de la RDC (Tshopo, Mai-Ndombe, Kongo-Central, Haut-Katanga et Lualaba).

Plusieurs travaux susmentionnés ont focalisé leur attention sur les *orchidées épiphytes* dans certaines contrées de la RDC. Cependant, aucune étude n'est encore réalisée sur l'épiphytisme dans la province du Kwango en général et en particulier dans la région de Kenge. C'est à ce juste titre que nous avons jugé opportun de réaliser

une étude sur l'analyse floristique des orchidées épiphytes en milieu ouvert de la ville de Kenge pour comprendre comment ces plantes s'inféodent et s'adaptent en strates sur leurs arbres hôtes, appelés phorophytes. Aussi, a-t-on trouvé la nécessité de réaliser une étude centrée sur les caractéristiques floristiques des orchidées épiphytes et leur distribution dans la ville de Kenge afin d'y déterminer leur statut de conservation et de vulnérabilité en milieu ouvert.

3. Matériel et méthode

3.1 Matériel et nature de l'étude

Cette étude est à la fois prospective et analytique. Elle repose sur du matériel botanique constitué essentiellement d'orchidées épiphytes vivantes, récoltées à l'aide d'une machette de marque « Tramontina », un sécateur ainsi qu'un sac de farine en coton pour l'emballage et le transport des spécimens. En plus, un appareil photo numérique de marque « Nikkon coolpix L120 921K-dot LCD » a été utilisé pour les observations à distance des orchidées en floraison et de phorophytes.

3.2 Description du milieu de l'étude

La ville de Kenge, chef-lieu de la province du Kwango en République Démocratique du Congo, est située à 04° 49` 30'' de latitude Sud, 17° 01' 38''de longitude Est et est à 558 m d'altitude (Omasombo et *al*, 2012). Classée dans la zone tropicale humide du type Aw_3 (Ndirangu et al. 2018), la ville de Kenge présente un relief morcelé et alterné par des plateaux et des vallées encaissées. Les formations herbeuses arbustives et les galeries forestières dominent la végétation de cette ville bâtie sur sols appartenant au système de Kalahari sableux, d'origine sahélienne du groupe des hygrokaolisols (Omasombo et al. 2012).

3.3 Stratégies d'échantillonnage et techniques de collecte

Seuls les spécimens vivants des *orchidées épiphytes* (avec ou sans fleurs), récoltés avec ou sans morceaux d'écorce ont été inventoriés. Nous avions récolté au total 16 spécimens d'*orchidées épiphytes* sur 12 différents phorophytes trouvés alignés sur quelques avenues, dans certaines parcelles de la ville de Kenge, et dans les galeries forestières. Ces spécimens ont été débarrassés de certaines parties encombrantes puis rangés dans un sac de farine de froment en coton, et transportés, après séchage, à l'herbarium de l'Université de Kinshasa pour identification des orchidées *épiphytes* récoltées. L'identification des phorophytes a été faite sur place. Le prélèvement des données de la phénologie de la floraison a été faite mois après mois aux conditions écologiques de la ville de Kenge sur une durée d'une année (du Janvier 2017 au Janvier 2018).

3.4 Techniques d'analyse des données

L'identification des *orchidées épiphytes* a été faite à l'aide des flores et ouvrages sur les orchidées d'Afrique centrale (Geerinck, 2011 et 2012), du Gabon et Cameroun (Droissart, 2009 ; Lejoly et *al*, 2010) ainsi que des spécialistes de l'herbarium de l'Université de Kinshasa. L'interprétation des données a été facilitée par l'utilisation de tableaux, de graphiques et de formules statistiques de la proportion centésimale (Equation 1) et du calcul du coefficient de Jaccard (Equation 2).

La proportion centésimale a été déterminée comme suit:

$$P(\%) = \frac{n_i \times 100}{N} \qquad \text{[Equation 1]}$$

Où,

P (%), la proportion centésimale

ni , le nombre d'espèces pour un genre

N , le nombre total d'espèces pour tous les genres.

Pour apprécier la similitude des flores d'orchidées entre certains sites déjà étudiés et la flore de la ville de Kenge, nous avons appliqué la formule suivante du coefficient de Jaccard :

$$C_f = \frac{c}{a+b} \qquad \text{[Equation 2]}$$

Où,

C_f, le coefficient de Jaccard, généralement ≥ 0,5 s'il y a similitude des flores comparées ; mais si C_f < 0,5, il n'y a pas similitude des flores comparées.

C, le nombre des espèces d'orchidées épiphytes communes

a , le nombre des espèces d'orchidées épiphytes spécifiques au site A

b , le nombre des espèces d'orchidées épiphytes spécifiques au site B.

4. Résultats et discussion

4.1 Inventaire floristique

4.1.1 Inventaire et groupement écologique des orchidées épiphytes

Comme l'indique le Tableau 1, 16 *orchidées épiphytes* appartenant à 10 genres ont été identifiées, dont 3 espèces de *polystachyae* (18,75%) et, deux des *ancistrorhynchae, calyptrochilae, diaphananthe* et *tridactyle*, chacun représentant 12,5%. Les autres genres sont chacun représenté par une espèce (soit 6,25%). Il s'agit de l'*aerangis,* l'*angraecum,* le *chamaeangis,* le *graphorkis* et le *rhipidoglossum.*

La Figure 1 donne la classification de ces 10 genres *d'orchidées épiphytes* par ordre d'importance d'espèces. S'agissant des groupes écologiques des orchidées épiphytes inventoriées en milieu ouvert de la ville de Kenge, la Figure 2 présente les proportions centésimales des groupes écologiques en fonction de strates.

Tableau 1. Liste floristique de 16 espèces d'orchidées épiphytes identifiées à Kenge.

Ordre	Famille	Genres	Espèces	Nombre espèces	% Espèces
Asparagales	*Orchidaceae*	*Aerangis*	*Aerangis arachnopus*	*1*	*6,25*
		Ancistrorhynchae	*Ancistrorhynchus capitatus*	*2*	*12,5*
			Ancistrorhynchus metteniae		
		Angraecum	*Angraecum distinchum*	*1*	*6,25*
		Calyptrochilae	*Calyptrochilum christyanum*	*2*	*12,5*
			Calyptrochilum emarginatum		
		Chamaeangis	*Chamaeangis vesicata*	*1*	*6,25*
		Diaphananthe	*Diaphananthe bidens*	*2*	*12,5*
			Diaphananthe fragrantissima		
		Graphorkis	*Graphorkis lurida*	*1*	*6,25*
		Polystachyae	*Polystachya galeata*	*3*	*18,75*
			Polystachya odorata		
			Polystachya tessellata		

	Rhipidoglossum	*Rhipidoglossum rutilum*	*1*	*6,25*
	Tridactyle	*Tridactyle anthomaniaca*	*2*	*12,5*
		Tridactyle tridentata		
Total	10	16	*16*	*100*

Source : Auteur (2026)

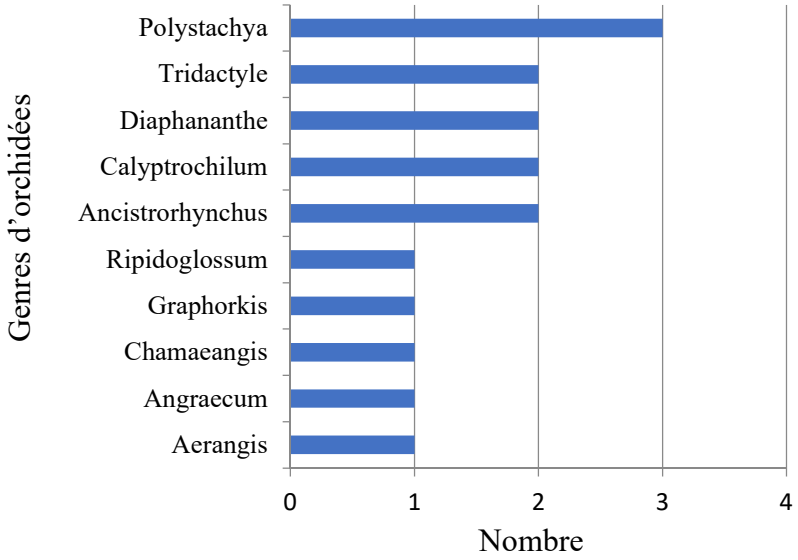


Figure 1. Classification de 10 genres d'orchidées par ordre d'importance d'espèces (Auteur, 2026)

L'analyse révèle que les 16 orchidées épiphytes identifiées se sont inféodées sur différents phorophytes au niveau de strates. A la strate inférieure (S1), allant de 0 à 3 m, on a retrouvé 4 orchidées épiphytes sciaphiles (soit 25%) ; A la strate moyenne(S2), qui va de 3 à 8 m, 10 orchidées épiphytes mésophiles se sont inféodées (soit 62,5%). Enfin, à la strate supérieure (S3), celle qui va au-delà de 8 m, on a retrouvé 2 orchidées épiphytes héliophiles (soit 12,5%).

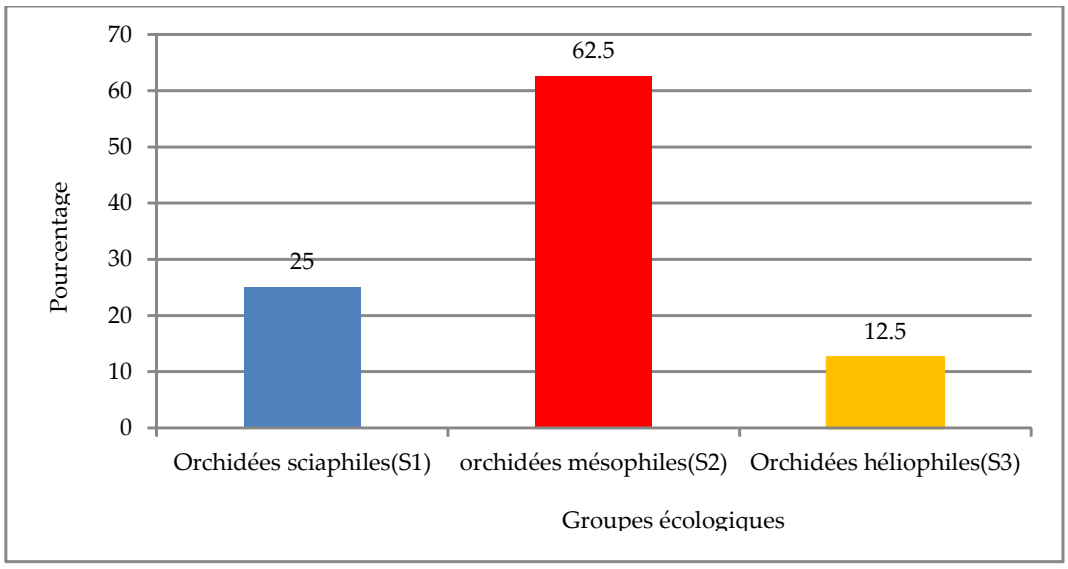


Figure 2. Proportions centésimales des groupes écologiques (Auteur, 2026)

4.1.2 Relation d'épiphytisme entre orchidées épiphytes et phorophytes

S'agissant du nombre d'orchidées épiphytes portées par chaque phorophyte et le nombre de phorophytes porteurs d'orchidées épiphytes, le Tableau 2 présente la relation d'épiphytisme entre les 16 *orchidées épiphytes* et les 12 *phorophytes* inventoriés en milieu ouvert de la ville de Kenge.

Tableau 2. Relation d'épiphytisme entre orchidées épiphytes et phorophytes

Orchidées épiphytes	Plantes-hôtes ou phorophytes												Nombre orchidées sur les arbres	T.P.
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
Aerangis arachnopus (Reichenb.f.) Schlechter	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	6	AFT
Ancistrorhynchus capitatus(Lindl) Summerh	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	G
Ancistrorhynchus mettaniae(Kraenzl) Summerh	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1	AFT
Angraecum distinchum Lindl	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2	GC
Calyptrochilum christyanum (Reich) Schlecht	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	AFT
Calyptrochilum emarginatum(Sw.) Schlecht	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2	G
Chamaeangis vesicata (Reichenb.f.) Schlecht	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	2	G
Diaphananthe bidens (Sw.ex.Pers.) Schlecht		+				+				+	+	+	5	G
Diaphananthe fragrantissima Reichenb.f.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	AFT
Graphorkis lurida(Sw.) Kuntze	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	7	AFT
Polystachya galeata Afz.Reich.F.	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	5	G
Polystachya odorata Lindl	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	G
Polystachya tessellata Lindl	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	4	AFT
Rhipidoglossum rutilum (Reichenb.f.) Schlechter	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	3	BGC
Tridactyle anthomaniaca(Reicht) Summerh	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	2	AFT
Tridactyle tridentate (Har.) Schlecht	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	AFT
Nombre total d'orchidées épiphytes par arbre	3	5	2	2	3	3	5	5	2	3	8	3		

Source : Auteur (2026)

Légende

A. *Elaies guineensis*
B. *Mangifera indica*
C. *Millettia laurentii*
D. *Dacryodes edulis*
E. *Persea americana*
F. *Terminalia catappa*
G. *Cassia kirkii*
H .*Spathodea campanulata*
I.*Callistemon speciosum*
J. *Myrianthus arboreus*
K. *Tectonia grandis*
L. *Canarium schweinfurthii.*

+ ou - : présence ou absence d'orchidées épiphytes sur un arbre
T.P : Type Phytogéographique
AFT : Afro-Tropicale
G : Guinéenne
GC : Guinéo-Congolaise
BGC : Bas Guinéo-Congolaise.

Ce tableau indique que parmi les 12 phorophytes susmentionnés, certains se sont avérés être plus porteurs d'orchidées épiphytes différentes que d'autres. *Tectonia grandis* a porté 8 orchidées épiphytes ; *Mangifera indica*, *Cassia kirkii, Spathodea campanulata* ont porté 5 orchidées épiphytes chacun ; *et, Elaies guineensis, Persea americana, Terminalia catappa, Myrianthus arboreus* et *Canarium schweinfurthii* ont chacun porté 3 orchidées épiphytes .Quant aux orchidées épiphytes, certaines ont été portées à la fois par plusieurs différents phorophytes. *Graphorkis lurida* a été portée par 7 phorophytes ; *Aerangis arachnopus* a été portée par 6 phorophytes ;

Diaphananthe bidens et *polystachya galeata* ont été portées par 5 phorophytes chacune ; *Polystachya tessellata* a été portée par 4 phorophytes ; et *Rhipidoglossum rutilum* a été portée par 3 phorophytes.

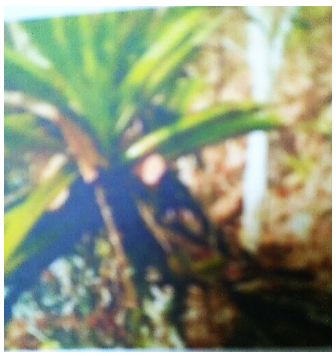
Cet épiphytisme a été caractérisé par la fixation verticale des orchidées épiphytes sur leurs phorophytes. La planche 1 illustre à titre exemplatif les quelques orchidées épiphytes représentatives du milieu ouvert de la ville de Kenge.

Photo n° 1



Diaphananthe fragrantissima (Reichenb.f)

Photo n° 2



Aerangis arachnopus (Reichenb.f) Schlechter

Photo n° 3



Calyptrochilum emarginatum (sw) Schlecht

Photo n° 4



Polystachya galeata Afz.Reich.F.

Photo n° 5



Polystachya odorata Lindl

Planche 1. Quelques orchidées épiphytes trouvées en milieu ouvert à Kenge

4.2 Caractérisation écologique et phytogéographique des orchidées épiphytes

4.2.1 Richesse et diversité des orchidées épiphytes sur les phorophytes

Les 16 espèces d'orchidées épiphytes sont réparties en groupes écologiques, comme l'indique la figure 3 ci-dessous, de la façon suivante : 10 orchidées mésophiles et hémi-héliophiles (soit 62,5%), 4 orchidées sciaphiles et hygrophiles (soit 25%) et 2 orchidées héliophiles et xérophiles (soit 12,5%).La strate moyenne se montre porteuse de plus de la moitié d'orchidées épiphytes identifiées dans notre milieu d'étude.

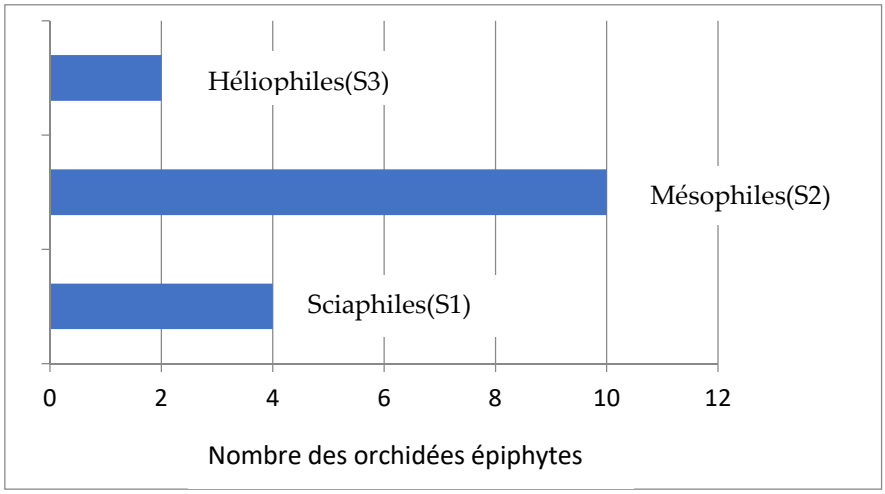


Figure 3. Stratification des orchidées d'après leur richesse et diversité (Auteur, 2026)

4.2.2 Types phytogéographiques des orchidées épiphytes à Kenge

Le Tableau 3 donne la répartition de types phytogéographiques des *orchidées épiphytes* identifiées en milieu ouvert de la ville de Kenge.

Tableau 3. Répartition de types phytogéographiques [1,2,3]

Type	Nombre d'espèces	%
Espèces africaines à large distribution : **AFT**	8	50
Espèces régionales : **G**	6	37,5
Espèces sous régionales : **GC**	1	6,25
BGC	1	6,25
Total	16	100

Source : Auteur (2026)

Note :

[1] D'après la typologie phytogéographique de White (1979)
[2] Pourcentage (6,25 à 100) ;
[3] Nombre d'orchidées épiphytes : 1 à 16.

Légende :

Type Phytogéographique:
AFT : Afro-Tropicale
G : Guinéenne
GC : Guinéo-Congolaise
BGC ; Bas Guinéo-Congolaise.

L'examen du Tableau 3 montre un mélange des types phytogéographiques de la manière suivante : 8 espèces Afro-Tropicales, 6 espèces Guinéennes, 1 espèce Guinéo-Congolaise, 1 espèce Bas - Guinéo-Congolaise. Ce qui nous fait croire que la ville de Kenge reçoit, à la fois, les influences floristiques du centre régional d'endémisme Guinéo-Congolais (50%) et des espèces Afro-Tropicales à large distribution (50%).

4.2.3. Bisynchronisme climatique et biologique des orchidées épiphytes

Quant au rythme de la phénologie de la floraison des *orchidées épiphytes* susévoquées, nous avions mis en évidence le bisynchronisme saisonnier et biologique, illustré par le diagramme bioclimatique ci-dessous (Figure 4).

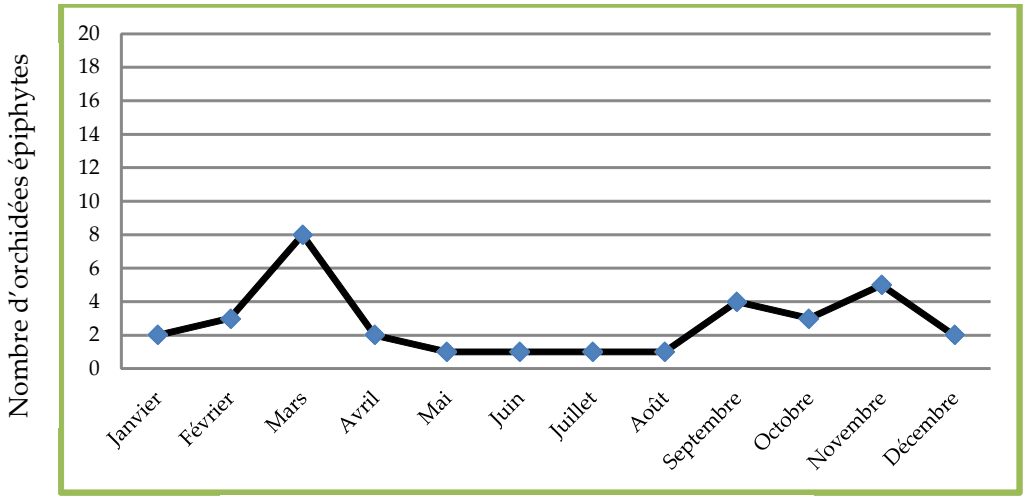


Figure 4. Diagramme bioclimatique des orchidées épiphytes en milieu ouvert à Kenge (Auteur, 2026)

Le diagramme de floraison de 16 espèces d'orchidées a montré, d'une part, que la majorité des orchidées, 13(soit 81,25%) ont fleuri en saison pluvieuse, d'octobre en avril, avec deux pics de floraison, correspondant aux pics thermiques, à savoir : le grand pic de floraison observé en mars (avec 8 espèces, soit 50%) et le petit pic de floraison observé en novembre (avec 5 espèces, soit 31,25%).

4.3 Statut de conservation et de vulnérabilité

Le statut de conservation de 16 espèces d'orchidées épiphytes identifiées et évaluées l'une après l'autre au moyen de critères définis de conservation a permis de catégoriser ces orchidées en deux statuts : les espèces quasi-menacées (NT) et espèces de moindre préoccupation(LC). Les espèces quasi-menacées (NT) comprennent 4 espèces, notamment les *Polystachya galeata, Calyptrochilum christyanum, Aerangis arachnopus et Diaphananthe bidens.* Tandis que les 12 autres espèces restantes pourraient être classées parmi les espèces de moindre préoccupation(LC) . Ces derniers sont d'une importance économique non négligeable car ils peuvent être commercialisés ou utilisés dans la fabrication des médicaments.

4.4. Discussion

4.4.1 Discussion sur l'inventaire floristique

Les résultats de Bola(2002) sur 15 taxons dans la province de Kisangani révèlent les genres dominants suivants : *Calyptrochilae, Ancistrorhynchae, Polystachyae*, *Angraecum* et *Diaphananthe* ; ceux de Lejoly et *al*.(2010) sur 39 taxons dans la province de Tshopo ont montré la prédominance des genres *Bulbophyllum, Angraecum, Eulophia, Polystachyae*, *Calyptrochilum et Ancistrorhynchae* et ceux de Mbale(2016) sur 34 taxons dans la province de Mai-Ndombe ont révélé les genres dominants suivants*: Bulbophyllum, Polystachyae, Angraecum, Tridactyle et Ancistrorhynchae.*

Cependant, nos résultats corroboreraient avec ceux des auteurs précités en montrant que les genres *Polystachyae*, *Ancistrorhyncae, Diaphananthe, Tridactyle* et *Calyptrochilum* sont les plus dominants. Les coefficients de Jaccard (C_f) pour kisangani et Kenge, Tshopo et Kenge et Mai-Ndombe et Kenge révèlent respectivement les

valeurs ci-après : 0,9 ; 0,3 et 0,5. Il sied de dire que la flore épiphytique de Kenge est similaire à celle de Kisangani et de Mai-Ndombe alors qu'il y a disparité entre la flore de Tshopo et celle de Kenge.

4.4.2 Discussion sur la caractérisation écologique et phytogéographique

Puigh (2001), Mutke et Barthlot (2005) s'accordent à dire que c'est la strate moyenne des phorophytes qui concentre les plus *d'orchidées épiphytes* que les autres strates (inférieure et supérieure). Cela serait expliqué par l'intensité de la lumière et des vents desséchants (Tixier, 1966 ; Gentry et Dodson, 1987). Nos résultats confirment ces résultats, car 62,5% des *orchidées épiphytes* ont été inféodées à la strate moyenne. Par ailleurs, l'analyse phytogéographique démontre que la ville de Kenge est un carrefour phytogéographique recevant les influences des flores Guinéenne et Afro-Tropicale (White, 1979 ; Droissart, 2009 ; Mbale, 2016).

4.4.3. Discussion sur le statut de conservation et de la vulnérabilité des Orchidées épiphytes

Cette étude a reconnu 4 *orchidées épiphytes* quasi-menacées et les 12 autres de moindre préoccupation, mais ayant une majeure importance, car possédant des alcaloïdes susceptibles d'être utilisés comme bactéricides (Mbale, 2016) et que 2 *orchidées épiphytes* peuvent être commercialisées (Geerinck, 2012). Les activités anthropiques liées à la commercialisation des orchidées pourraient influer sur la définition des catégories de leur statut de conservation (UICN, 2013). Ces activités socio-économiques sont associées à la déforestation, coupe de bois d'œuvre et de meuble, bois de carbonisation et de chauffe… et les effets subséquents de l'érosion constituent une vraie menace pour la survie de ces orchidées.

5. Conclusion et Recommandations

5.1. Conclusion

Notre étude a porté sur l'analyse floristique des *orchidées épiphytes* en milieu ouvert de la ville de Kenge tout en caractérisant leurs postures écologique, phytogéographique, statut de conservation et période de floraison. En effet, seize taxons ont été identifiés ; trois groupes écologiques ont été mis en évidence, à savoir : orchidées sciaphiles, mésophiles et héliophiles.

L'étude a révélé un mélange des flores Guinéenne et Afro-Tropicale dont 4 taxons quasi-menacés par les activités anthropiques et douze autres de moindre préoccupation. Il a été observé que la majorité des orchidées *épiphytes* ont fleuri en période pluvieuse, entre octobre et avril.

5.2. Recommandations

Au regard de ce qui précède, la règlementation et la gestion des ressources végétales en RDC serait recommandable. L'étude recommande l'adoption et l'application de mesures de conservation durable en faveur des orchidées. L'adoption d'une politique d'esthétique urbaine serait le gage d'une bonne gestion des écosystèmes et de leurs ressources naturelles. La promotion de l'épiphytisme requiert de ce fait un changement d'attitudes de la population face à la destruction de l'environnement, à l'insalubrité et au manque d'hygiène et d'assainissement dans la ville de Kenge. Ce qui pourrait devra favoriser le goût de la beauté et l'adoption d'un comportement salubre afin de protéger les Orchidées épiphytes. De ce fait, il requis du Gouvernement provincial de mettre en place un comité provincial d'évaluation du statut de conservation et de vulnérabilité des *orchidées épiphytes* et autres taxons. Cette mission devrait être assignée au ministère provincial en charge de l'Environnement, conservation de la nature et développement durable. Ledit

programme devra faire le monitoring, la conservation et la réhabilitation des *orchidées épiphytes* tout en faisant l'évaluation de leur état de conservation au cours d'une période allant de cinq à dix ans.

Par ailleurs, il serait également souhaitable d'avoir une équipe mixte, composée d'horticulteurs, d'écologues, d'agronomes et d'environnementalistes, chargée de la multiplication de cette phytocénose végétale particulière en vue de sa réintroduction dans les habitats appropriés tels que sur les arbres d'alignement le long de routes, d'avenues ou espaces naturels .Un programme d'analyse phytochimique et biochimique serait également utile pour conduire des analyses in vitro du contenu substantiel en principes nutritifs et /ou médicinaux des *orchidées épiphytes.*

Références Bibliographiques

Arditi, J. & Ghani, A.K.A. (2000). Numerical and physical properties of orchid Seeds and their biological implications. Tansley Review, n° 110 New phytol. 145: 376-421

Atangana, A.(2014). Agroforesterie tropicale.Québec : 1ère édition, Département des Sciences du bois et de la forêt, Université de Laval.

Bola, M. (2002) Les épiphytes vasculaires de la ville de Kisangani, 214 p. + annexes.

Bournérias, T. (2015). Les orchidées de France, Belgique et Luxembourg. Mèze.Biotope, Collection Parthénope, 2ème Edit. 504p.

Droissart, V. (2009). Etude taxonomique et biogéographique des plantes endémiques d'Afrique centrale Atlantique : le cas des *Orchidacea*e. Thèse de Doctorat. Bruxelles : Université Libre de Bruxelles, Fac. Sc., Laboratoire de Botanique Systématique et Phytosociologie et Laboratoire de Complexité et Dynamique des Systèmes Tropicaux, 270 p

Geerinck,D. (2011). Catalogue raisonné des *Orchidaceae* de Kisangani et de la Tshopo du Congo-Kinshasa distribuées par territoires phytogéographiques. Taxonomania 29: 1-16. Edit. De Blaay. Durbuy, Belgique, 36p

Geerinck,D. (2012). Catalogue raisonné des *Orchidaceae* de Congo-Kinshasa. Clé dichotomique des espèces de la Région Guinéo-Congolaise. Taxonomania, 33 : 8-33.

Gentry, A.H. & Dodson CH. (1987b). Diversity and Biologeography of neotropical garden 74: 205-233

Gnagbo, A. (2015). Diversité et distribution des épiphytes vasculaires des strates inférieures des forêts côtières de Cote d'Ivoire : cas du Parc National d'Azagny. Thèse de Doctorat. Abidjan : Université Félix-Houphouët Boigny, 166p.

Lebrun, JP. & Adelaide, L.S. (2015) Tropical African Flowering Plants. Ecology and Distribution, vol.9 – *Orchidaceae* Part One (Genera A-G)

Lejoly, J., Ndjele, H.B. & Geerinck, D. (2010). Catalogue des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo (RD Congo), édit. 4. Taxonomania 30: 1-308

Marche-Marchad, J. (1965) Le monde végétal en Afrique intertropicale, Paris, Edition de l'Ecole : 477p

Mbale K., Lukoki, F. et Lejoly, J. (2014). Des *Orchidaceae* ornementales issues de forêts du Congo-Kinshasa. *Taxonomania*, 36 : 1- 10

Mbale, K. (2016) Etude floristique, Domestication et valorisation des orchidées épiphytes des forêts de la RDC : cas de 5 Provinces : Tshopo, Mai-Ndombe, Kongo central, Haut-Katanga et Lualaba, Thèse de Doctorat, Université de Kinshasa, Fac. Sc. Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie végétale, 287p + annexes

Mbale, K., Lukoki, L. et Lejoly, J. (2013) Notes introductives sur les orchidées utiles de la RDC. Ann. Fac. SC. (2013) : 62-77

Mbale, K., Lukoki. et Lejoly, J. (2013a). Suivi de la floraison sous-ombrière des orchidées épiphytes de Kisangani à Kinshasa en vue de leur identification. Ann.Fac.Sc. 15(2015) : 79-94

Menzepoh, S.B. (2011). Les orchidées comestibles chez le peuple Bagam, au Cameroun. Biotechnol. Agro.Soc.Environ., vol.15. (4): 509-514

Mutke, J. & Barthlott, W. (2005). Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales", Biologiskeskrifter 55: 521-531.

Ndirangu, W., Luwesi, C.N., Beyene, A., et Akudugu, M.A. (2018). Africa's water sector development and financing outlook. In: A. Beyene et C.N. Luwesi (eds), Innovative Water Finance in Africa: A Guide for Water Managers - Volume 1: Water Finance Innovations in Context. Uppsala: Nordiska Afrikainsitutet, Sweden, 42-59 pp.

Omosombo, J., Krizchk, J., Mohamed, L., M'pene, Z., Guillaume, L., Simon, P. & Zenga, K. (2012). Kwango, le Pays des Bana Lunda,. Tervuren : Le Cri Edition Africa, Belgique, 455p

Puigh, H (2001). La forêt tropicale humide. Paris Cedex : Editions Belin, France, 448p

Schimper, A.F.W. (1898). Encyclopedy and text book Botanical: Ecology of the Tropical rainforest epiphyts. Jena: University of Jena, Germany.

Seburanga, J.L. (2010). Diversity, distribution and ornamental potential of Rwanda's volcanoes. National Park Orchids Researcher, 2(10): 30-34.

Sonké, B., Comiskey,J.A.,Djuikouo,K., Ewango, N.C., et Ted,R.(2003). Comment collecter plus de 500 spécimens d'orchidées épiphytes par an ?, Université de Yaoundé I, Cameroun. 56p.

Stévart, T. (2002). Les orchidées de la réserve de faune de Dja, in la Réserve de faune du Dja à la découverte de la forêt tropicale. Libreville : ECOFAC, Gabon, 56 p

Stévart, T. (2003). Etude taxonomique, écologique, phytogéographique des *Orchidaceae* de l'Afrique centrale atlantique. Thèse de Doctorat. Bruxelles : Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 255 p.

Tixier, P. (1966) Flore et végétation orophiles de l'Asie tropicale. Paris : S.E.D.E.S, France, 240 p.

UICN. (2013). Catégories et critères de l'UICN pour la Liste Rouge, version 3.1. Commission de la Sauvegarde des espèces de l'UICN. Cambridge : UICN Royaume-Uni, 32pp.

White, L. & Edwards, A. (2001). Conservation en forêt pluviale africaine. Méthodes de recherche. Libreville: WCS. Gabon, 456 P.

White, F. (1979). The Guineo-Congolian Region and its relationships to other phytochoria. Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique, 49: 11-45.

Webographie ....

http://WWW.UICN(2013)
http:// WWW. Orchidsgabon
http : //WWW.Orchidées
.http://WWW.orchid;africa;net
http://WWW.orchidée 91 com

Remerciements

Nous reconnaissons toutes les personnes qui nous ont apporté leurs précieuses contributions à différents niveaux de rédaction de cet article, notamment les évaluateurs anonymes, les secrétaires et membres du comité de rédaction de cette édition spéciale ainsi que son éditeur académique. Nous sommes particulièrement reconnaissant envers le Secrétaire Général Académique de l'«Institut Supérieur des Techniques Médicales - Marie Reine de la Paix de Kenge (ISTM-MRP de Kenge)», Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi, par l'entremise duquel l'information de base servant à la rédaction de cette publication nous a été parvenue.

Contribution de l'auteur

Cette recherche fait partie de ma recherche entreprise à l'Université du Kwango, en République Démocratique du Congo (RDC), au cours de l'année académique 2017-2018 sous la direction de Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi. L'auteur le remercie infiniment pour ses contributions.

Conflits d'intérêts

L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêt dans le cadre de cette étude, car aucun bailleur de fonds ni enquêté n'a joué un rôle prépondérant dans l'interprétation des résultats de l'étude. Le questionnaire fut anonyme et faisait l'objet d'un consentement libre et éclairé. Personne n'a été obligé de participer à l'étude et les informations fournies n'ont servi que pour cette étude et non pas pour de fins abusives. La rédaction du manuscrit et la décision de le publier ont exclusivement été à la charge de l'auteur.



© 2026 by the authors. Licensee CIJ-HES, CIRMA Publishing House, Libreville, Gabon. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Article

Received: August 2026 / Revised: September 2026 / Accepted: October 2026 published: October 2026

Analyse expérimentale du rendement des techniques de production des espèces locale et indienne de culture de *Jatropha curcas L.* dans la Province du Kwango, RDC

Bonaventure Lunga Pelende [1*], Rigobert Lunga Zola[2]

*Contact : Email : bonaventurelungapelende@gmail.com Téléphone : +243 810 956 670
[1] Assistant, Faculté des Sciences Agronomiques et GDRN, Université du Kwango, Kenge, RDC
[2] Chef des Travaux, Faculté des Sciences Agronomiques et GDRN, Université du Kwango, Kenge, RDC

Abstract

The main purpose of this study is to conduct a cultural trial experiment of an Indian ecotype of Jatropha curcas (alongside a local one in the steppe savanna of Tata-Kapemba of Kenge city, in the Democratic Republic of Congo (DRC). It aims specifically to describe the virtues of Jatropha curcas, while exploring its production techniques and the performance of its cultivation in Kwango Province. The two ecotypes came from Western Kasaï province through an NGO named Carbon Two Green. They were subjected to a comparative study of yield with a case of variability. All other farming techniques remaining equal, the following four planting densities were utilized as treatments: 2mx1m; 1.5mx 1.5m; 2mx2m; and 3mx2m. Results were tabulated in terms of proportions. Then an inferential statistical analysis based on ANOVA test Was conducted using Statistica 7.1 software to differentiate these experimental data. Results show that the Indian variety gave higher yields than the local variety. There were also very significant differences between the four planting densities and that the lowest densities (3mx2m) gave high dry seed yields of Jatropha curcas L., for both ecotypes.

Keywords: *Cultural trial, ecotype, experiment, Jatropha curcas*

Résumé

Le principal but de cette étude est celui de mener un essai expérimental de la culture de de Jatropha curcas de type Indien à côté d'un écotype Local dans la savane steppique de Tata-Kapemba de la Ville de Kenge, en République Démocratique du Congo (RDC). Spécifiquement il était question de décrire les vertus de Jatropha curcas, ses techniques de production et le rendement de sa culture dans la province du Kwango . L'étude a usé de la méthode expérimentale, les deux écotypes sont provenus de la province du Kasaï Occidental à travers l'ONG Carbon Two Green . Ils ont été soumis à une étude comparative de rendement avec comme cause de variabilité. Toutes les autres techniques culturales restant égales par ailleurs, les quatre densités de plantation ci-après : 2mx1m ; 1,5mx1,5m ; 2mx2m ; et 3mx2m. Les résultats tabulés sont présentés sous forme de proportion. Les données expérimentales évaluées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Statistica 7.1. À l'issu de cette étude les résultats obtenus ont démontré que la variété Indienne a donné des rendements plus élevés que la variété locale mais également des différences très significatives entre les quatre densités de plantation, les densités les plus faibles (3mx2m) ayant donné de hauts rendements en graines sèches de Jatropha curcas Local, pour les deux écotypes.

Mots-clés : *Ecotype, essai cultural, expérimentation Jatropha curcas*

3. Introduction

La problématique de la dégradation du sol est une préoccupation mondiale, comme le soulignent plusieurs auteurs (Ruellan, 2019 ; Jim, 2018; Le Hir, 2015 ; Pimentel et al., 1995 ;). Ruellan (2019) révèle qu'au gré des saisons annuelles, le sol change d'aspect et de fonctionnement et, d'année en année, les sols naissent, s'enrichissent, puis s'appauvrissent. De par leurs activités, les sociétés humaines influencent fortement ces dynamiques. Cette problématique touche 110 pays sur la planète et affecte sérieusement la qualité de vie des gens qui y habitent. La dégradation la plus grave est constatée en Afrique et la plus étendue en Asie.

Les conséquences de cette dégradation du sol sont nombreuses : érosion des sols ; tassement superficiel ; salinisation des sols irrigués ; appauvrissement en matière organique (Ruellan, 2019 ; Jim, 2018; Le Hir, 2015 ; Judson, 1968). D'autres dégradations sont pour Ruellan A.(2019). Les conséquences de la pollution sont: l'acidification des sols ; les transformations biologiques et géochimiques, l'accumulation dans les sols de métaux lourds, de pesticides, de matières organiques toxiques, d'hydrocarbures, d'éléments radioactifs (Agence Européenne pour l'Environnement, 1995 ; Pimentel et al., 1995).

D'après Judson (1968), l'érosion pré-agricole des sols, au niveau mondial, serait de 9,3 x W> tonnes par an. Pour Brown (1984), l'érosion mondiale aurait augmentée de 50 % en 18 ans. Selon l'Agence Européenne pour l'Environnement (1995), actuellement, sur les 200 millions d'hectares irrigués du monde, 50 % seraient atteints par ces dégradations (sans compter les autres dégradations qui peuvent s'y surimposer) ; 10 millions d'hectares irrigués sont abandonnés chaque année.

L'artificialisation des sols, due principalement à l'urbanisation, s'accompagne de leur fragmentation (30 % du territoire de l'UE est aujourd'hui fortement morcelé), mais aussi de leur dégradation, du fait de l'intensification de la production agricole et de l'érosion, qui, selon Le Hir (2015), touche plus de 25 % de l'espace européen. En Europe, Ruellan (2019) indique que ceux qui veulent rester agriculteurs savent qu'ils ne réussiront qu'en reconstruisant la fertilité morphologique et biologique de leurs sols : pour cela ils doivent réapprendre à recouvrir leurs sols.

Pimentel et al. (1995) quant à eux précisent que l'ONU et la FAO alertent depuis plusieurs décennies sur la dégradation croissante de nombreux sols et l'érosion des terres arables alors que la demande alimentaire induite par la croissance démographique et des élevages, augmente à un moment où la productivité alimentaire par habitant commence à diminuer. Dorsouma et al. (2008) d'ajouter que la désertification, les changements climatiques et la perte de la diversité biologique sont des problématiques cruciales pour les régions sèches d'Afrique. En plus du Mali et des pays du Sahel, du Maghreb et de l'Afrique australe, les pays d'Afrique gravement touchés par la désertification sont le Ghana, la Tanzanie, et le Kenya.

Les études menées lors de deux enquêtes qualitatives révèlent que l'agriculture itinérante sur brûlis (première cause pour les deux études), l'exploitation artisanale de bois, le bois énergie et la production de charbon de bois et enfin l'exploitation minière sont les principales causes directes de la dégradation du sol et de la déforestation en RDC (Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, 2012).

Le Kwango en général et la ville de Kenge n'échappent pas à cette réalité. On y aperçoit clairement des érosions de part et d'autre, et l'apprivoisement du sol entrainant une grave sous production agricole. Ainsi pour Ruellan (2019), la lutte contre l'érosion et la protection des sols doivent être intégrées dans des stratégies de production et non de mise en réserve de surfaces de sols. Les sols productifs doivent être protégés contre l'érosion sans pour autant empêcher les agriculteurs de les cultiver, sous prétexte de les protéger.

Certaines cultures peuvent jouer un rôle protecteur et restaurateur au sol en l'instar de Jatropha curcas qui comme le soutient Mergeai (2011), peut tout à la fois produire de grandes quantités de bioénergétiques, restaurer les sols marginaux, améliorer la fertilité de tous les types de sol, reboiser les terres dégradées, favoriser la sécurité foncière, limiter les dégâts du bétail divagant sur les cultures, diversifier les revenus des agriculteurs, et obtenir des sous-produits présentant des usages phytosanitaires et thérapeutiques. Malheureusement, Mergeai (2011), dénonce que les qualités «miraculeuses» du Jatropha sont cependant de plus en plus remises en question par d'autres acteurs (principalement des ONG).

Nous pensons que ces controverses soulignent le besoin de connaissances multidisciplinaires afin d'éclairer les décideurs sur les stratégies à retenir concernant la diffusion du Jatropha. La question préoccupante pour cette étude est celle de savoir, si la culture de Jatropha aidera à enrichir et protéger le sol Kwangolais menacé de dégradation ? L'objectif principal de cette étude est celui de mener un essaie cultural de deux écotypes de Jatropha curcas (Indien et Local) dans la savane steppique de Tata-Kapemba/Ville de Kenge en Republique Democratique du Congo. Spécifiquement il sera question de décrire les vertus de Jatropha sur le plan enrichissement et protection du sol, décrire les techniques de la production de J. curcas et explorer le rendement de la culture de Jatropha curcas dans la province du Kwango.

4. Revue de la Littérature

2.1 Les vertus de Jatropha

Selon Reinhard et al. (2002), Jatropha curcas est une plante d'origine latino-américaine qui est maintenant répandue dans toutes les régions tropicales arides et semi-arides du monde. Membre de la famille des Euphorbiacées, elle est une plante pérenne résistante à la sécheresse (Bayoulou S. 2013), qui peut vivre jusqu'à 50 ans et qui croît sur des sols pauvres. Par ailleurs Abdoulaye V., et al (2013), indique que la plante est résistante à la sècheresse. Le Jatropha s'adapte bien à la plupart des types de sols, mais préfère les sols profonds, de texture sableuse, à structure grumeleuse.

Le choix de la culture de Jatropha se justifie par ses divers avantages potentiels, à savoir, entre autres, les propriétés bioénergétiques de l'huile contenue dans les graines (agrocarburants pour les moteurs diesel de véhicules et groupe électrogène, fabrication de bougies, éclairage par lampe à huile après avoir filtré l'huile), la restauration des sols, la production de biopesticides et la génération de revenus substantiels pour les producteurs et économique liés à l'exploitation commerciale de cette plante, la lutte contre l'érosion (UA-EuropAid, 2006 ; Reinhard et al., 2002 ; ABIOGeT , 2013, Grimm et al., 1997).

Dans les zones rurales du Mali, des moteurs de type Lister à base de biocarburants issus des grains de Jatropha curcas sont utilisés pour faire tourner les moulins à grain et les pompes à eau (Carl ,1994). L'huile peut également être utilisée avec succès comme lubrifiant dans ces moteurs (Reinhold Metzler 1996). Le Groupe Énergies renouvelables, environnement et solidarité (Mali et Bénin) du Geres (2008) indique que les graines Jatropha curcas contiennent en moyenne 30 à 35% d'huile (Reinhard et al., 2002), 30-40 % (Gübitz et al., 1999), 27 à 40 % de l'huile (ABIOGeT, 2013), et son usage pour les agrocarburants est permis (Heller,1996 ; Ky Kileaet al., 2007). Pour preuve, ABIOGeT (2013) signale qu'en décembre 2008, un boeing 747 de Air New Zealand a effectué avec succès un vol test en utilisant, pour l'un de ses moteurs, l'huile de Jatropha.

Cette plante contribue à la restructuration et à la régénération des sols détruits par la monoculture de l'arachide (Legendre, 2008). Les feuilles tombent en saison sèche (pour réduire l'évaporation) et viennent enrichir le sol en matière organique ; le

tourteau qui reste après l'extraction de l'huile est un engrais organique de haute qualité, sa composition minérale est comparable à celle de la fiente de poules, puisque ce tourteau est très riche en azote (Reinhard et al., 2002). Legendre (2008) pense que sa teneur en N (4.4%), P (2.1%) et K (1.7%) peut en faire un amendement organique de qualité (équivalent la fiente de volaille).

Du fait de sa teneur en eau, elle résiste au feu, repousse très vite, elle va résister au prochain feu de brousse (Legendre, 2008). Bien plantée, une haie de Jatropha curcas peut donc servir de pare feu. Le fait que la plante se développe sans beaucoup d'exigence et pousse bien dans les pays tropicaux, arides, semi-arides et humides, lui enlève tout risque de compétition avec les autres cultures (Bayoulou, 2013).

Selon Sahel Quotidien (2008), le Jatropha peut permettre de verdir et de restaurer les sols grâce à ses feuilles et aux graines perdues. De plus, la culture de cette plante n'entre pas en concurrence directe avec la production agro-alimentaire. Sa culture permet de protéger les sols de l'érosion et de retenir l'eau (ARP, 2013 ; Domergue et al., 2008, Reinhard et al., 2002 ; Abdoulaye, 2013). Sur les sols marginaux, qui sont peu fertiles et impropres à la culture, Godin et al. (1984) soutient que son système racinaire développé, à forte ramification et à croissance rapide lui permet de mobiliser les éléments nutritifs des couches profondes du sol tout en préservant ce dernier contre l'érosion. Cette vertu anti érosive est largement soutenue par Allard, (2010) et Henning (2004).

Les autres vertus sont médicinales et commerciales (Blin et al., 2008 ; Abdoulaye et al., 2013). le Système Jatropha peut fournir des avantages financiers directs à l'économie rurale par le processus traditionnel de production d'un savon de qualité relativement médiocre, et traditionnelle. Toutefois, Reinhard et al. (2002) révèle que les femmes rurales ont utilisé Jatropha curcas comme médicament, les graines étant usitées comme laxatif, le latex pouvant arrêter les saignements et combattre les infections, les feuilles pouvant traiter le paludisme et être en même temps utilisées dans la production du savon.

2.2 Techniques de production de Jatropha curcas

2.2.1 Densité de plantation

Dans une plantation, lorsque les plants sont assez rapprochés, ils sont en compétition, ce qui provoque un étiolement des plantes affectant ainsi la production. La densité de plantation du Jatropha doit alors être choisie de manière à éviter cette compétition entre les plantes. Selon Domergue et al. 2008, les densités les plus courantes relevées sont les suivantes : 2 * 2 m (2 500 arbres /ha) ; 2 * 3 m (1 700 arbres / ha) ; 3 * 3 m (1 111 arbres / ha) (Gokhale, 2008).

2.2.2 Fertilisation

La fertilisation exige le bon teneur en azote, phosphore, potassium (Domergue et al. 2008). Selon de Potolia et al. (2007) cité par Domergue et al. (2008), la fertilisation optimale obtenue, en Inde, est de: 30 kg /ha N et 10 kg/ha P_2O_5 la première année ; 45 kg/ha N et 20 kg/ha P_2O_5 les années suivantes. Cet apport a donné pour la deuxième année les rendements significatifs de 0,44 t/ha de graines et 141,7 kg/ha d'huile.

2.2.3 Modes de production des plants

Domergue et Pirot (2008), le Jatropha se multiplie selon deux modes : La multiplication générative et la multiplication végétative. La multiplication végétative (bouturage) permet d'obtenir des plants génétiquement identiques à la plante mère et elle est aussi selon Legendre (2008) la meilleure solution pour implanter une haie . Il est effectué en fin de saison sèche, en utilisant des rameaux de 4 nœuds (30 cm). Les

inconvénients principaux pour la multiplication générative sont, selon Domergue et al. (2008) : Un risque accru d'infection par des pathogènes ; Un développement superficiel du système racinaire ; Une mauvaise adaptation pour les plantations industrielles; - Une mauvaise adaptation aux zones sèches non irriguées. La multiplication générative est le mode indiqué et couramment utilisé par les producteurs pour une pérennisation de la culture. Elle est pratiquée en semis direct ou en pépinière.

2.2.4 Conduites de la culture de Jatropha

Le calendrier agricole d'une exploitation agricole productrice de Jatropha s'étale de mars à Janvier de l'année suivante (Kanouté, 2009) ; la production va de l'installation de la culture jusqu'à la récolte et la taille des arbustes.

Il existe différentes façons de cultiver le Jatropha : le semis direct, le semis en pépinière, puis repiquage, et le bouturage. Le semis direct doit se faire au même moment que la transplantation des plants entre Juillet et début Août (Kanouté, 2009), 2 à 5 graines par trou, en fonction des conditions climatiques et de la disponibilité des graines, avec un écartement allant au minimum à 10 cm entre les graines du même trou. La première bonne production arrive en deuxième année.

Le semis en pépinière met les graines dans de meilleures conditions de germination. Le taux de germination obtenu par Bugu (2010) à partir de graines séchées est très élevé et compris entre 98% et 100% (Allard, 2010). Il se fait de mai à début juin, soit en planche ou en pot. La date de mise en place de la pépinière, doit être choisie de manière à effectuer le repiquage en début de saison des pluies (en juillet). Il est recommandé de laisser grandir les plants en pépinière pendant 3 mois, jusqu'à ce qu'ils aient atteint une taille de 30 à 40 cm (Domergue et al., 2008 ; Joker et Jepsen, 2003). L'écartement entre les plants en pépinière varie de 10 cm x 110 cm à 15 x 15 cm ; cela en fonction de la durée de séjour des plants.

La technique par bouturage quant à elle influe sur la morphologie de la plante : sa croissance et sa production de graines seraient plus importantes que celles d'une plante issue de semis (Domergue et al., 2008).

Après installation des cultures de Jatropha, le sarclage doit suivre en vue de d'éliminer les mauvaises herbes sur un rayon de 50 cm autour de la plante ou pratiquer le désherbage de toute la parcelle (Münch, 1986). Le sarclage peut se faire entre les mois d'août et de septembre (Kanouté, 2009). Au cours de ce désherbage, un démariage est possible. Domergue et Pirot (2008). Les nouvelles pousses doivent être taillées durant les 3 premières années pour obtenir une ramification précoce (Henning, 2007). Le suivi phytosanitaire est nécessaire pour la bonne production , la monoculture de Jatropha sur de grandes surfaces étant naturellement sujette aux attaques (Domergue et al. 2008).

2.2.5 La récolte

La récolte intervient lorsque les fruits passent du vert au jaune puis virent au marron. Séchées dans de meilleures conditions, les graines de couleur noire peuvent conserver leur viabilité pendant au moins 1 an. Selon Martin (1986) cité par Kanouté (2009), le fruit est constitué de 53 à 62% de graines et de 38 à 47% de péricarpe pour un poids de 1,5 à 3 g. (Kanouté, 2009), la récolte s'étale de fin septembre à janvier de l'année suivante.

La maturité des fruits de Jatropha est échelonnée. Elle est d'autant plus longue dans les zones où la saison des pluies est étendue (Domergue et al., 2008). Au Mali, la maturité des fruits de Jatropha s'étale entre septembre et Janvier (Kanouté, 2009).

5. Matériels et méthodes

Présentation du milieu d'étude

Le champ expérimental a été installé sur le plateau de Tata -Kapemba, à proximité de l'aérodrome de Kenge dans la ville de Kenge chef-lieu de la province du Kwango en République Démocratique du Congo.

Les coordonnées géographiques du plateau de Tata-Kapemba en particulier et celles de ville de Kenge en général se présentent de la manière suivante : Altitude : 600 m ; Latitude : $4^0$55' Sud ; Longitude : $17^0$4'Est ; La température moyenne annuelle est de l'ordre de 25^0 Celsius.

Le sol présente une texture grossière et une structure particulaire. L'épaisseur de ce sol ne dépasse pas 5 cm. Le plateau est couvert par une savane steppique à *Laoudetia simplex* associé à une liane nommée *Landolphia lanceolata*. Les espèces ligneuses sont quasi-inexistantes. Le matériel originel du sol de ce plateau est représenté par des sables éoliens du Kalahari, d'âges divers.

3.2 Matériel végétal

Il s'agit des graines de deux écotypes de *Jatropha curcas* l'une d'origine indienne et l'autre d'origine locale, les deux écotypes sont venus en provenance de la province du Kasaï Occidental et étaient obtenus de l'ONG Carbon Two Green qui travaille sur la culture de Jatropha depuis quelques années dans cette province.

3.3 Autres matériels

3.3.1 Les engrais minéraux

Le NPK (17 – 17 – 17) est le seul engrais chimique qui a été utilisé dans le cadre de cette expérimentation. Cet engrais a été acheté au service national des fertilisants et intrants connexes (SENAFIC), sis à Kinshasa.

Comme matière organique, nous avons utilisé le *Mucuna pruriens* à titre de précédent cultural. Les graines de cette légumineuse ont été récoltées dans la vallée de la Wamba.

3.3.2 Outils agricoles

L'utilisation de certains outils était indispensable dans la réalisation de cette étude. Il s'agit des jalons et des fiches, des cordes de 100 mètres, des mètres rubans des machettes. En dehors des outils agricoles, le prélèvement des données a nécessité l'utilisation d'un bloc-notes et d'un stylo à bille. Enfin, un pied à coulisse et une règle graduée ont servi à prélever respectivement le diamètre au collet et la hauteur des plants.

3.4 Méthodes

L'étude a usé d'une méthode expérimentale prospective à devis exploratoire corrélationnel, avec un dispositif en carré latin, soit quatre traitements.

3.4.1 Dispositif expérimental

Il comprend 16 parcelles, de forme carré de 10 mètres de côté. Les variables soumis à l'étude sont essentiellement : les densités de plantation définies de la manière suivante: T1 : écartement de 2m x 1m, donnant lieu à une densité de 5000 plants/ ha, soit 50 plants par parcelle ; T2 : écartement de 1,5m x 1,5 m, dont la densité de plantation est de 4444 plants/ha, soit 44 plants par parcelle ; T3 : écartement de 2m x 2m pour une densité de 2500 plants /ha. Soit une densité 25

plants par parcelle ; T4 : écartement de 3m x 2m pour une densité de 1666 plants /ha, soit 16 plants par parcelle (Tableau 1).

Tableau 1. Dispositif expérimental

T2	T1	T4	T3
T4	T3	T1	T2
T1	T2	T3	T4
T3	T4	T2	T1

Source : Auteur (2019)

3.4.2 Conduite de l'essai

De la préparation du terrain à la mise en place définitive, en passant par la production des plants en pépinière, toutes les opérations se sont réalisées de manière à contrôler l'erreur expérimentale tout en minimisant les autres causes de variabilité autres que celles prévues dans l'étude.

Quant à la préparation du terrain, il s'est agi de l'aménagement de la pépinière et du champ expérimental.

- Aménagement de la pépinière : Une plate-bande de 10 m2 a été confectionnée de manière à recevoir les sachets polybags remplis de terreau au¾.
- Aménagement du champ expérimental : Les travaux ont consisté au défrichement et à la délimitation du terrain en parcelle de forme carré de 10 m de côté et des allées séparant les parcelles les unes des autres. Les allées ont une largeur de 2 m. Ces opérations se sont déroulées au mois de septembre 2015. Immédiatement après étaient intervenu le semis de *Mucunapruriens* dans toutes les parcelles.

Le piquetage et la trouaison ont été effectués aux écartements qui sont définis dans le protocole expérimental. Trois mois après le semis, le *Mucuna* était fauché et enfoui afin d'améliorer la structure du sol. La production des plants a été réalisée à la pépinière. Les graines ont été semées dans des sachets polyéthylène. Le semis a eu lieu le 28/11/2015.

Après le triage et la pesée des échantillons de 100 grammes de graines de deux écotypes, les valeurs respectives de la pureté variétale et de la masse mille-graines obtenues sont : 70 % et 800 gr pour l'écotype local, 65 % et 774 gr pour l'écotype indien.

Pour la fertilisation 10 kg d'engrais ont été prévus par parcelle à raison de 0,4kg par trou comme engrais de fond, soit 120 kg au total ont été apportés. L'engrais a été soigneusement mélangé à la terre, suivi d'un arrosage et un retournement du mélange tous les deux jours. La mise en place définitive a été effectuée dans le strict respect du protocole expérimental et des normes culturales en la matière. Au total 540 plants par champ ont été repiqués.

Les travaux d'entretien ont consisté essentiellement au sarclage et au regarnissage. L'arrosage des plants pendant la petite saison sèche s'est aussi avéré indispensable. Le regarnissage s'est effectuée le 19/02/2016 soit un mois et trois jours après la mise en place définitive des plants de deux écotypes de *Jatropha curcas*.

3.6 Analyses statistiques

Du point de vue analytique, cette étude était fondée sur l'analyse statistique descriptive, les données recueillies étant simplement transformées sous forme de proportion et les résultats présentés sous forme tabulaire. Par la suite, les données

expérimentales évaluées ont été soumises à une différenciation via l'analyse de la variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Statistica 7.1.

4. Résultats de l'étude

4.1 Présentation des échantillons de sol

Les échantillons du sol prélevés en 2015 par l'Organisation pour la Gestion de l'Environnement au Congo (OGEC) ont été analysés au laboratoire de physique du sol du commissariat général à l'énergie atomique, plus particulièrement au centre de recherche à l'énergie nucléaire de Kinshasa (CGEA/CREN-K). Les Les résultats de l'analyse des échantillons soumis au traitement dans le laboratoire de CGEA/CREN-K sont présentés dans le tableau en Annexe 1. L'analyse de ces échantillons prouve à suffisance la pauvreté des sols du site d'implantation du champ expérimental. D'où la nécessité absolue d'un apport raisonné de la fumure organique complémentée par une fumure minérale.

4.2 Regarnissage

Les plants qui n'avaient pas repris ou qui étaient endommagés par les attaques des insectes étaient remplacées grâce à la réserve qui étaient disponible à la pépinière. Au total 50 plants ont été regarnis pour l'écotype local, ce qui représente 9,2 %, les dommages les plus élevés ont été observés dans les parcelles à fortes densité (T3 et T4). Les résultats relatifs au regarnissage sont consignés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2. Regarnissage des plants au champ expérimental écotype local

	Traitement				*Total*
Ecotype local	T_1	T_2	T_3	T_4	
N^{bre} de plants	15	10	14	11	50
%	7 ,5%	5,6%	14%	17,1%	9,2%

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

Quant à l'écotype Indien, les résultats relatifs au regarnissage consignés dans le Tableau 3 montre que 46 plants ont été remplacés, ce qui représente 8,5%, les pertes les importantes ont été enregistrées dans les parcelles à faible densité(T3etT4).Dans l'ensemble de deux champs, 96 plants ont été remplacés ; ce qui équivaut à un taux de regarnissage de l'ordre de 8,8%.

Tableau 3. Regarnissage au champ expérimental écotype indien

Ecotype Indien	*Traitement*				*Total*
	T_1	T_2	T_3	T_4	
N^{bre}de plants	8	16	10	12	46
%	4%	9,0%	10%	18,7%	8,5%

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

4.3 Observations phénologiques

Ces observations ont porté sur la croissance et le développement des plants à partir de la mise en place définitive jusqu'à la récolte.

4.3.1 Croissance de plants

Il va s'agir des résultats relatifs au diamètre au collet et à la hauteur des tiges des plants, tant pour la pépinière que pour le champ expérimental.

a) Diamètre au collet

Les données relatives au diamètre au collet ont été prélevées la veille de la transplantation et elles sont comparées à celles prélevées 9 mois à partir du semis. Les résultats qui s'y rapportent sont repris dans le Tableau 4 ci-après. Il ressort de ces données que le diamètre moyen au collet des plants prélevé la veille de la transplantation est de 2,55cm pour l'écotype local et 2,6 cm pour l'écotype Indien. Par contre, les diamètres moyens des plants prélevés 9 mois après le semis sont respectivement pour l'écotype local et Indien de l'ordre de 7,15 cm et 7,8 cm.

Tableau 4. Diamètre moyen au collet des plants la veille de la transplantation et 9 mois après la mise en place définitive (Cm)

Écotype	*Traitement*								*Total*		*Moyenne*	
	T_1		*T_2*		*T_3*		*T_4*					
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Local	2,8	4,0	2,7	8,2	2,2	7,8	2,5	8,6	10,2	28,6	2,55	7,15
Indien	2,7	4,5	2,8	9,2	2,6	8,3	2,4	9,3	10,5	31,3	2,6	7,8

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

Légende :

a : Diamètre moyen au collet, prélevé la veille de la transplantation

b : Diamètre moyen au collet, prélevé 9 mois après la transplantation.

b) Hauteur des tiges

Le Tableau 5 ci-après reprend les résultats relatifs à la hauteur des tiges des plants la veille de la transplantation et 9 mois après le semis. Il en ressort que la hauteur moyenne des tiges à la veille de la transplantation est de 15,75 cm pour l'écotype local et 17,25 cm pour l'écotype Indien. Quant à la hauteur moyenne des plants prélevée 9 mois après le semis, elle est de 144 cm pour la variété locale et de 149 cm pour variété Indienne.

Tableau 5. Hauteur des tiges des plants (Cm)

Ecotype	*Traitement*								*Total*		*Moyenne*	
	T_1		*T_2*		*T_3*		*T_4*					
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Local	15,0	80,5	15,0	160,5	17,0	165,5	16,0	170,2	63,0	576,7	15,75	144
Indien	15,0	96,0	18,0	162,7	17,0	170,0	19,0	168,5	69,0	597,2	17,25	149

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

Légende :

a : hauteur des plants à la veille de la transplantation ;

b : hauteur des plants 9 mois après le semis.

4.3.2 Développement des plants

La plantule qui sort de la graine en germination développe des racines et des tiges feuillées. Celles-ci forment l'appareil végétatif de la plante. Il a donc été question du développement de cette tige feuillée avec toutes ses potentialités de ramification, de floraison et de la fructification. Au bout de 9mois, le développement des plantes était normal et la maturité physiologique des graines est intervenue à partir du huitième mois.

4.4 Production

Au Tableau 6, on observe que la production totale lors de la première récolte à la première année est de 23,99 kg de graines sèches sur une surface utile de l'ordre 1600 m², ce qui correspond à une moyenne de 1,49 kg de graines sèches par traitement pour l'écotype local. Le rendement est donc égal à 9,3 tonnes/ha. Le meilleur résultat est obtenu avec T4, suivi de T3, T1 et T2.

La densité de plantation a donc influé sur la production de Jatropha dans la mesure où les densités faibles (1666 plants/ha) ont occasionné peu de compétitions en éléments nutritifs, tant sur le plan aérien que souterrain.

Tableau 6. Production (kg) de graines sèches de l'écotype local de *Jatropha curcas*

Blocs	*Traitement*				*Total*	*Moyenne*
	T_1	*T_2*	*T_3*	*T_4*		
I	1 ,28	0,80	1,35	2,70	6,13	1,53
II	1,30	0,72	1,36	2,0	5,38	1,34
III	1,40	0,68	1,80	1,97	5,85	1,46
IV	1,25	0,80	1,78	2,80	6,63	1,65
TOT	5,23	3,0	6,29	9,47	23,99	-
Moyenne	1,30	0,75	1,57	2,36	-	1,49

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

Le Tableau 7 présente l'analyse de la variance (ANOVA) entre les différentes densités de plantation. Celle-ci indique que pour 6 degrés de liberté, la statistique F de Fisher et Snedecor présente une valeur F=4,76 au seuil de signification de 5% (p = 0,05 %).

Tableau 7. Analyse de la variance du rendement (kg/ha) de l'écotype local de *Jatropha*

Source de variation	*Sommes des carrés (Z)*	*Degré de liberté (V)*	*Variance (Z/V)*	*F Calculé*	*F table*
Entre Traitements	5,65	3	1,88	62,66	4,76
Entre blocs	0,43	3	0,14	0,7	4,76
Erreur	0,2	6	0,03		
Total	6,28	15	0,41		

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

Cette valeur tabulaire étant inférieure à la valeur de F calculée, la conclusion est inéluctable : il existe une différence très significative entre les traitements. En d'autres termes, les différentes densités de plantation ont donné des rendements qui sont significativement différents. Par contre, les différences de rendements ne sont pas significatives entre les blocs, car la valeur de F calculé est inférieure à la valeur de F tabulaire.

Les résultats du Tableau 8 montrent que la production moyenne de graines sèches est de 1,76Kg pour l'écotype Indien. Les résultats probants sont obtenus pour T4, suivi de T3, T1, et T2. Ce qui dénote l'influence de la densité de plantation sur la production des graines sèches de *Jatropha curcas*, ce qui correspond à un rendement de l'ordre de 11 tonnes par hectare.

Tableau 8. Production (kg) de graines sèches de l'écotype indien de *Jatropha curcas*

Blocs	*Traitement*				*Total*	*Moyenne*
	T1	*T2*	*T3*	*T4*		

I	1,32	1,0	1,78	2,60	6,70	1,67
II	1,40	0,85	2,0	2,74	6,99	1,74
III	1,60	0,96	1,97	2,56	7,09	1,77
IV	1,82	0,97	2,13	2,48	7,40	1,86
Total	6,14	3,78	7,88	10,38	28,18	-
Moyenne	1,53	0,94	1,97	2,59	-	1,76

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

Les résultats qui sont repris dans le Tableau 9 ci-dessous traduisent l'existence des différences très significatives de rendements en graines sèches de *Jatropha curcas*. Par contre les différences ne sont pas significatives entre les blocs.

Tableau 9. Analyse de la variance du rendement (T/ha) de l'écotype Indien de *Jatropha*

Source de variation	*Sommes des carrés (Z)*	*Degré de liberté (V)*	*Variance (Z/V)*	*F Calculé*	*F table*
Entre Traitement	5,86	3	1,95	15	4,76
Entre bloc	0,1	3	0,03	0,23	4,76
Erreur	0,13	6			
Total	6,09	15			

Source : Résultats de l'expérimentation (Auteurs, 2026)

4.5 Récolte, Séchage, Pesée et Emballage

La récolte des graines étaient échelonnée et elle s'est étalée sur tout le mois d'Août 2016. Le séchage, la pesée, l'emballage et la conservation des graines ont été faits dans la stricte rigueur des principes de l'expérimentation agronomique.

5. Discussion des résultats

5.1 Regarnissage

Près de 10 % de plants, soit 50 plants, ont été regarnis pour l'écotype local, ce qui représente les dommages les plus élevés qui ont été observés dans les parcelles à fortes densité (T3 et T4) contre 46 plants (soit 8,5%), à l'écotype Indien, les pertes importantes enregistrées dans les parcelles à faible densité (T3 et T4). Dans l'ensemble de deux champs, 96 plants, soit 8,8% ont été remplacés.

Ces résultats sont contraires à ceux trouvés par Nguema et al. (2013), dans leur étude comparée de trois méthodes de multiplication de Jatropha curcas L. dans les conditions climatiques du sud-est du Gabon, le taux de survie des plants germés en pépinière a été de 100%.

5.2 Observations phénologiques

5.2.1 Croissance de plants

a) Diamètre au collet

Le diamètre moyen au collet des plants prélevé la veille de la transplantation est de 2,55cm pour l'écotype local et 2,6 cm pour l'écotype Indien. Par contre, les diamètres moyens des plants prélevés 9 mois après le semis sont respectivement pour l'écotype local et Indien de l'ordre de 7,15 cm et 7,8 cm.

Pour Nguema et al. (2013), les valeurs moyennes du diamètre au collet pour les plants issus du semis direct et des plants repiqués sont plus élevées que celles des plants provenant du bouturage. Ces derniers ont développé des tiges de moindre calibre. Les valeurs moyennes du diamètre au collet pour les plants issus du semis direct et des plants repiqués sont plus élevées que celles des plants provenant du bouturage

La fertilisation influence fortement le diamètre du collet comme l'a trouvé J. Appl. Biosci. (2016), que l'effet des fertilisants sur le diamètre au collet des plants est

hautement significatif (p<0,001). L'analyse de variance montre que la fertilisation a affecté significativement la croissance notamment le diamètre au 79,70 mm en 2012 ; 94,05 mm en 2013 et 101 mm en 2014 qui sont statistiquement différent des diamètres des plants issus des parcelles où sont appliquées la poudrette notamment 37,87 mm ; 67,28 mm ; 75,10 mm ; 85,65 mm ; 91,52 mm respectivement en 2010, 2011,2012, 2013 et 2014 comparée au témoin.

b) Hauteur des tiges

Après 9 mois de semis, la hauteur moyenne des tiges à la veille de la transplantation est de 15,75 cm pour l'écotype local et 17,25 cm pour l'écotype Indien. La hauteur moyenne des plants est de 144 cm pour la variété locale et de 149 cm pour variété Indienne.

Ces résultats sont similaires à ceux trouvé par Ouafae et al (2012) qui ont observé la même variabilité en mesurant la hauteur des plantes traitées à l'eau usée en comparaison à l'eau potable. Ils ont observé une augmentation très importante de la hauteur de 72 % par rapport au témoin le 7e mois. Les travaux de Patolia et al. (2007) portant sur l'évaluation de la croissance des accessions locales indiennes ont aussi présenté des différences significatives par rapport à la hauteur des plantes. C'est aussi le cas chez Assogbadjo et al. (2009) qui ont rapporté une variabilité importante entre la hauteur des arbustes recensés dans les différents départements du Benin. Legendre (2008) a réalisé un test d'adaptation sur une collection de treize accessions de Jatropha provenant de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Asie. Les résultats ont montré que les accessions locales ont enregistré les hauteurs les plus élevées.

La méthode de semis pourra influencer la hauteur de tige comme l'a trouvé Nguema et al. (2013), les plants issus de la voie générative, ont développé des tiges de moindre calibre. La longueur de la nervure principale des feuilles des plants issus de la pépinière a varié entre 6,46 cm et 8,75 cm, tandis qu'au bouturage ces longueurs n'excèdent pas 6,65 cm. Pour le semis direct, la longueur maximale de la nervure principale est de 11,82 cm. Les plants issus du semis direct et ceux provenant de la pépinière ont présenté la même hauteur à la première semaine. Dès la troisième semaine, le semis direct a généré des tiges plus longues. Au bout de deux mois, les tiges les plus grandes ont mesuré 24,35 cm pour le semis direct, 23,36 cm pour les plants germés en pépinière, contre 6,83 cm pour le bouturage.

Dans les plantations commerciales d'arbres fruitiers, la taille constitue l'un des moyens de contrôler la hauteur des arbres, leur structure et leur productivité (Marini et al., 2000). Différents types de taille peuvent être pratiqués sur le Jatropha (Achten et al., 2008). L'ablation plus ou moins drastique du sommet des branches.

5.3 Production

A la première année 23,99 kg de graines sèches ont été récoltées sur une surface utile de l'ordre 1600m2, correspondant à une moyenne de 1,49 kg de graines sèches par traitement pour l'écotype local contre 1,76Kg pour l'écotype Indien. Le meilleur résultat est obtenu avec T4, suivi de T3, T1 et T2. Le rendement est donc égal à 9,3 tonnes/ha.

Ces résultats sont inférieurs à ceux décrit par ABIOGeT (2013), sur un hectare on peut planter le Jatropha à une densité de 1 500 à 2 500 plants. Chaque arbre adulte peut donner entre 2 et 6 kg de graines par an et généralement en deux fructifications selon le cultivar utilisé et la richesse du sol.

Dans des essais comparatifs d'écotypes originaires d'une dizaine de régions différentes du Sénégal et au Cap Vert, Heller (1996) a montré qu'il existe une

interaction importante entre le génotype et l'environnement. Une étude réalisée par Biabani et al. (2012) en Malaisie sur des populations de J. curcas provenant de Malaisie, d'Inde, d'Indonésie et des Philippines indique des différences significatives entre ces populations en ce qui concerne la précocité de floraison, le nombre d'inflorescences, le nombre de fruits par plante, le nombre de graines par plante, le rendement en graines et en huile par hectare.

Dans cette étude la densité de plantation a donc influé sur la production de Jatropha dans la mesure où les densités faibles (1666 plants/ha) ont occasionné peu de compétitions en éléments nutritifs, tant sur le plan aérien que souterrain. Ce qui dénote l'influence de la densité de plantation sur la production des graines sèches de *Jatropha curcas*.

C'est dans cette optique que Öhman (2011) et Whal et al. (2012) indiquent qu'il est actuellement admis que la densité de 2 500 pieds par ha (2 m x 2 m) est trop dense, surtout dans les sols pauvres où l'on doit augmenter l'espacement des plants à cause de la faible disponibilité de nutriments.

Les densités en culture pure les plus couramment relevées dans la littérature sont de 2 500 pieds par ha (2 m x 2 m), 2 000 pieds par ha (2,5 m x 2,5 m), 1 667 pieds par ha (3 m x 2 m) et 1111 pieds par ha (3 m x 3 m) (Wahl et al., 2012). Au Kenya et au Sénégal, les écartements de 4 m x 4 m et de 8 m x 2 m (625 pieds par ha) ont été appliqués pour des associations avec des cultures vivrières annuelles (Endelevu Energy et al., 2009 ; Barbier et al., 2012).

Ces résultats trouvent une autre explication au travers de ceux trouvé par J. Appl. Biosci. (2016) pour qui, l'analyse de variance montre que la fertilisation a eu impact sur les cinq années de production, toutefois les ayant reçues la poudrette, elle aussi différent du témoin. Toutefois la production est passée de 26,46 g en 2010 ; 132,32 g en 2011 ; 303,59 en 2012 ; 506,51 g en 2013 et à 648,82 g en 2014 par plant en cinq ans pour les unités expérimentales qui ont reçues l'engrais chimique est statistiquement supérieure aux parcelles à poudrettes où le rendement est passé de 15,54 g à 469,51 g par plant comparée au témoin (5,76 g en 2010 ; 28,81 g en 2011 ; 226,59 g en 2013 et 364,81 g en 2014). Ce pendant la production est passé de 364,81 g/plant pour la parcelle témoin à 648,82 g/plant sur la parcelle ayant reçues l'engrais minéral NPK, presque le double du témoin en 2014.

Par ailleurs, une étude menée par Patolia et al. (2007) en Inde sur la fertilisation minérale montre qu'elle contribue efficacement à l'augmentation du rendement. Ounchittikoun (2005) indique que l'application de l'engrais minéral NPK (15-15- 15) améliore le rendement du Jatropha pendant les trois 1éres années de production (725, 56 kg/ha). De Jongh et al. (2011) ont quant à eux trouvé des rendements de l'ordre de 500 kg/ha dans une plantation de 3 ans à faibles niveaux d'intrants au Mali.

Il existe ainsi une différence très significative entre les traitements et les résultats de la production, l'analyse de la variance a indiqué que pour 6 degrés de liberté, la table de distribution F de S se decordonne pour P 0,05 %, une valeur F=4,76. Par contre les différences ne sont pas significatives entre les blocs.

Dans l'étude de Nguema et al (2013), l'analyse de la variance révèle des différences significatives ($p<0,05$) des moyennes entre les trois techniques de propagation, pour le paramètre relatif à l'apparition on des rameaux. L'analyse de la variance (ANOVA) dans cette étude révèle des différences significatives entre les deux modes de propagation que sont la voie sexuée et la voie asexuée, d'après le test statistique utilisé.

6. Conclusion et Recommandations

6.1 Conclusion

Le principal but de cette étude est celui de mener un essai expérimental de la culture de de Jatropha curcas de type Indien à côté d'un écotype Local dans la savane steppique de Tata-Kapemba de la Ville de Kenge, en République Démocratique du Congo (RDC). Spécifiquement il était question de décrire les vertus de Jatropha curcas, ses techniques de production et le rendement de sa culture dans la province du Kwango. Sur la base d'un essai comparatif de rendement de deux écotypes de *Jatropha curcas* (Indien et Local), en terme de densité de plantation, l'étude a révélé des meilleurs rendements avec des densités faibles (3mx2m). Ainsi, les techniques de production les meilleures sont donc celles qui permettent d'obtenir 16 plants par parcelle, soit, 1666 plants par hectare. Il convient donc de noter que les faibles densités de plantation ont permis de réduire la compétition en éléments nutritifs du sol et ont favorisé la croissance et le développement des plants de *Jatropha curcas* L.

Par ailleurs, les résultats de cette étude comparative prouvent que la variété indienne présente des performances remarquables par rapport à la variété locale dont les productions moyennes et les rendements sont respectivement 1,49 kg et 9,3 tonnes par hectare, et 1,76 kg et 11 tonnes par hectare. Ce qui indique clairement la supériorité de la variété indienne versus la variété locale.

6.2 Recommandations

Cette étude recommande la vulgarisation de la culture de *Jatropha curcas* L. de variété indienne auprès des agriculteurs de Kenge qui rencontrent de nombreuses difficultés liées à la fertilité des terres de savanes steppiques et ainsi pratiquer à grande échelle cette culture afin de leur permettre de produire l'agro-carburant et par voie de conséquence participer à la lutte contre la pauvreté et le changement climatique. Des efforts concertés de la part des autorités provinciales en charge de l'environnement, l'énergie et la santé sont donc requis pour promouvoir la culture Jatropha.

Enfin, l'adoption d'une politique agro-esthétique urbaine serait le gage d'une bonne gestion de ces ressources écosystémiques et par ricochet de la promotion de la foresterie urbaine. Cela requiert d'une part un changement d'attitudes de la population face aux pratiques agricoles qui détruisent l'environnement, et d'autre part, un sursaut d'orgueil à combattre l'insalubrité et le manque d'hygiène et d'assainissement dans la ville de Kenge. Ce qui pourrait devra favoriser le goût de la beauté et l'adoption d'un comportement salubre afin de promouvoir la culture Jatropha.

Liste des références bibliographiques

Abdoulaye, V. et al. (2013). Synthèse bibliographique sur le jatropha au Mali. Bamako : École Polytechnique de Bamako, Mali.

Achten, W.M.J. et al. (2008). Production et utilisation de biodiesel Jatropha. Revue Biomasse Bioénergie.

Achten, W. et al. (2007). Le biodiesel de Jatropha du point de vue du cycle de vie. Dans le séminaire d'experts sur Jatropha curcas L'agronomie et génétique Wageningen: FACT Fondation, Pays-Bas.

Agence européenne pour l'environnement. (1995). L'environnement de l'Europe - L'évaluation de Dobríš.

Arnalds, A. (2007). Crise silencieuse. Tansley Review, New phytol.

ARP, (2013), Dynamique de production du Jatropha au Burkina Faso: analyse de la rentabilité agricole et de la structuration des acteurs. Dakar : FFEMIAFD/ADECIA Communication, Sénégal.

Assogbadjo, D. (2009). Évaluation écologique et ethnobotanique de Jatropha curcas L. au Bénin. 2009.

Barbier, J. et al. (2012). Intérêts de mettre en place une filière courte basée sur la culture du Jatropha (Jatropha curcas L.) dans la Communauté Rurale de Dialacoto Sénégal. Document de synthèse de recherche. Dakar : CERB, Sénégal.

Bayoulou, S. (2013). Effet de la culture du Jatropha sur les caractéristiques chimiques des sols dans la zone ouest du Burkina Faso: cas des sols de tin et de torokoro. Ouadougou : Université de Ouadougou, Burkina Faso.

Biabani, A. et al. (2012). Variation phénotypique et génétique des populations de Jatropha curcas L. de différents pays. Abidjan : Université Félix-Houphouët Boigny.

Bruggeman P.G. et al. (2010). Les filières agrocarburants de proximité à base de Jatropha : opportunités, acquis et points de vigilance pour un accès à l'énergie en faveur des populations rurales d'Afrique de l'Ouest. Montpelier: IRD, France.

Pimentel, D. et al. (1995). Variation phénotypique et génétique des populations de Jatropha curcas L. de différents pays. Science (Février 1995), 267 (5201).

Dorsouma, A. et al. (2008). Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique : s'adapter, une approche intégrée.

Endelevu Energy. (2009). Vérifier la réalité de Jatropha: une évaluation de terrain de la situation agronomique et économique en Tanzanie. Nairobi : ICRAF (Centre Mondial d'Agroforesterie) et KEFRI (Institut de recherche forestière du Kenya), Kenya.

CIFOR. (2018). Désertification : une menace alarmante qui reste à comprendre. Futura Science (2018).

Gokhale, D. (2008). Jatropha : Expérience de la fondation sur l'agroforesterie et le développement des terres incultes -Nashik (Inde). Consultation internationale sur le développement de Jatropha en faveur des pauvres 2008. Rome: Syngenta International, Italie.

Grimm, C. et Maes, J.-M. (1997). La faune d'arthropodes associée à Jatropha curcas L. au Nicaragua: un résumé des espèces, de leur biologie et de leur statut phytosanitaire. Diversity and Biogeography J. (1997).

Heller ,J. (1996). Écrou physique. Jatropha curcas L. Promotion de la conservation et de l'utilisation de cultures sous-utilisées et négligées. 1. Gatersleben: Institut de génétique végétale, Allemagne.

Henning R.K., 2004. Jatropha curcas L. en Afrique. Étude de cas. Weissensberg: Bagani, Allemagne.

Mboma, P. (2016). Effets du type de fertilisation sur la productivité du Jatropha curcas en zone des savanes d'Afrique Centrale cas de la localité de Sanguéré Paul au Nord Cameroun. J. Appl. Biosci. (2016)

Jongh, J. et Nielsen, F. (2011). Leçons apprises: le jatropha pour le développement local. Wageningen: FACT Foundation, Pays-Bas.

Ky Kilea atal.(2007). Rapport de voyage d'étude sur l'utilisation de Jatrophacurcas (Pourghère) au Mali. Bamako: Université de Bamako, Mali.

Le Hir, P. (2015). Biodiversité, état des sols, pollution : l'environnement se dégrade en Europe Québec : Département des Sciences du bois et de la forêt, Université de Laval, Canada.

Marini, R.P. et al. (2000). La croissance, le rendement et la rentabilité des pêchers sont influencés par la forme et la densité des arbres. Science de l'horticulture. Tervuren: Le Cri Edition Africa, Belgique.

Mergeai, G. (2011). Jatropha curcas: plante miraculeuse ou arbre du diable? Paris: Edition de l'École.

Minengu, J.D. et al. (2013). Influence de l'environnement et des pratiques culturales sur la productivité de Jatropha curcas L. Nairobi : ICRAF (Centre Mondial d'Agroforesterie), Kenya.

Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme (2012), Synthèse sur les causes de la déforestation et de la dégradation en RDC – Version 2. Kinshasa: Secrétariat Général du MECNT, RDC.

Münch E. et Kiefer J. (1986). Le pourghère (Jatropha curcas L.) : botanique, écologie, culture (1*ère* partie), produits de récolte, filières de valorisations, réflexions économiques (2*è* partie). Mémoire de fin d'études. Stuttgart: Université de Stuttgart-Hohenheim, Allemagne.

Muzondiwa, J.R. (2012). Socio-économie, zones agro-écologiques, pratiques agronomiques et système agricole de Jatropha curcas L. en Afrique subsaharienne. Nairobi : KEFRI (Institut de recherche forestière du Kenya), Kenya.

Nguema N. et al. (2013). Étude comparée de trois méthodes de multiplication de Jatropha curcas L. dans les conditions climatiques du sud-est du Gabon, Université des Sciences et Techniques de Masuku. Franceville : Laboratoire de Phytotechnologie et de Biotechnologies végétales, Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB), Gabon.

Öhman, J. (2011). Culture et gestion de Jatropha curcas L. par de petits exploitants agricoles dans les districts du Kenya, Baringo et Koibatek. Yrkshocskolan: Université des sciences appliquées de Yrkshocskolan Novia, Finlande.

Ouafae et al. (2012). Étude de plantation de Jatropha curcas valorisant les eaux usées de la ville d'Oujda. Mersenne: Science Lib Editions, France.

Ounchittikoun, T. (2005). Écrou physique - la culture énergétique pour diverses utilisations. Bangkok: Thai Traditions, Thaïlande.

Patolia, J.S. (2007). Essais de provenance pour la sélection de Jatropha curcas à haut rendement dans des terres incultes. Séminaire d'experts sur le Jatropha curcas L. Agronomie et génétique (2007). Wageningen: FACT Foundation, Pays-Bas.

Ranga, R.G.V. et al. (2010). Insectes nuisibles de Jatropha curcas L. et leur gestion. Bulletin d'information. Patancheru: Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides, Inde.

Reinhard K et al. (2002). L'utilisation des savoirs locaux sur le Jatropha. In: De Blaay Durbuy (éds.), Taxonomania, Bruxelles, Belgique.

Rijssenbeek, et al. (2007). Réunion d'experts Jatropha, Bruxelles. Bruxelles : Laboratoire de Botanique Systématique et Phytosociologie et Laboratoire de Complexité et Dynamique des Systèmes Tropicaux, Fac. Sc., Université Libre de Bruxelles, Belgique.

Ruellan A. (2019). Dégradation et gestion des sols. Mèze : Biotope, Collection Parthénope, Belgique.

Sahel Quotidien. (2008). Biocarburant : L'expérience du "Jatropha" gagne du terrain au Sahel.

Wahl N. et al. (2012). Aperçu des projets de Jatropha dans le monde entier. Principaux faits et chiffres d'une enquête mondiale. Lüneburg : Centre de gestion de la durabilité, Allemagne.

Annexe 1.

Résultats de l'analyse des échantillons des sols des savanes steppiques de Tata –Kapemba

Date échantillonnage	Parcelle	Horizon (Cm)	PH Eau	PH Kcal	MATIERE ORGANIQUE			CEC Méq/100g	BESOINS EN CHAUX			P_2O_5 (%)	Ca (%)
					$C_{Tot(\%)}$	$N_{Tot(\%)}$	C/N		PH initial	PH final	$Ca(OH)_2$ Par 10 gr de sol		
22/12/2015	5B	B 20-40	4,72	4,37	1,67	0,04	41,75	3,5				0,0324	0,02
22/12/2015	5B	A 0-20	4,55	4,33	1,3	0,136	9,53	7,2	4,55	7	0,01	0,0135	0,012
22/12/2015	5B	C > 60	4,59	4,48	1,3	0,140	9,29	6,3				0,011	0,012
23/12/2015	6A	A 0-20	4,36	4,26	1,76	0,045	83,81	8,4	4,36	7,2	0,005	0,0210	0,018
24/12/2015	6A	C > 60	4,71	4,45	1,3	0,032	40,63	4,9				0,0453	0,023
24/12/2015	6A	B 20-40	4,57	4,38	1,5	0,108	14,15	5,6				0,21	0,032
22/12/2015	4B	B 20-40	4,78	4,7	1,33	0,034	39,12	5,9				0,010	0,025
12/01 /2016	4B	A 0-20	4,63	4,56	1,7	0,045	37,53	7,2	4,63	7,63	0,005	0,0145	0,042
14/01/2016	4B	C > 40	4,56	4,68	1,1	0,392	28,06	4,2				0,019	0,01

Source : Résultats de l'analyse des échantillons au CGEA/CREN-K. (Auteurs, 2026)

Références Bibliographiques

Abdoulaye, V. et al. (2013). Synthèse bibliographique sur le jatropha au Mali. Bamako : École Polytechnique de Bamako, Mali.

Achten, W.M.J. et al. (2008). Production et utilisation de biodiesel Jatropha. Revue Biomasse Bioénergie.

Achten, W. et al. (2007). Le biodiesel de Jatropha du point de vue du cycle de vie. Dans le séminaire d'experts sur Jatropha curcas L'agronomie et génétique Wageningen: FACT Fondation, Pays-Bas.

Agence européenne pour l'environnement. (1995). L'environnement de l'Europe - L'évaluation de Dobríš.

Arnalds, A. (2007). Crise silencieuse. Tansley Review, New phytol.

ARP, (2013), Dynamique de production du Jatropha au Burkina Faso: analyse de la rentabilité agricole et de la structuration des acteurs. Dakar : FFEMIAFD/ADECIA Communication, Sénégal.

Assogbadjo, D. (2009). Évaluation écologique et ethnobotanique de Jatropha curcas L. au Bénin. 2009.

Barbier, J. et al. (2012). Intérêts de mettre en place une filière courte basée sur la culture du Jatropha (Jatropha curcas L.) dans la Communauté Rurale de Dialacoto Sénégal. Document de synthèse de recherche. Dakar : CERB, Sénégal.

Bayoulou, S. (2013). Effet de la culture du Jatropha sur les caractéristiques chimiques des sols dans la zone ouest du Burkina Faso: cas des sols de tin et de torokoro. Ouadougou : Université de Ouadougou, Burkina Faso.

Biabani, A. et al. (2012). Variation phénotypique et génétique des populations de Jatropha curcas L. de différents pays. Abidjan : Université Félix-Houphouët Boigny.

Bruggeman P.G. et al. (2010). Les filières agrocarburants de proximité à base de Jatropha : opportunités, acquis et points de vigilance pour un accès à l'énergie en faveur des populations rurales d'Afrique de l'Ouest. Montpelier: IRD, France.

Pimentel, D. et al. (1995). Variation phénotypique et génétique des populations de Jatropha curcas L. de différents pays. Science (Février 1995), 267 (5201).

Dorsouma, A. et al. (2008). Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique : s'adapter, une approche intégrée.

Endelevu Energy. (2009). Vérifier la réalité de Jatropha: une évaluation de terrain de la situation agronomique et économique en Tanzanie. Nairobi : ICRAF (Centre Mondial d'Agroforesterie) et KEFRI (Institut de recherche forestière du Kenya), Kenya.

CIFOR. (2018). Désertification : une menace alarmante qui reste à comprendre. Futura Science (2018).

Gokhale, D. (2008). Jatropha : Expérience de la fondation sur l'agroforesterie et le développement des terres incultes -Nashik (Inde). Consultation internationale sur le développement de Jatropha en faveur des pauvres 2008. Rome: Syngenta International, Italie.

Grimm, C. et Maes, J.-M. (1997). La faune d'arthropodes associée à Jatropha curcas L. au Nicaragua: un résumé des espèces, de leur biologie et de leur statut phytosanitaire. Diversity and Biogeography J. (1997).

Heller ,J. (1996). Écrou physique. Jatropha curcas L. Promotion de la conservation et de l'utilisation de cultures sous-utilisées et négligées. 1. Gatersleben: Institut de génétique végétale, Allemagne.

Henning R.K., 2004. Jatropha curcas L. en Afrique. Étude de cas. Weissensberg: Bagani, Allemagne.

Mboma, P. (2016). Effets du type de fertilisation sur la productivité du Jatropha curcas en zone des savanes d'Afrique Centrale cas de la localité de Sanguéré Paul au Nord Cameroun. J. Appl. Biosci. (2016)

Jongh, J. et Nielsen, F. (2011). Leçons apprises: le jatropha pour le développement local. Wageningen: FACT Foundation, Pays-Bas.
Kilea, K. et al.(2007). Rapport de voyage d'étude sur l'utilisation de Jatrophacurcas (Pourghère) au Mali. Bamako: Université de Bamako, Mali.
Marini, R.P. et al. (2000). La croissance, le rendement et la rentabilité des pêchers sont influencés par la forme et la densité des arbres. Science de l'horticulture. Tervuren: Le Cri Edition Africa, Belgique.
Mergeai, G. (2011). Jatropha curcas: plante miraculeuse ou arbre du diable? Paris: Edition de l'École.
Minengu, J.D. et al. (2013). Influence de l'environnement et des pratiques culturales sur la productivité de Jatropha curcas L. Nairobi : ICRAF (Centre Mondial d'Agroforesterie), Kenya.
Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme (2012), Synthèse sur les causes de la déforestation et de la dégradation en RDC – Version 2. Kinshasa: Secrétariat Général du MECNT, RDC.
Münch E. et Kiefer J. (1986). Le pourghère (Jatropha curcas L.) : botanique, écologie, culture (1*ère* partie), produits de récolte, filières de valorisations, réflexions économiques (2è partie). Mémoire de fin d'études. Stuttgart: Université de Stuttgart-Hohenheim, Allemagne.
Muzondiwa, J.R. (2012). Socio-économie, zones agro-écologiques, pratiques agronomiques et système agricole de Jatropha curcas L. en Afrique subsaharienne. Nairobi : KEFRI (Institut de recherche forestière du Kenya), Kenya.
Nguema N. et al. (2013). Étude comparée de trois méthodes de multiplication de Jatropha curcas L. dans les conditions climatiques du sud-est du Gabon, Université des Sciences et Techniques de Masuku. Franceville : Laboratoire de Phytotechnologie et de Biotechnologies végétales, Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB), Gabon.
Öhman, J. (2011). Culture et gestion de Jatropha curcas L. par de petits exploitants agricoles dans les districts du Kenya, Baringo et Koibatek. Yrkshocskolan: Université des sciences appliquées de Yrkshocskolan Novia, Finlande.
Ouafae et al. (2012). Étude de plantation de Jatropha curcas valorisant les eaux usées de la ville d'Oujda. Mersenne: Science Lib Editions, France.
Ounchittikoun, T. (2005). Écrou physique - la culture énergétique pour diverses utilisations. Bangkok: Thai Traditions, Thaïlande.
Patolia, J.S. (2007). Essais de provenance pour la sélection de Jatropha curcas à haut rendement dans des terres incultes. Séminaire d'experts sur le Jatropha curcas L. Agronomie et génétique (2007). Wageningen: FACT Foundation, Pays-Bas.
Le Hir, P. (2015). Biodiversité, état des sols, pollution : l'environnement se dégrade en Europe Québec : Département des Sciences du bois et de la forêt, Université de Laval, Canada.
Ranga, R.G.V. et al. (2010). Insectes nuisibles de Jatropha curcas L. et leur gestion. Bulletin d'information. Patancheru: Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides, Inde.
Reinhard, K. et al. (2002). L'utilisation des savoirs locaux sur le Jatropha. In: De Blaay Durbuy (éds.), Taxonomania, Bruxelles, Belgique.
Rijssenbeek, et al. (2007). Réunion d'experts Jatropha, Bruxelles. Bruxelles : Laboratoire de Botanique Systématique et Phytosociologie et Laboratoire de Complexité et Dynamique des Systèmes Tropicaux, Fac. Sc., Université Libre de Bruxelles, Belgique.
Ruellan, A. (2019). Dégradation et gestion des sols. Mèze : Biotope, Collection Parthénope, Belgique.

Sahel Quotidien. (2008). Biocarburant : L'expérience du "Jatropha" gagne du terrain au Sahel.

Wahl, N. et al. (2012). Aperçu des projets de Jatropha dans le monde entier. Principaux faits et chiffres d'une enquête mondiale. Lüneburg : Centre de gestion de la durabilité, Allemagne.

Remerciements

Nous reconnaissons toutes les personnes qui nous ont apporté leurs précieuses contributions à différents niveaux de rédaction de cet article, notamment les évaluateurs anonymes, les secrétaires et membres du comité de rédaction de cette édition spéciale ainsi que son éditeur académique. Nous sommes particulièrement reconnaissant envers le Secrétaire Général Académique de l'«Institut Supérieur des Techniques Médicales - Marie Reine de la Paix de Kenge (ISTM-MRP de Kenge)», Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi, par l'entremise duquel l'information de base servant à la rédaction de cette publication nous a été parvenue.

Contribution de l'auteur

Cette recherche fait partie de ma recherche entreprise à l'Université du Kwango, en République Démocratique du Congo (RDC), au cours de l'année académique 2015-2016 sous la direction de Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi. Les auteurs le remercient infiniment pour ses contributions.

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt dans le cadre de cette étude, car aucun bailleur de fonds ni institution enquêtée n'a joué un rôle prépondérant dans l'interprétation des résultats de l'étude. Les échantillons de sols ont été objectivement analysés au laboratoire du CGEA de CREN-K sans manipulation aucune, tout comme les résultats des cultures de Jatropha curcas n'ont pas été utilisés à de fins abusives. La rédaction du manuscrit et la décision de le publier ont exclusivement été à la charge des auteurs.

© 2026 by the authors. Licensee CIJ-HES, CIRMA Publishing House, Libreville, Gabon. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Article 6.

Received: July 2026 / Revised: August 2026 / Accepted: August 2026 / Published: October 2026

Efficacité de l'approche communautaire d'intégration de leaders d'opinion dans la chaine de détection de la tuberculose dans la Zone de santé de Kahemba, RDC

Jean Lusambu Kusa[1,2*], Joël Kafumbi Katsiatsia[1,3], Miché Mitondo Mbuta[1,4], Romaine Kiluwa Kambela[1,4]

*Contact : Email : jeanddlusambu@gmail.com Téléphone : +243 814937054

[1] Assistant, Institut Supérieur des Techniques Médicales Marie Reine de la Paix de Kenge (ISTM-MRP), RDC
[2] Superviseur Provincial, Coordination Provinciale de Lèpre et Tuberculose du Kwango, ZS de Kenge, RDC
[3] Infirmier, Projet CARAMAL (Community Access to Rectal Artesunate for Malaria), Z.Santé de Kenge, RDC
[4] Infirmier Superviseur, Bureau Central de la Zone de Santé de Kenge, RDC
[5] Responsable communautaire, projet TIPTOP (Transforming Intermittent Preventive Treatment for Optimal Pregnancy), Jhpiego, Kenge, RDC

Abstract

Tuberculosis is a public health problem in Kwango Province. The evaluations conducted by CPLT Kwango (2005-2015) have shown the limits of the health professional-centered approach in the detection of tuberculosis. This study aimed to unveil a new approach towards the detection of tuberculosis in the last 10 years in Kahemba Health Zone, which involves community leaders in the observations. It specifically sought to determine the effectiveness of this community-led TB+ detection approach using a comparative quasi-experimental design based on longitudinal and prospective methods. The study dealt with an Experimental Group made of community leaders involved in TB+ detection interventions vis-à-vis a Control Group that mainly encompassed health professionals. A survey and a documentary review technique were used to collect data. The analysis mainly focused on improvements of TB+ detection using the tests of comparison, notably the Chi-square test. The interventions were first compared at the Kahemba health zone level from different periods of time, and then a comparison of different cross-cutting interventions at sub-health zones was done for a specified period. Results show that only two areas revealed a significant increase in TB+ detection through integration of the community-based approach compared to the control group (90% vs. 54%). The study recommended that health authorities and providers collaborate with community leaders to improve TB + detection.

Keywords: *TB + detection; TB messages; communication; community leader; tuberculosis*

Résumé

La tuberculose est un problème de santé publique dans la Province du Kwango. Les évaluations réalisées par la CPLT Kwango (2005-2015) ont montré les limites de l'approche centrée sur le professionnel de santé dans la détection de la tuberculose. La présente étude part de la sous détection de la tuberculose constatée depuis plus de 10 ans dans la Zone de santé de Kahemba pour déterminer l'efficacité de l'approche communautaire dans la détection de la tuberculose. Elle a utilisé une méthode comparative quasi-expérimentale à visée longitudinale et prospective afin de déceler les améliorations issues des interventions de détection TB+ avec l'implication des leaders communautaires (Groupe expérimental) vis-à-vis celles centrées sur le professionnel de santé (Groupe de contrôle). La méthode d'enquête et la technique d'analyse documentaire ont été utilisées pour collecter les données. Les analyses ont porté essentiellement sur le test de comparaison notamment le Khi-carré avec lequel les résultats ont été comparés à deux niveaux : premièrement dans la zone d'intervention à des périodes différentes, puis à des zones différentes pendant la même période. Les résultats comparés de deux zones ont révélé un accroissement significatif de la détection dans la zone ayant intégré l'approche communautaire par rapport à la zone de contrôle (90% contre 54). L'étude a ainsi recommandé aux autorités et prestataires sanitaires de collaborer avec les leaders communautaires afin d'améliorer la détection TB+.

Mots-clés: *Détection TB+; messages TB ; communication; leader communautaire; tuberculose*

1.Introduction

L'Organisation Mondiale de la Santé estime qu'environ un tiers des cas de tuberculose estimés sont soit non diagnostiqués soit non déclarés. Ce sont souvent les populations les plus marginalisées et les plus défavorisées qui sont touchées, par exemple les pauvres (Emmanuelli, J. Grosset, 2003) les femmes, les enfants, les migrants, les réfugiés, les mineurs et les toxicomanes. Même lorsque les cas suspects sont identifiés, la maladie est souvent diagnostiquée et traitée tardivement. Par conséquent, elle cause davantage de dégâts, et le traitement peut être plus difficile et plus onéreux (OMS, 2015).

Parmi les maladies qui constituent les problèmes majeurs de santé publique au monde, figure la tuberculose qui est une maladie de la pauvreté et l'on constate parfois que les services de santé rencontrent des problèmes d'accessibilité géographique, financière et parfois culturelle pour les populations desservies (OMS, 2018 ; Fonds Mondial, 2017). Parmi les facteurs qui augmentent le risque d'exposition au sein de la communauté, figure le tabagisme (OMS, 2009), la sous-alimentation qui occasionne la malnutrition. Ceci explique bel et bien le lien qui existe entre les aliments et le risque d'exposition de la tuberculose qui, en grande partie, est facilitée par une déficience de l'immunité (OMS, 2013).

La République Démocratique du Congo (RDC) figure parmi les pays les plus touchés par cette maladie. Elle occupe le 9ème rang au monde et 3ème en Afrique (Programme National de Lutte contre la Lèpre et la Tuberculose RDC, PNLT 2017 ; Agence Congolaise de presse, 2017 ; Ngiambukulu, 2017). Les données actuelles ont démontré les limites de l'approche de la lutte basée strictement sur les professionnels de la santé. D'où l'OMS (2015) pense que pour arriver jusqu'aux populations isolées et pour améliorer la détection et la déclaration des cas de tuberculose, il faut des approches nouvelles et durables qui ne s'arrêtent pas seulement au niveau des établissements de santé existants mais qui s'adressent aux structures communautaires et aux ménages.

Le neuvième rapport du comité des experts de la tuberculose de l'Organisation Mondiale de la Santé soutenait déjà depuis 1974 qu'il était très important d'impliquer la communauté dans la mise en œuvre des programmes de lutte contre la tuberculose, à travers les leaders d'opinion et les organisations à base communautaire (Drabo et al., 2009; St Fleur, 2006). Le contrôle de la tuberculose concerne tous les regroupements communautaires notamment les établissements d'enseignement primaire, secondaire et universitaires, les autorités politico-administratives, les confessions religieuses, les ONG, les OAC, les entreprises publiques comme privées, les relais communautaires, les regroupements des jeunes, voire la population toute entière (Agence Congolaise de Presse, ACP 2018). La force de cette approche repose sur le fait que si le message passe par les regroupements au sein de la communauté, toute la population sera informée et sensibilisée en moins de temps et à moindre coût.

Depuis près de dix ans, la Zone de santé de Kahemba est devenue l'ombre d'elle-même. La sous-détection des cas de tuberculose est devenue la règle plutôt que l'exception. Le taux global de détection annuelle ne dépasse jamais 30% alors que la norme fixée par le PNLT exige de dépister au moins 80% des tuberculeux attendus au sein de la population. Cette situation préoccupante a constitué une irritation pour mener cette étude. L'approche adoptée a consisté à responsabiliser la communauté de cette zone de santé, particulièrement celle de la cité de Kahemba qui compte cinq Centres de Santé regroupés au sein du Centre de Santé de Diagnostic et Traitement (CSDT) de l'Hôpital Général de Référence de Kahemba, à travers ces leaders, afin de contrôler la tuberculose.

L'intégration de cette approche communautaire fait suite aux résultats obtenus lors de la célébration de la journée Mondiale de Tuberculose, le 24 Mars 2016, où l'équipe de la CPLT avait organisé des conférences dans la ville de Kenge. En plus de cela, trois écoles secondaires et les membres du gouvernement provincial étaient sensibilisés. Au lendemain de ces activités, une foule nombreuse s'était présentée au bureau de la CPLT.

Après consultation, douze cas de tuberculose bactériologiquement confirmé avaient été dépistés en deux jours.

L'étude menée dans la Zone de santé de Kahemba visait à déterminer l'efficacité de l'approche d'intégration des leaders communautaires dans l'amélioration de la détection de la tuberculose. Elle a notamment répondu aux questions suivantes: quel est l'efficacité de l'approche d'intégration des leaders communautaires dans l'amélioration de la détection de la tuberculose? Leur apport est-il significatif dans l'orientation des patients et la détection de la tuberculose? Pour répondre à ces questions, il a fallu tout d'abord identifier les acteurs impliqués dans la lutte contre la tuberculose, en l'occurrence les prestataires des services de santé et les leaders communautaires; ensuite, démontrer l'apport de chacun dans l'orientation des patients présumés tuberculeux vers les centres de dépistage; et enfin comparer les résultats obtenus dans le temps et dans l'espace en termes d'orientation des patients, de détections TB+ parmi les orientés et enfin comparer l'évolution de la détection dans les deux zones.

2. Revue de la littérature

La tuberculose est l'une des maladies infectieuses causant le plus de décès au monde. Elle est également une cause principale de décès chez les personnes vivant avec le VIH, puisqu'elle est responsable de 35% des décès au sein de cette population en 2015. La tuberculose et le VIH, de même que les défis en lien avec le genre et les droits de l'Homme dans la lutte contre ces maladies, sont donc étroitement liés. La tuberculose est une maladie de la pauvreté et de l'inégalité. Un certain nombre de facteurs liés aux droits de l'Homme ou au genre peuvent entraver l'efficacité, l'accessibilité et la pérennité des programmes et des services de lutte contre la tuberculose, comme expliqué dans cette section. L'application des droits de l'Homme est menacée dans la vie de nombreuses personnes vivant avec la tuberculose ou exposées au risque de la maladie. Les personnes qui font face à la surpopulation, à des environnements mal ventilés et à des carences nutritionnelles sont vulnérables à la maladie, et il est probable qu'elles soient désavantagées et ne reçoivent pas d'informations fiables sur la tuberculose, ou n'aient pas accès à des services de lutte contre la tuberculose de bonne qualité. Même s'il est possible que ces derniers soient gratuits, la pauvreté peut avoir une incidence sur certains facteurs tels que le transport pour y accéder ou une bonne alimentation propice à la réussite du traitement. (Fonds Mondial, 2017 ; OMS, 2018 ; Mburu et Richardson, 2013).

La tuberculose reste un problème de santé publique en Afrique subsaharienne où les services de santé rencontrent des problèmes d'accessibilité géographique, financière et parfois culturelle pour les populations desservies. (Boulahbal et Chaulet, 2004). La République Démocratique du Congo (RDC) figure parmi les pays les plus touchés par cette maladie. Elle occupe le 9ème rang au monde et 3ème en Afrique (Programme National de Lutte contre la Lèpre et la Tuberculose RDC, PNLT 2017 ; Agence Congolaise de presse, 2017 ; Ngiambukulu, 2017). Un tiers des cas de tuberculose ne sont ni diagnostiqués ni traités ou ne sont pas notifiés. Même chez les patients repérés, la tuberculose est souvent diagnostiquée et traitée tardivement. Pour repérer et soigner les cas qui ne le sont pas et pour intervenir à un stade précoce de la maladie, il faut mobiliser un vaste ensemble d'acteurs participant déjà à des activités communautaires: ONG et autres organisations de la société civile qui œuvrent dans le domaine des soins de santé primaires, du VIH, de la santé de la mère et de l'enfant, mais qui n'ont pas encore inscrit la tuberculose au nombre de leurs activités. (OMS, 2018).

L'amélioration du dépistage en zone rurale implique nécessairement une décentralisation et l'intégration des activités de lutte anti-tuberculose aux autres activités de soins de santé primaires. La participation effective des communautés dans la planification nationale pour la lutte contre la tuberculose n'est ni complexe ni difficile à réaliser. Cependant, elle nécessite de l'engagement, de la flexibilité et une forte volonté

pour bâtir une réponse efficace à la tuberculose qui puisse profiter à l'ensemble de la population. L'implication des communautés enrichit le processus et apporte une touche particulière en termes de compétences, de connaissances, de diversité et d'intégrité produit final, qui autrement n'en feraient pas partie. (*Partenariat Halte à la Tuberculose, 2014)*.

On constate un intérêt croissant pour la contribution communautaire dans l'offre de soins aux tuberculeux, aux malades du sida. (Maher, D. et al., 1999). La prise en charge de la tuberculose implique l'utilisation de ressources en dehors des systèmes de santé formels. La mise à contribution de la communauté à travers des comités de soutien aux PATB a permis d'accroître la fourchette de solutions aux problèmes rencontrés par les malades tuberculeux et les prestataires de soins. Pour que l'implication communautaire renforce efficacement les performances des services de santé, l'intégration fonctionnelle des activités à base communautaire dans le dispositif de soins, une répartition cohérente des tâches entre tous les intervenants et un équilibre des rapports de pouvoir entre les différents contributeurs aux soins sont indispensables. Dans ces conditions, l'implication communautaire renforce les capacités des CS à mieux répondre à la demande en soins provenant des malades chroniques. (Maxime Drabo et al., 2009).

3. Matériels et Méthodes

3.1 Description du milieu d'étude

Cette étude a été essentiellement menée dans la cité de Kahemba, située au chef-lieu de la zone de santé (ZS) de Kahemba. La ZS Kahemba est l'une des quatorze que compte la Coordination Provinciale Tuberculose Kwango et compte en son sein quatre CSDT. Sur le plan organisationnel, elle compte une grande cité, chef-lieu de la ZS et du CSDT HGR Kahemba qui regorge cinq centres de santé. La cité de Kahemba accuse quelques difficultés d'eau potable ; ce qui est à la base de plusieurs maladies comme le Konzo. La majeure partie de la population est paysanne ; elle vit des travaux des champs et petits commerces avec trafic frontalier avec l'Angola.

La zone d'intervention couvre un CSDT, en l'occurrence celui l'Hôpital Général de référence (HGR), et compte une population de 105.131 habitants desservie par 5 aires de santé étatiques (Kamayala, Kabongo, Kambanguya, Shamusenge et Kahemba). La zone contrôle couvre un CSDT Tshiweka avec 103371 Habitants. Chaque CSDT contient les mêmes institutions communautaires sous la gestion de l'infirmier titulaire des CSDT. Le nombre annuel de cas attendus de tuberculose, calculé sur la base de 150 TP+ pour 100.000 habitants selon le PNLT est de 158 pour la zone d'intervention et de 155 pour la zone contrôle. Les deux zones ne présentent pas de disparités flagrantes sur le plan socio-culturel et au niveau du produit annuel par tête d'habitant voire en terme de leaders communautaires choisies.

3.2 Méthodes d'échantillonnage et Technique de collecte de données

Cette étude est longitudinale comparative à caractère prospectif. Elle est fondée sur un design quasi-expérimental visant à déceler les améliorations issues des interventions de détection TB+ avec l'implication des leaders communautaires (Groupe expérimental) vis-à-vis de celles centrées sur le professionnel de santé seul (Groupe de contrôle). Le centre de dépistage et traitement de la tuberculose (CSDT) de l'Hôpital General de Reference (HGR) de Kahemba était considéré comme zone d'intervention (Groupe expérimental) et le CSDT Tshiweka était la zone de contrôle.

Une méthode d'enquête sanitaire fondée sur un échantillon probabiliste aléatoire simple et la revue documentaire ont été utilisés afin de collecter les données ayant servi de base à l'analyse. Les leaders communautaires ont été sélectionnés sur base d'une liste établie des regroupements communautaires. La procédure a consisté à identifier premièrement les regroupements communautaires avec chacun ses leaders à partir

duquel une liste ayant servi à la sélection de ces derniers a été dressée. À l'issu de cette sélection, 10 regroupements communautaires ont été identifiés à partir d'où 207 leaders communautaires ont été retenus. La taille de cet échantillon a été calculée par la formule suivante de Fisher (Equation 1):

$$n = \dot{Z^2} * \frac{p.q}{\mathrm{d}^2} \qquad \text{[Equation 1]}$$

Où,

Z, le paramètre de la distribution normale à 5% de seuil de signification (soit Z= 1,96);

p, la probabilité de sélection d'un leader communautaire est de 25%;

q =1-p, la probabilité de ne pas être sélectionné comme leader communautaire, représentant la proportion de personnes n'ayant pas été elues comme leader regroupements communautaires, est également de 75%;

d, le degré de précision de l'estimation, est en pratique de 7,5%.

Dans ces conditions, la taille de l'échantillon «n» s'est élevée à 195 personnes. Une augmentation de taille de 10% a été prévue afin de faire face à l'éventualité de non réponses. Ce qui nous a amené à un échantillon de 215 personnes à interviewer. Et comme on s'y attendait, 8 personnes n'ont malheureusement pas pu satisfaire à toutes les conditions de sélection; d'où seuls 207 leaders communautaires ont été retenus.

S'agissant des présumés tuberculeux, deux échantillons probabilistes et exhaustifs ont été prélevés: l'un dans la zone d'intervention et l'autre dans la zone de contrôle. Ces échantillons ont donc compris tous les tousseurs passés aux CSDT pour se faire dépister, qu'ils soient orientés ou non par les leaders communautaires. Tous les sujets ont été enregistrés dans le registre de tuberculose à partir d'où nous les avons recensés dans leur totalité. La taille de cet échantillon était de 725 pour le CSDT de l'HGR de Kahemba (Zone d'intervention) et de 259 pour le CSDT de Tshiweka (Zone de contrôle).

Les données collectées couvrent donc la période allant de Janvier à Décembre 2016 et Janvier à décembre 2017. Les enquêtés ont été en majorité interrogés sur rendez-vous, dans leur communauté ou aux centres de dépistage et de traitement de la tuberculose. Dans certains cas, les enquêtés étaient pris à l'impromptu, sans qu'un rendez-vous ait été au préalable pris en vue de l'administration d'un questionnaire ou d'une entrevue.

3.2.1 Critères de sélection

Les chercheurs ont établi les critères ci-après avant d'inclure tout sujet dans l'échantillon d'étude:

- Etre homme ou femme habitant la zone de santé de Kahemba;
- Avoir été tousseur pendant la période de l'étude;
- S'être rendu au CSDT pour un dépistage de la tuberculose
- Avoir été orienté ou non par un leader communautaire
- Accepter librement de participer à l'étude ; et
- Avoir la capacité de répondre à un interrogatoire en Français ou dans l'une des langues locales.

3.2.2 Critères d'Exclusion

Etait censé être exclu de l'échantillon, tout sujet qui habiterait en dehors de la zone de santé de Kahemba pendant la période de l'étude, encore moins ne parlant ni la langue française ni une langue locale.

3.3 Techniques d'analyse des données

Les données ainsi collectées ont été analysées à l'aide des logiciels informatiques MS Excel 2010 et SPSS 17.0. Les analyses ont essentiellement été fondées sur la statistique

descriptive et inférentielle. L'analyse descriptive a essentiellement consisté au calcul des fréquences sur base de l'équation suivante (Equation 2):

$$f = \frac{Fo}{FA} * 100 \qquad \text{[Equation 2]}$$

Où,

f = Fréquence relative
FO = Fréquence observée
FA = Fréquence attendue

L'analyse inférentielle a été fondée sur le test du chi-carré (Khi^2 ou χ^2). Celle-ci a permis d'une part de vérifier l'effectivité de l'utilisation des services de CSDT de la TB avant et après l'intégration de la politique d'implication des leaders communautaires dans la zone d'intervention. D'autre part, le test du chi-carré a permis de comparer les résultats obtenus dans le groupe par rapport à ceux du groupe de contrôle. Cette analyse inférentielle a testé l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y avait aucune relation entre la distribution observée de l'utilisation des services de CSDT avant l'implication des leaders communautaires dans la sensibilisation (O) et celle attendue après l'intégration des leaders communautaires dans la sensibilisation (E). Ainsi, les hypothèses ci-après ont été testées:

- H_0 : E≠O, Il y a une différence significative entre les distributions de E et de O
- H_1: E=O, Il n'y a aucune différence significative entre les distributions de E et O

Du point de vue analytique, la statistique de chi-carré (Khi^2 ou χ^2) est représentée par la formule suivante (Equation 3):

$$\chi^2_{ddl;p} = \sum \frac{(E_j - O_i)^2}{O_i} \qquad \text{(Equation 3)}$$

Où,

E_i, l'*i*ème effectif attendu des utilisateurs des services de CSDT
O_j, le *j*ème effectif observé dans l'utilisation des services de CSDT
ddl, le degré de liberté (égal à *n-k*)
n, l'effectif total de l'échantillon
k, le nombre des paramètres estimés (égal au nombre des facteurs)
p, le seuil de signification de 5%, égal à la probabilité d'échec de Ho

4.Résultats de l'Analyse

4.1 Profil des de leaders communautaires

Le Tableau 1 présente la sélection des leaders communautaires impliqués dans la lutte contre la tuberculose selon leurs regroupements. Il se fait observer que les pasteurs responsables des églises représentent 25,12% ; les directeurs d'écoles primaires 17,39% ; les chefs des bureaux politico-administratif représentent 15,94% ; les préfets d'écoles secondaires représentent 12,08% ; les OAC 9,18% ; les chefs des bureaux para-étatiques représentent 8,21% ; les responsables des mutualités représentent 4,83% ; il y a 3,86% pour respectivement les coordonnateurs de la société civile et les chefs des quartiers ; il y a 1,45% pour les directeurs généraux des établissements d'enseignement supérieur et universitaire et enfin 0,97% pour les chefs des marchés.

Tableau 1. Répartition des leaders par regroupement communautaire

Type de leader communautaire	*Effectif (n)*	*Pourcent (%)*
Chefs de bureaux politico-administratifs	33	15,94
Chefs de bureaux para-étatiques	17	8,21
Directeurs généraux	3	1,45
Directeurs d'écoles	36	17,39
Préfets d'écoles	25	12,08

Pasteurs responsables d'Eglises	52	25,12
Organisations à Assise Communautaire (OAC)	19	9,18
Responsables des mutualités	10	4,83
Chefs de marchés	2	0,97
Coordonnateurs de la société civile	8	3,86
Chefs de quartiers	8	3,86
Total	*207*	*100*

4.2 Implication des leaders communautaires dans l'orientation des tuberculeux

Le Tableau 2 fait une comparaison interne dans l'orientation des tousseurs entre 2016 et 2017 à l'HGR Kahemba. Il y a lieu avant tout de préciser que, le tableau compare deux approches. D'un côté, l'approche classique utilisée depuis des temps, où l'orientation des tousseurs vers les structures de santé pour se faire dépister ne relevait que de la responsabilité des personnels de santé et des relais communautaires. La nouvelle approche introduite en 2017 consiste à impliquer tous les leaders communautaires dans l'orientation des tousseurs afin de se faire dépister. La comparaison des résultats pour l'HGR Kahemba où l'approche des leaders communautaires est intégrée montre qu'en 2016 avec l'ancienne approche, 33 tousseurs ont été orientés. Par contre l'année 2017 celle dont la nouvelle approche de l'implication des leaders communautaires est intégré, 326 tousseurs ont été orientés vers la formation sanitaire par les leaders communautaires.

Le Tableau 2 montre également que la proportion d'orientation des présumés par regroupement communautaire où les pasteurs des églises sont en tête avec 31,29% suivi des préfets d'écoles avec 16,87%. Les organisations à assise communautaire ont orienté 11,66% des présumés ; Pour les chefs de mutualités 7,36% ; les directeurs d'écoles et les chefs de marché ont orienté chacun 6,75% des présumés ; les chefs de quartiers ont orienté 6,13% ; les coordonnateurs de la société civile ont orienté 5,52% enfin les directeurs généraux et les chefs des bureaux ont respectivement orienté 4,91 et 2,76%. La comparaison du nombre des présumés orientés dans les formations sanitaires, démontre un accroissement significatif de 987,87 % en 2017 par rapport à 2016 dans la zone d'intervention (326 contre 33; $p < 0,05$).

Tableau 2. Orientation des présumés TB+ dans la zone d'intervention entre 2016 et 2017

Type de leader communautaire	*Effectif de présumés orientés*		
	2016	*2017*	*%*
Chefs des Bureaux	0	09	2,76
Directeurs Généraux	0	16	4,91
Directeurs d'écoles	0	22	6,75
Préfets d'écoles	0	55	16,87
Pasteurs responsables	0	102	31,29
OAC	0	38	11,66
Chefs des mutualités	0	24	7,36
Chefs des marchés	0	22	6,75
Coordons de la Société civile	0	18	5,52
Quartiers	0	20	6,13
Total présumés orientés par LC (1)	0	326	**100%**
Total présumés orientés par reco et agents de santé (2)	33	0	
Total présumés orientés	**33 (100%)**	**326**	**100%**

Source: Auteurs (2026)

Le Tableau 3 compare le taux d'orientation des patients dans deux zones différentes au cours de l'année 2017. D'un côté l'Hôpital Général de Référence de Kahemba(HGR), zone d'intervention où est intégrée la nouvelle approche qui implique les leaders

communautaires dans l'orientation des tousseurs, et de l'autre côté le CSDT Tshiweka qui continue d'utiliser l'approche classique où seuls les professionnels de santé et les relais communautaires orientent. Il s'observe dans la zone d'intervention que, 326 sur 725 soit 45 % des tousseurs ont été orientés par les leaders communautaires. Dans la zone de contrôle 98 sur 259 soit 38 % des tousseurs ont été orientés par les relais communautaires et les personnels de santé selon l'approche classique.

Ces résultats signifient clairement que sans l'implication des leaders communautaires dans l'orientation des présumés tuberculeux, la zone d'intervention qui est le CSDT Kahemba n'aurait eu que 399 présumés tuberculeux. Grâce à l'implication des leaders, il se fait observer un ajout de 326 présumés. Ceci montre l'apport des leaders dans l'orientation des tousseurs. Ce résultat est dû à la largesse du rayon d'action des leaders communautaires, qui permet d'atteindre une grande couche de la population en un temps réduit et à moindre coût.

Tableau 3. Taux d'orientation de patients en 2017 entre zones d'intervention et de contrôle

Type de tuberculeux	*HGR Kahemba*		*CSDT Tshiweka*	
	Effectif	%	*Effectif*	%
Présumés orientés	326	45,0	98	38,0
Présumés non-orientés	399	55,0	161	62,0
Total présumés tuberculeux	725	100,0	259	100,0

Source: Auteurs (2026)

4.3 Efficacité de l'implication des leaders communautaires en détection TB

Le Tableau 4 montre la proportion des TB+ parmi les orientés dans les deux zones en 2017. Il se fait voir que 62 sur 142 soit 43,66 % des patients TB+ dépistés à l'HGR Kahemba ont été orientés par les leaders communautaires et 56,34% ont consulté d'eux-mêmes. Dans la Zone de Contrôle, 8 sur 77 soit 9,41% des patients TB+ dépistés ont été orienté par les personnels de santé. Sans l'implication des leaders communautaires, le nombre des TB+ dépistés serait 80 mais avec leur implication, il y a 62 TB+ de plus qui ont été ajouté sur les 80 pour un total de 142. Comme on peut le remarquer, l'apport des leaders communautaires a augmenté sensiblement la détection.

Tableau 4. Proportion des TB+ parmi les orientés en 2017

Type de tuberculeux	*HGR Kahemba*		*CSDT Tshiweka*	
	Effectif	%	*Effectif*	%
Dépistés TB+ orientés	62	43,66	8	9,41
Dépistés TB+ non orientés	80	56,34	77	90,59
Total des cas dépistés TB+	142	100	85	100

Source: Auteurs (2026)

Le Tableau 5 compare l'efficacité de l'approche impliquant des leaders communautaires intégrée à l'HGR Kahemba à l'approche classique encore d'usage au CSDT Tshiweka. Les résultats montrent que l'HGR Kahemba a atteint un taux de détection de 90% alors qu'au CSDT Tshiweka ce taux est de 55%. Au regard de ces résultats, nous constatons que l'HGR Kahemba a atteint la norme nationale fixée par le Programme National de Lutte Contre la Tuberculose qui consiste à dépister au moins 80% des cas attendus. Par contre le CSDT Tshiweka n'a pas atteint cette norme. L'approche est efficace d'autant plus qu'elle a contribué à près de 44% dans la détection car sans cette contribution, la détection dans la zone d'intervention resterait à 56%.

Tableau 5. Comparaison de l'efficacité des approches dans la détection de la TB+

Taux de détection	*HGR Kahemba*			*CSDT Tshiweka*		
	ATT	F.O	%	ATT	F.O	%
Total des cas dépistés TB+	158	142	90	155	85	55

Source: Auteurs (2026)

Le Tableau 6 présente l'évolution de la détection dans les deux zones de 2016 à 2017. Il y a lieu de signaler qu'en 2016 les deux zones utilisaient la même approche qui est l'approche classique où seuls les agents de santé étaient impliqués dans l'orientation des patients. En 2017 par contre, la zone d'intervention qui est l'HGR a bénéficié de l'implication des leaders communautaires. Pour la zone de contrôle, le taux de dépistage en 2016 était de 28,75% et dans la zone de contrôle il était de 21,19%.

En 2017, la zone d'intervention a atteint le taux de dépistage de 90% mais dans la zone de contrôle cette détection est restée à 55%. Il faut noter que ces deux zones ont été dans un contexte particulier. Depuis plus de dix ans avec l'application de l'approche classique, aucune structure n'a atteint un taux de dépistage d'au moins 80% fixée comme norme nationale. C'est une grande performance pour la première fois depuis plus de 10 ans de voir que le CSDT HGR Kahemba ait dépisté plus de 80% et atteindre la norme suite à l'introduction de l'approche des leaders communautaires.

Tableau 6. Comparaison du taux de détection TB+ entre 2016 et 2017 dans les deux Zones

	HGR						*CSDT TSHIWEKA*					
	2016			2017			2016			2017		
	ATT	F.O	%	ATT	F.O	%	ATT	F.O	%	ATT	F.O	%
Total	153	44	28,8	158	142	90	151	32	21,2	155	85	55

Source: Auteurs (2026)

5.Discussion des Résultats

5.1 Discussion sur le profil des leaders communautaires

La composition des différents regroupements communautaires ayant intégré les activités de lutte contre la tuberculose, auxquels sont issus ces leaders montre que la grande majorité des différentes couches de la population sont représentées et que si l'on travaille avec tous ces leaders, il y a possibilité d'atteindre une large masse de la population. La mise en place de cette structure émane des recommandations de l'OMS qui, depuis 2012 déjà sollicitaient l'implication des ONG et des Organisations de la société civile (OSC) dans les activités de lutte contre la tuberculose, politique dénommée « ENGAGE-TB ».

Ces recommandations sont partis du constat selon lequel un tiers des cas de tuberculose estimés sont soit non diagnostiqués soit non déclarés. Ce sont souvent les populations les plus marginalisées et les plus défavorisées qui sont touchées, par exemple les pauvres, les femmes, les enfants, les migrants, les réfugiés, les mineurs et les toxicomanes. Même lorsque les cas suspects sont identifiés, la maladie est souvent diagnostiquée et traitée tardivement.

Par conséquent, elle cause davantage de dégâts, et le traitement peut être plus difficile et plus onéreux. Pour arriver jusqu'aux populations isolées et pour améliorer la détection et la déclaration des cas de tuberculose, il faut des approches nouvelles et durables qui ne s'arrêtent pas seulement au niveau des établissements de santé existants mais qui s'adressent aussi aux structures communautaires et aux ménages (OMS, 2015).

Le Fonds mondial soutient depuis des années les ripostes communautaires aux trois maladies (paludisme, VIH et tuberculose). Si, compte tenu de leur nature, le secteur formel est le mieux à même de mettre en œuvre certains éléments de la riposte au VIH et au sida, à la tuberculose et au paludisme, nous encourageons les pays à également chercher à résoudre les problèmes en partant de la base, à savoir en collaborant avec les communautés, par leur intermédiaire et en leur sein.

Le Fonds mondial incite et aide ces dernières à contribuer aux efforts de sensibilisation, au contrôle de l'efficacité des programmes en demandant des comptes aux responsables, à l'élaboration de programmes, à la prestation de services, à la gouvernance

des subventions au niveau des pays et à la gouvernance du Fonds mondial. Les communautés ne sont pas seulement des bénéficiaires de services. Elles en sont également des acteurs dont la contribution à l'amélioration de la santé est vitale. Ainsi, dès lors que les communautés participent, les programmes obtiennent un impact plus marqué. Elles élargissent la portée des services, font participer les individus aux soins de santé et permettent de vaincre le rejet social et la discrimination. (Fonds Mondial, 2017).

5.2 Discussion sur l'implication des leaders communautaires

Le deuxième tableau de notre étude évalue l'impact de l'implication des leaders communautaires dans l'orientation des présumés tuberculeux (tousseurs). Les résultats de l'étude ont fait une comparaison interne à ceux obtenus une année avant l'introduction de cette approche dans la zone d'intervention.

Il ressort de cette étude qu'en 2016, seule l'approche classique était utilisée. Le personnel de santé était le seul à être impliqué dans l'orientation des patients vers les formations sanitaires. Et comme résultat, seuls 33 tousseurs ont été orientés vers le CDST. Par contre en 2017, lorsqu'on opta pour l'implication des leaders communautaires dans les activités de la tuberculose, ce chiffre s'est élevé à 326 patients. La comparaison dans le temps des présumés orientés au sein de la même formation sanitaire montre un accroissement significatif de 987,87 % en 2017 par rapport à 2016 dans la zone d'intervention (326 contre 33; $p < 0,05$).

Cet accroissement s'explique du fait que la communauté dans toutes ses couches a eu au moins la possibilité d'entendre parler de la tuberculose, mais surtout la possibilité permanente d'être orienté vers la structure de santé en cas de toux. Chaque leader a autour de lui une multitude des personnes. Dès qu'il lance le message, chaque membre de sa communauté s'en approprie et devient à son tour une pièce dans la chaine de diffusion de tel sorte qu'un grand nombre sera informé et va bénéficier de ces services. L'un des plus importants services de cette implication de la communauté consiste à orienter les tousseurs vers les formations sanitaires pour une détection afin que le résultat puisse déterminer la suite des choses à faire.

Les résultats obtenus corroborent avec Drabo et al. (2009) qui, dans son étude sur l'implication communautaire aux soins des tuberculeux dans 3 districts sanitaires du Burkina-Faso en 2009 avait trouvé qu'en 12 mois (janvier à décembre 2006), l'implication communautaire a contribué à accroître significativement la détection des TMP+ dans la zone d'intervention.

Ces résultats nous permettent également d'affirmer les allégations de l'OMS qui soutient que les organisations non gouvernementales (ONG) et les autres organisations de la société civile (OSC) disposent souvent de moyens efficaces pour entrer en contact avec les groupes de population vulnérables et isolés. Ils nous permettent également d'affirmer que Si cette approche doit être appliquée dans toutes les structures, elle est prometteuse et porteuse d'un souffle d'espoir en faveur des patients perdus dans la nature et restés longtemps non dépistés. Elle apporte également une réponse aux inquiétudes de l'OMS (2015) qui disaient que la mise en œuvre et l'élargissement des activités communautaires de lutte contre la tuberculose restent insuffisants malgré le besoin manifeste. Mettre en place cette approche permettra d'améliorer la situation.

Les études relatives à la stratégie Halte à la tuberculose ont prouvé que la communauté joue un rôle important dans le contrôle de la tuberculose. (PNLT, 2015)

Les résultats du tableau 3 se sont attelés à comparer le taux d'orientation des patients dans deux zones de l'étude au cours de l'année 2017. D'un côté l'Hôpital Général de Référence de Kahemba(HGR), zone d'intervention, et de l'autre côté le CSDT Tshiweka zone de contrôle. Dans la zone d'intervention, 326 sur 725 soit 45 % des tousseurs ont été orientés par les leaders communautaires. Dans la zone de contrôle 98 sur 259 soit 38 % des tousseurs ont été orientés par les personnels de santé selon l'approche classique.

Logiquement, comme nous pouvons le constater, si les leaders communautaires ne s'étaient pas impliqués, l'HGR Kahemba n'aurait pu avoir que 399 présumés. L'implication des leaders communautaires est une valeur ajoutée. Cette comparaison permet de démontrer l'appropriation de cette politique par la population et que son implication permet d'accroitre le taux d'orientation avec probabilité d'accroitre la détection. Bien qu'appliquée pour la première fois, cette approche montre déjà son efficacité par rapport à l'ancienne approche qui est l'approche classique.

Parmi les indicateurs proposés par l'OMS pour évaluer l'engagement de la communauté dans la lutte contre la tuberculose, le premier consiste en la définition de l'orientation des patients et de la notification des nouveaux cas : nombre de nouveaux patients atteints de tuberculose (quelle que soit la forme de la maladie) qui ont été orientés par des agents de santé communautaires et des volontaires communautaires, exprimé en pourcentage de l'ensemble des nouveaux patients atteints de tuberculose notifiés à l'unité de gestion de base (UGB) au cours d'une période donnée.

Comme on peut le constater, les résultats de l'étude montrent clairement que 45% des patients arrivés à l'HGR Kahemba qui est la zone d'intervention ont été orienté par la communauté alors que dans la zone de contrôle avec approche classique, les agents de santé n'ont orienté que 38%.

5.3 Efficacité de l'approche communautaire versus approche classique de détection TB+

Les résultats du tableau 4 a montré la proportion des TB+ parmi les orientés dans les deux zones en 2017. Le constat fait observer que 62 sur 142 soit 43,66 % des patients TB+ dépistés à l'HGR Kahemba ont été orientés par les leaders communautaires et 56,34% ont consulté d'eux-mêmes. Dans la Zone de Contrôle où l'approche classique est encore d'usage, 8 sur 77 soit 9,41% des patients TB+ dépistés ont été orienté par les agents de santé. Comme on peut le remarquer, l'engagement de la communauté dans la recherche active et l'orientation des tousseurs dans les structures sanitaires a permis d'augmenter sensiblement la détection dans la zone d'intervention en apportant 62 tuberculeux de plus, ce qui ne serait pas possible sans cet apport car de façon classique l'HGR Kahemba n'aurait eu que 80 TB+.

Les données disponibles démontrent que lorsque les interventions sont utilisées dans des contextes à forte charge, les approches de dépistage de cas actives peuvent augmenter la détection des cas de tuberculose à court terme dans les contextes de prévalence modéré et élevé. Cependant, les données disponibles ne permettent pas de savoir si des interventions actives de détection des cas peuvent améliorer le succès du traitement et réduire l'échec, la mortalité et la défaillance du traitement antituberculeux (Noeske, 2006).

Les résultats présentés dans le tableau 5 ont comparé le taux de détection dans la zone de l'approche impliquant des leaders communautaires intégrée à l'HGR Kahemba à celui de l'approche classique encore d'usage au CSDT Tshiweka. Les résultats montrent que l'HGR Kahemba a atteint un taux de détection de 90% alors qu'au CSDT Tshiweka ce taux est de 55%. L'implication des leaders communautaires a contribué à près de 44% dans la détection. Sans cette contribution, la détection dans la zone d'intervention resterait à 56%.Au regard de ces résultats, nous constatons que l'HGR Kahemba a atteint la norme nationale fixée par le Programme National de Lutte Contre la Tuberculose qui consiste à dépister au moins 80% des cas attendus alors que le CSDT Tshiweka avec son approche classique n'a pas atteint cette norme continue de sombrer dans la sous-détection.

L'OMS (2013) note qu'après avoir régulièrement augmenté jusqu'en 2006, le nombre de cas notifiés stagne aujourd'hui, et beaucoup d'entre eux ont été signalés tardivement.

Les enquêtes de prévalence montrent également que nombre de pays supportent une forte charge cachée de cas asymptomatiques. Ces éléments montrent les limites des méthodes actuelles de détection de cas. Il reste encore beaucoup à faire pour instaurer une collaboration solide avec les organisations de la société civile, les communautés et les malades de la tuberculose afin de stimuler la demande en soins antituberculeux et de les rendre disponibles pour tous ceux qui en ont besoin.

Vangvichit (2014) note lors des Journées Franco Lao de Pneumologie que la stagnation de la détection en 2013 au Lao était liée à la faible implication des autorités locales, comités de santé et des communautés dans la détection. D'où impliquer les chefs de villages, les membres des comités de santé et les villageois et des partenaires communautaires est une solution pour augmenter le dépistage.

Dans le tableau 6, il était question de comparer l'évolution de la détection dans les deux zones de 2016 à 2017. Il y a lieu de signaler qu'en 2016 les deux zones utilisaient la même approche qui est l'approche classique où seuls les agents de santé étaient impliqués dans l'orientation des patients. En 2017 par contre, l'HGR a intégré pour la première fois l'approche de l'implication des leaders communautaires. Pour l'HGR Kahemba, le taux de détection en 2016 était de 28,75% et au CSDT Tshiweka il était de 21,19%. En 2017, la zone d'intervention (HGR Kahemba) a atteint le taux de détection de 90% mais dans la zone de contrôle (CSDT Tshiweka) cette détection est restée à 54,83. Il faut noter que ces deux zones ont été dans un contexte particulier. Depuis plus de dix ans avec l'application de l'approche classique, aucune structure parmi les deux n'a atteint un taux de détection minimal d'au moins 80% fixé comme norme nationale. Elles ont tous deux sombré dans une sous-détection qui, généralement tournait autour de 30 %. C'est une grande performance pour la première fois depuis plus de 10 ans de voir que l'HGR Kahemba ait dépisté plus de 80% et atteindre la norme après l'introduction de l'approche impliquant les leaders communautaires. Cette performance permet de prouver que si toutes les communautés pouvaient s'engager activement à lutter contre cette maladie en recherchant les cas perdus dans la nature et en atteignant toutes les couches de la population, surtout les plus marginalisées, la détection des cas va sensiblement augmenter et cela peut être une des voies qui mènent vers l'objectif d'éliminer la tuberculose que l'OMS prône depuis des années. Cette performance peut aussi aider les autorités politico-sanitaires à mettre sur pied une politique claire de partenariat avec la communauté en matière de lutte contre la tuberculose, ce qui peut contribuer à réduire cette maladie.

Le mesurage de la performance donne aux décideurs une occasion rêvée d'assurer l'amélioration des systèmes de santé et de rendre ceux-ci plus responsables. L'un des emplois importants du mesurage de la performance est de fournir aux praticiens cliniques un feed-back sur leurs actes et une comparaison avec ceux de leurs collègues. Les systèmes de mesurage des performances devraient être observés fréquemment pour veiller à ce qu'ils soient alignés sur d'autres mécanismes des systèmes de santé et pour déterminer les aspects pouvant être améliorés. Les expériences en cours pour étudier comment le mesurage de la performance peut être employé en combinaison avec des incitants financiers explicites pour récompenser la performance des prestataires de soins constituent un domaine prometteur pour la politique et une priorité pour la recherche future. (Smith, 2008).

Le Plan Mondial souligne que les objectifs du programme Éliminer La Tuberculose ne seront pas atteints si les efforts actuels se poursuivent sans un changement de paradigme. Parmi les huit domaines dans lesquels un changement de paradigme est nécessaire, le quatrième consiste à une approche axée sur la communauté et le patient. Le Plan Mondial exige des efforts supplémentaires et importants pour un véritable engagement et une

véritable collaboration avec les populations clés, les personnes atteintes par la tuberculose, la société civile et le secteur privé.

Le plan présente une approche pour identifier, atteindre et travailler avec les populations clés. La société civile et les organismes communautaires doivent jouer un rôle clé dans la planification et la mise à disposition des soins pour la tuberculose en menant des actions de sensibilisation ; en cherchant activement les cas ; en améliorant l'accès aux soins ; en encourageant l'adhésion ; en fournissant une aide psychosociale et en réduisant la stigmatisation ; en mettant en place des programmes de suivi ; et en facilitant l'engagement de la communauté dans la recherche et le développement. (StopTB Partnership, 2015).

6.Conclusion et recommandations de l'étude

6.1 Conclusion

Lutter contre la tuberculose est un défi et ne doit pas être considéré comme une préoccupation des professionnels de la santé seulement. Cette étude qui s'est basée sur les recommandations de l'OMS résumée par l'approche Engage-TB, a évalué l'efficacité de l'approche impliquant les leaders communautaires dans la détection de la tuberculose. Les résultats obtenus permettent d'affirmer que l'implication des leaders communautaires dans les activités de lutte contre la tuberculose permet de contrôler la tuberculose. Si elle est bien appliquée, elle améliore significativement la détection par une orientation systématique des tousseurs vers les structures de santé pour un dépistage et une prise en charge. L'une des forces de cette approche est qu'elle permet d'atteindre toutes les couches de société en moins de temps et à moindre coût. Les résultats montrent clairement qu'il y a eu amélioration du taux de détection dans la zone d'intervention comparativement à l'année avant par rapport à celle de l'intervention mais aussi comparativement à la zone contrôle (voir tableau 6).

6.2 Recommandations

Au regard des résultats obtenus dans cette recherche, il est vivement recommandé aux autorités sanitaires de niveau périphérique, notamment le Bureau Central de la Zone de Santé (BCZS) et les Centres de Santé (CS) à pouvoir disséminer l'approche communautaire dans la lutte contre la tuberculose. Pour ce faire, elles doivent encourager les associations à large assise communautaire à intégrer les messages TB+ et d'autres activités de lutte contre la tuberculose dans leurs activités quotidiennes. Enfin, encourager le parrainage des tuberculeux et la création des association d'anciens malades tuberculeux pouvant bien drainer les autres à consulter le CS.

Références Bibliographiques

Agence Congolaise de Presse, ACP (2017). La RDC parmi les pays les plus touchés par la tuberculose au monde (bulletin d'information posté le 8 Février 2017). Lire l'article « la tuberculose au monde » sur le site web de l'ACP: https://acpcongo.com/ Agence Congolaise de Presse (ACP)_fichiers/a_002.html#IQJ5HeGU2CI9FbRI.99

Agence Congolaise de Presse, ACP (2018). La lutte contre la tuberculose nécessite un engagement de toute la communauté. (Bulletin d'information posté le 24 Mars 2017). Lire le site web de l'ACP: https://acpcongo.com/acp/lutte-contre-tuberculose-necessite-engagement-de-toute-communaute/#E2iGpC5bL4bPQZg9.99

Boulahbal, F. et Chaulet, P. (2004). La tuberculose en Afrique. Épidémiologie et mesures de lutte. Med Trop 2004 (64): 224-228.

Drabo, M. ., Zerbo, R., Berthe, A., Ouedrago, L., Konfe, S., Mugisho, E., Dujardin, B. et Macq, J. (2009). Implication communautaire aux soins tuberculeux dans 3 districts sanitaires du Burkina Faso », *Santé Publique*, 2009/5 Vol. 21, p. 485-497.

Emmanuelli, J. et Grosset (2003).Tuberculose et pauvreté, Revue des Maladies respiratoires, Organe officiel de la société de Pneumologie de la Langue Française, Vol. 20, N°2 (avril 2003), pp. 169-171.

Fonds Mondial (2017). Les systèmes et réponses communautaires. Genève, Suisse.

Fonds Mondial (2017). Note d'information technique. Tuberculose, genre et droits de l'Homme. Genève, Suisse.

Fonds Mondial (2017). Note d'information technique. Tuberculose, genre et droits de l'Homme. Genève, Suisse.

St Fleur, J.M. (2006). Pour une éradication de la tuberculose, Santé publique/ Tuberculose, Le Nouvelliste (Publié le 27-03-2006).

Maher, D., van Gorkom, J.L.C., Gondrie, P.C.F.M., Raviglione, M. (1999). Contribution de la collectivité à la prise en charge de la tuberculose dans les pays à forte prévalence de tuberculose : le passé, le présent et l'avenir. Int. J. Tuberc. Lung. Dis. 3(9): 762-768.

M'boussa, J., Simonnet, F., Lefebvre, S.M.C., Card, J.S.I., Yokolo, D., N'gala, J., Yoka, A. et Kounkou, R. (1999). Organisation de la lutte antituberculeuse en milieu urbain et rural : expérience du Congo, Médecine d'Afrique Noire : 1999, 46 (8/9).

Mburu, G. et Richardson, D. (2013). Intégration de la tuberculose et du VIH à base communautaire. Guide de bonnes pratiques. International HIV/AIDS Alliance et PATH : Hove.

Ngiambukulu, O.D. (2017). La RDC parmi les pays les plus touchés par la tuberculose au monde. Bulletin d'information publié le 9 Février 2017, Forum des As, via www.congosynthese.com.

Noeske, J., Yakam, N.A. et Foe, A.J.L. (2016). Epidemiology of tuberculosis in Cameroon as mirrored in notification data, 2006-2014. Int. J. Tuberc. Lung. Dis. 20(11): 1489-1494.

OMS (2009). Tuberculose & Tabac. Genève : Organisation Mondiale de la Santé.

Partenariat Halte à la Tuberculose, (2014). Implication Significative des Communautés de Lutte contre la Tuberculose dans la Planification Nationale. Disponible sur http://www.path.org/publications/files/HIV-TB_integration_guide.pdf or http://www.aidsalliance.org/includes/Publication/GPG_TB_HIV_integration.pdf.

OMS. (2012). ENGAGE TB. Genève : Organisation Mondiale de la Santé.

OMS. (2013). Supplémentation en micronutriments chez les personnes atteintes de tuberculose évolutive. Genève: Organisation Mondiale de la Santé.

OMS. (2013). Stratégie mondiale et cibles pour la prévention de la tuberculose, les soins et la lutte après 2015. Genève : Organisation Mondiale de la Santé.

OMS. (2014). Rapport de tuberculose dans le monde. Genève: Organisation Mondiale de la Santé.

OMS. (2018a). Mobiliser les ONG et la société civile autour de la lutte antituberculeuse. Genève, Organisation Mondiale de la Santé.

OMS. (2018b). Tuberculose Aide-mémoire, Janvier 2018. Genève: Organisation Mondiale de la Santé.

PNLT (2012). Guide de plaidoyer en tuberculose et TB/VIH, juin 2012. Kinshasa: RD Congo

PNLT (2014). Rapport annuel de tuberculose. Kinshasa: RD Congo.

Smith, P.C., Mossialos, E. et Papanicolas, I. (2008). Mesure des performances pour l'amélioration des systèmes de santé : expériences, défis et perspectives. Conférence Ministérielle Européenne de l'OMS sur les systèmes de santé : systèmes de santé, santé et prospérité. Tallinn (Estonie), 23-27 Juin 2008.

StopTB Partenership. (2015). Le plan mondial pour éliminer la tuberculose. Le changement de paradigme 2016-2020. Genève, Suisse. Disponible sur: www.stoptb.org.

Vangvichit, P. (2014). Programme National de Lutte contre la Tuberculose au Laos. Journées Franco Lao de Pneumologie, 17-18 Novembre 2014.

Webographie

www.who.int/fr
www.minisante-rdc.cd
www.cairn.info
www.aidsalliance.org

Remerciements

Nous reconnaissons toutes les personnes qui nous ont apporté leurs précieuses contributions à différents niveaux de rédaction de cet article, notamment les évaluateurs anonymes, les secrétaires et membres du comité de rédaction de cette édition spéciale ainsi que son éditeur académique. Nous sommes particulièrement reconnaissants envers le Secrétaire Général Académique de l'«Institut Supérieur des Techniques Médicales - Marie Reine de la Paix de Kenge (ISTM-MRP de Kenge)», Prof. Dr. Cush Ngonzo Luwesi, par l'entremise duquel l'information de base servant à la rédaction de cette publication nous a été parvenue.

Contributions des auteurs

Cette recherche fait partie d'une étude menée dans la Zone de santé de Kahemba, dans la province du Kwango après le constat de près de 10 ans de faible taux de détection y observée. Nous remercions le Prof. Charles Mowakwele pour ses orientations scientifiques dans la conduite de cette étude. Nous remercions également le Prof. John Baelani Inipavudu pour son implication dans la rédaction de cet article. L'auteur les remercie infiniment pour leurs contributions respectives.

Conflits d'intérêts

L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêt dans le cadre de cette étude, car aucun bailleur de fonds ni enquêté n'a joué un rôle prépondérant dans l'interprétation des résultats de l'étude. La rédaction du manuscrit et la décision de le publier sont exclusivement à la charge de l'auteur.

© 2026 by the authors. Licensee CIJ-HES, CIRMA Publishing House, Libreville, Gabon. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).


U.K
Sapere aude, Carpe diem
IRGIB-AFRICA
AUM
AFRICAN UNIVERSITY OF MANAGEMENT & TECHNOLOGIES
Veni, vidi, vici innovatio
CIRMA
CENTRE INTERNATIONAL POUR LA RECHERCHE MULTIDISCIPLINAIRE APPLIQUEE