

# **European Scientific Journal, *ESJ***

*June 2023*

**European Scientific Institute, ESI**

*The content is peer reviewed*

**ESJ Natural/Life/Medical Sciences**

*June 2023 edition vol. 19, No. 18*

The content of this journal do not necessarily reflect the opinion or position of the European Scientific Institute. Neither the European Scientific Institute nor any person acting on its behalf is responsible for the use of the information contained in this publication.

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

---

## ***Generativity is a Core Value of the ESJ: A Decade of Growth***

Erik Erikson (1902-1994) was one of the great psychologists of the 20th century<sup>1</sup>. He explored the nature of personal human identity. Originally named Erik Homberger after his adoptive father, Dr. Theodore Homberger, he re-imagined his identity and re-named himself Erik Erikson (literally Erik son of Erik). Ironically, he rejected his adoptive father's wish to become a physician, never obtained a college degree, pursued independent studies under Anna Freud, and then taught at Harvard Medical School after emigrating from Germany to the United States. Erickson visualized human psychosocial development as eight successive life-cycle challenges. Each challenge was framed as a struggle between two outcomes, one desirable and one undesirable. The first two early development challenges were 'trust' versus 'mistrust' followed by 'autonomy' versus 'shame.' Importantly, he held that we face the challenge of **generativity** versus **stagnation in middle life**. This challenge concerns the desire to give back to society and leave a mark on the world. It is about the transition from acquiring and accumulating to providing and mentoring.

Founded in 2010, the European Scientific Journal is just reaching young adulthood. Nonetheless, **generativity** is one of our core values. As a Journal, we reject stagnation and continue to evolve to meet the needs of our contributors, our reviewers, and the academic community. We seek to innovate to meet the challenges of open-access academic publishing. For us,

---

<sup>1</sup> Hopkins, J. R. (1995). Erik Homburger Erikson (1902–1994). *American Psychologist*, 50(9), 796-797. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.796>

generativity has a special meaning. We acknowledge an obligation to give back to the academic community, which has supported us over the past decade and made our initial growth possible. As part of our commitment to generativity, we are re-doubling our efforts in several key areas. First, we are committed to keeping our article processing fees as low as possible to make the ESJ affordable to scholars from all countries. Second, we remain committed to fair and agile peer review and are making further changes to shorten the time between submission and publication of worthy contributions. Third, we are looking actively at ways to eliminate the article processing charges for scholars coming from low GDP countries through a system of subsidies. Fourth, we are examining ways to create and strengthen partnerships with various academic institutions that will mutually benefit those institutions and the ESJ. Finally, through our commitment to publishing excellence, we reaffirm our membership in an open-access academic publishing community that actively contributes to the vitality of scholarship worldwide.

*Sincerely,*

***Daniel B. Hier, MD***

*European Scientific Journal (ESJ) Natural/Life/Medical Sciences*

*Editor in Chief*

---

# International Editorial Board

**Jose Noronha Rodrigues,**  
University of the Azores, Portugal

**Nino Kemertelidze,**  
Grigol Robakidze University, Georgia

**Jacques de Vos Malan,**  
University of Melbourne, Australia

**Franz-Rudolf Herber,**  
University of Saarland, Germany

**Annalisa Zanola,**  
University of Brescia, Italy

**Robert Szucs,**  
Szolnok University College, Hungary

**Dragica Vujadinovic,**  
University of Belgrade, Serbia

**Pawel Rozga,**  
Technical University of Lodz, Poland

**Mahmoud Sabri Al-Asal,**  
Jadara University, Irbid-Jordan

**Rashmirekha Sahoo,**  
Melaka-Manipal Medical College, Malaysia

**Georgios Vousinas,**  
University of Athens, Greece

**Asif Jamil,**  
Gomal University DIKhan, KPK, Pakistan

**Faranak Seyyedi,**  
Azad University of Arak, Iran

**Abe N'Doumy Noel,**  
International University of Social Sciences Hampate-Ba (IUSS-HB) Abidjan RCI, Ivory  
Coast

**Majid Said Al Busafi,**  
Sultan Qaboos University- Sultanate of Oman

**Dejan Marolov,**  
European Scientific Institute, ESI

**Noor Alam,**  
Universiti Sains Malaysia, Malaysia

**Rashad A. Al-Jawfi,**  
Ibb University, Yemen

**Muntean Edward Ioan,**  
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine (USAMV) Cluj-Napoca,  
Romania

**Hans W. Giessen,**  
Saarland University, Saarbrucken, Germany

**Frank Bezzina,**  
University of Malta, Malta

**Monika Bolek,**  
University of Lodz, Poland

**Robert N. Diotalevi,**  
Florida Gulf Coast University, USA

**Daiva Jureviciene,**  
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

**Anita Lidaka,**  
Liepaja University, Latvia

**Rania Zayed,**  
Cairo University, Egypt

**Louis Valentin Mballa,**  
Autonomous University of San Luis Potosi, Mexico

**Lydia Ferrara,**  
University of Naples, Italy

**Byron A Brown,**  
Botswana Accountancy College, Botswana

**Grazia Angeloni,**  
University “G. d’Annunzio” in Chieti, Italy

**Chandrasekhar Putcha,**  
California State University, Fullerton, CA, USA

**Cinaria Tarik Albadri,**  
Trinity College Dublin University, Ireland

**Mahammad A. Nurmamedov,**  
State Pedagogical University, Azerbaijan

**Henryk J. Barton,**  
Jagiellonian University, Poland

**Assem El-Shazly,**  
Zagazig University, Egypt

**Saltanat Meiramova,**  
S.Seifullin AgroTechnical University, Kazakhstan

**Rajasekhar Kali Venkata,**  
University of Hyderabad, India

**Ruzica Loncaric,**  
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

**Stefan Vladutescu,**  
University of Craiova, Romania

**Anna Zelenkova,**  
Matej Bel University, Slovakia

**Billy Adamsen,**  
University of Southern Denmark, Denmark

**Marinella Lorinzi,**  
University of Cagliari, Italy

**Giuseppe Cataldi,**  
University of Naples “L’Orientale”, Italy

**N. K. Rathee,**  
Delaware State University, USA

**Michael Ba Banutu-Gomez,**  
Rowan University, USA

**Adil Jamil,**  
Amman University, Jordan

**Habib Kazzi,**  
Lebanese University, Lebanon

**Valentina Manoiu,**  
University of Bucharest, Romania

**Henry J. Grubb,**  
University of Dubuque, USA

**Daniela Brevenikova,**  
University of Economics, Slovakia

**Genute Gedviliene,**  
Vytautas Magnus University, Lithuania

**Vasilika Kume,**  
University of Tirana, Albania

**Mohammed Kerbouche,**  
University of Mascara, Algeria

**Adriana Gherbon,**  
University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania

**Pablo Alejandro Olavegogeochea,**  
National University of Comahue, Argentina

**Raul Rocha Romero,**  
Autonomous National University of Mexico, Mexico

**Driss Bouyahya,**  
University Moulay Ismail, Morocco

**William P. Fox,**  
Naval Postgraduate School, USA

**Rania Mohamed Hassan,**  
University of Montreal, Canada

**Tirso Javier Hernandez Gracia,**  
Autonomous University of Hidalgo State, Mexico

**Tilahun Achaw Messaria,**  
Addis Ababa University, Ethiopia

**George Chiladze,**  
University of Georgia, Georgia

**Elisa Rancati,**  
University of Milano-Bicocca, Italy

**Alessandro Merendino,**  
University of Ferrara, Italy

**David L. la Red Martinez,**  
Northeastern National University, Argentina

**Anastassios Gentzoglani,**  
University of Sherbrooke, Canada

**Awoniyi Samuel Adebayo,**  
Solusi University, Zimbabwe

**Milan Radosevic,**  
Faculty Of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

**Berenyi Laszlo,**  
University of Miskolc, Hungary

**Hisham S Ibrahim Al-Shaikhli,**  
Auckland University of Technology, New Zeland

**Omar Arturo Dominguez Ramirez,**  
Hidalgo State University, Mexico

**Bupinder Zutshi,**  
Jawaharlal Nehru University, India

**Pavel Krpalek,**  
University of Economics in Prague, Czech Republic

**Mondira Dutta,**  
Jawaharlal Nehru University, India

**Evelio Velis,**  
Barry University, USA

**Mahbubul Haque,**  
Daffodil International University, Bangladesh

**Diego Enrique Baez Zarabanda,**  
Autonomous University of Bucaramanga, Colombia



**Juan Antonio Lopez Nunez,**  
University of Granada, Spain

**Nouh Ibrahim Saleh Alguzo,**  
Imam Muhammad Ibn Saud Islamic University, Saudi Arabia

**Ashgar Ali Ali Mohamed,**  
International Islamic University, Malaysia

**A. Zahoor Khan,**  
International Islamic University Islamabad, Pakistan

**Valentina Manoiu,**  
University of Bucharest, Romania

**Andrzej Palinski,**  
AGH University of Science and Technology, Poland

**Jose Carlos Teixeira,**  
University of British Columbia Okanagan, Canada

**Enkeleint - Aggelos Mechili,**  
National and Kapodistrian University of Athens, Greece

**Anita Auzina,**  
Latvia University of Agriculture, Latvia

**Martin Gomez-Ullate,**  
University of Extremadura, Spain

**Nicholas Samaras,**  
Technological Educational Institute of Larissa, Greece

**Emrah Cengiz,**  
Istanbul University, Turkey

**Francisco Raso Sanchez,**  
University of Granada, Spain

**Simone T. Hashiguti,**  
Federal University of Uberlandia, Brazil

**Tayeb Boutbouqalt,**  
University, Abdelmalek Essaadi, Morocco

**Maurizio Di Paolo Emilio,**  
University of L'Aquila, Italy

**Ismail Ipek,**  
Istanbul Aydin University, Turkey

**Olena Kovalchuk,**  
National Technical University of Ukraine, Ukraine

**Oscar Garcia Gaitero,**  
University of La Rioja, Spain

**Alfonso Conde,**  
University of Granada, Spain

**Jose Antonio Pineda-Alfonso,**  
University of Sevilla, Spain

**Jingshun Zhang,**  
Florida Gulf Coast University, USA

**Rodrigue V. Cao Diogo,**  
University of Parakou, Benin

**Olena Ivanova,**  
Kharkiv National University, Ukraine

**Marco Mele,**  
Unint University, Italy

**Okyay Ucan,**  
Omer Halisdemir University, Turkey

**Arun N. Ghosh,**  
West Texas A&M University, USA

**Matti Raudjarv,**  
University of Tartu, Estonia

**Cosimo Magazzino,**  
Roma Tre University, Italy

**Susana Sousa Machado,**  
Polytechnic Institute of Porto, Portugal

**Jelena Zascerinska,**  
University of Latvia, Latvia

**Umman Tugba Simsek Gursoy,**  
Istanbul University, Turkey

**Zoltan Veres,**  
University of Pannonia, Hungary

**Vera Komarova,**  
Daugavpils University, Latvia

**Salloom A. Al-Juboori,**  
Muta'h University, Jordan

**Stephane Zingue,**  
University of Maroua, Cameroon

**Pierluigi Passaro,**  
University of Bari Aldo Moro, Italy

**Georges Kpazai,**  
Laurentian University, Canada

**Claus W. Turtur,**  
University of Applied Sciences Ostfalia, Germany

**Natalia Sizochenko,**  
Dartmouth College, USA

**Michele Russo,**  
University of Catanzaro, Italy

**Nikolett Deutsch,**  
Corvinus University of Budapest, Hungary

**Andrea Baranovska,**  
University of st. Cyrill and Methodius Trnava, Slovakia

**Brian Sloboda,**  
University of Maryland, USA

**Murtaz Kvirкваia,**  
Grigol Robakidze University, Georgia

**Yassen Al Foteih,**  
Canadian University Dubai, UAE

**Marisa Cecilia Tumino,**  
Adventista del Plata University, Argentina

**Luca Scaini,**  
Al Akhawayn University, Morocco

**Aelita Skarbaliene,**  
Klaipeda University, Lithuania

**Oxana Bayer,**  
Dnipropetrovsk Oles Honchar University, Ukraine

**Onyeka Uche Ofili,**  
International School of Management, France

**Aurela Saliaj,**  
University of Vlora, Albania

**Maria Garbelli,**  
Milano Bicocca University, Italy

**Josephus van der Maesen,**  
Wageningen University, Netherlands

**Claudia M. Dellafiore,**  
National University of Rio Cuarto, Argentina

**Francisco Gonzalez Garcia,**  
University of Granada, Spain

**Mahgoub El-Tigani Mahmoud,**  
Tennessee State University, USA

**Miriam Agreda Montoro,**  
University of La Rioja, Spain

**Daniel Federico Morla,**  
National University of Rio Cuarto, Argentina

**Valeria Autran,**  
National University of Rio Cuarto, Argentina

**Muhammad Hasmi Abu Hassan Asaari,**  
Universiti Sains, Malaysia

**Angelo Viglianisi Ferraro,**  
Mediterranean University of Reggio Calabria, Italy

**Roberto Di Maria,**  
University of Palermo, Italy

**Delia Magherescu,**  
State University of Moldova, Moldova

**Paul Waithaka Mahinge,**  
Kenyatta University, Kenya

**Aicha El Alaoui,**  
Sultan My Slimane University, Morocco

**Marija Brajčić,**  
University of Split, Croatia

**Monica Monea,**  
University of Medicine and Pharmacy of Tirgu Mures, Romania

**Belen Martinez-Ferrer,**  
Univeristy Pablo Olavide, Spain

**Rachid Zammar,**  
University Mohammed 5, Morocco

**Fatma Koc,**  
Gazi University, Turkey

**Calina Nicoleta,**  
University of Craiova, Romania

**Shadaan Abid,**  
UT Southwestern Medical Center, USA

**Sadik Madani Alaoui,**  
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

**Patrizia Gazzola,**  
University of Insubria, Italy

**Krisztina Szegedi,**  
University of Miskolc, Hungary

**Liliana Esther Mayoral,**  
National University of Cuyo, Argentina

**Amarjit Singh,**  
Kurukshetra University, India

**Oscar Casanova Lopez,**  
University of Zaragoza, Spain

**Emina Jerkovic,**  
University of Josip Juraj Strossmayer, Croatia

**Carlos M. Azcoitia,**  
National Louis University, USA

**Rokia Sanogo,**  
University USTTB, Mali

**Bertrand Lemennicier,**  
University of Paris Sorbonne, France

**Lahcen Benaabidate,**  
University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco

**Janaka Jayawickrama,**  
University of York, United Kingdom

**Kiluba L. Nkulu,**  
University of Kentucky, USA

**Oscar Armando Esparza Del Villar,**  
University of Juarez City, Mexico

**George C. Katsadoros,**  
University of the Aegean, Greece

**Elena Gavrilova,**  
Plekhanov University of Economics, Russia

**Eyal Lewin,**  
Ariel University, Israel

**Szczepan Figiel,**  
University of Warmia, Poland

**Don Martin,**  
Youngstown State University, USA

**John B. Strait,**  
Sam Houston State University, USA

**Nirmal Kumar Betchoo,**  
University of Mascareignes, Mauritius

**Camilla Buzzacchi,**  
University Milano Bicocca, Italy

**EL Kandoussi Mohamed,**  
Moulay Ismai University, Morocco

**Susana Borrás Pentinat,**  
Rovira i Virgili University, Spain

**Jelena Kasap,**  
Josip J. Strossmayer University, Croatia

**Massimo Mariani,**  
Libera Università Mediterranea, Italy

**Rachid Sani,**  
University of Niamey, Niger

**Luis Aliaga,**  
University of Granada, Spain

**Robert McGee,**  
Fayetteville State University, USA

**Angel Urbina-Garcia,**  
University of Hull, United Kingdom

**Sivanadane Mandjiny,**  
University of N. Carolina at Pembroke, USA

**Marko Andonov,**  
American College, Republic of Macedonia

**Ayub Nabi Khan,**  
BGMEA University of Fashion & Technology, Bangladesh

**Leyla Yilmaz Findik,**  
Hacettepe University, Turkey

**Vlad Monescu,**  
Transilvania University of Brasov, Romania

**Stefano Amelio,**  
University of Unsubria, Italy

**Enida Pulaj,**  
University of Vlora, Albania

**Christian Cave,**  
University of Paris XI, France

**Julius Gathogo,**  
University of South Africa, South Africa

**Claudia Pisoschi,**  
University of Craiova, Romania

**Arianna Di Vittorio,**  
University of Bari “Aldo Moro”, Italy

**Joseph Ntale,**  
Catholic University of Eastern Africa, Kenya

**Kate Litondo,**  
University of Nairobi, Kenya

**Maurice Gning,**  
Gaston Berger University, Senegal

**Katarina Marosevic,**  
J.J. Strossmayer University, Croatia

**Sherin Y. Elmahdy,**  
Florida A&M University, USA

**Syed Shadab,**  
Jazan University, Saudi Arabia

**Koffi Yao Blaise,**  
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

**Mario Adelfo Batista Zaldivar,**  
Technical University of Manabi, Ecuador

**Kalidou Seydou,**  
Gaston Berger University, Senegal

**Patrick Chanda,**  
The University of Zambia, Zambia

**Meryem Ait Ouali,**  
University IBN Tofail, Morocco

**Laid Benderradji,**  
Mohamed Boudiaf University of Msila, Algeria

**Amine Daoudi,**  
University Moulay Ismail, Morocco

**Oruam Cadex Marichal Guevara,**  
University Maximo Gomes Baez, Cuba



**Vanya Katarska,**  
National Military University, Bulgaria

**Carmen Maria Zavala Arnal,**  
University of Zaragoza, Spain

**Francisco Gavi Reyes,**  
Postgraduate College, Mexico

**Iane Franceschet de Sousa,**  
Federal University S. Catarina, Brazil

**Patricia Randrianavony,**  
University of Antananarivo, Madagascar

**Roque V. Mendez,**  
Texas State University, USA

**Kesbi Abdelaziz,**  
University Hassan II Mohammedia, Morocco

**Whei-Mei Jean Shih,**  
Chang Gung University of Science and Technology, Taiwan

**Ilknur Bayram,**  
Ankara University, Turkey

**Elenica Pjero,**  
University Ismail Qemali, Albania

**Gokhan Ozer,**  
Fatih Sultan Mehmet Vakif University, Turkey

**Veronica Flores Sanchez,**  
Technological University of Veracruz, Mexico

**Camille Habib,**  
Lebanese University, Lebanon

**Larisa Topka,**  
Irkutsk State University, Russia

**Paul M. Lipowski,**  
Creighton University, USA

**Marie Line Karam,**  
Lebanese University, Lebanon

**Sergio Scicchitano,**  
Research Center on Labour Economics (INAPP), Italy

**Mohamed Berradi,**  
Ibn Tofail University, Morocco

**Visnja Lachner,**  
Josip J. Strossmayer University, Croatia

**Sangne Yao Charles,**  
University Jean Lorougnon Guede, Ivory Coast

**Omar Boubker,**  
University Ibn Zohr, Morocco

**Kouame Atta,**  
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

**Patience Mpanzu,**  
University of Kinshasa, Congo

**Devang Upadhyay,**  
University of North Carolina at Pembroke, USA

**Nyamador Wolali Seth,**  
University of Lome, Togo

**Akmele Meless Simeon,**  
Ouattara University, Ivory Coast

**Mohamed Sadiki,**  
IBN Tofail University, Morocco

**Paula E. Faulkner,**  
North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

**Gamal Elgezeery,**  
Suez University, Egypt

**Manuel Gonzalez Perez,**  
Universidad Popular Autonoma del Estado de Puebla, Mexico

**Denis Pompidou Folefack,**  
Centre Africain de Recherche sur Bananiers et Plantains (CARBAP), Cameroon

**Seka Yapi Arsene Thierry,**  
Ecole Normale Supérieure Abidjan (ENS Ivory Coast)

**Dastagiri MB,**  
ICAR-National Academy of Agricultural Research Management, India

**Alla Manga,**  
University Cheikh Anta Diop, Senegal

**Lalla Aicha Lrhorfi,**  
University Ibn Tofail, Morocco

**Ruth Adunola Aderanti,**  
Babcock University, Nigeria

**Katica Kulavkova,**  
University of "Ss. Cyril and Methodius", Republic of Macedonia

**Aka Koffi Sosthene,**  
Research Center for Oceanology, Ivory Coast

**Forchap Ngang Justine,**  
University Institute of Science and Technology of Central Africa, Cameroon

**Toure Krouele,**  
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Ivory Coast

**Sophia Barinova,**  
University of Haifa, Israel

**Leonidas Antonio Cerda Romero,**  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

**T.M.S.P.K. Thennakoon,**  
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

**Aderewa Amontcha,**  
Université d'Abomey-Calavi, Benin

**Khadija Kaid Rassou,**  
Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Morocco

**Rene Mesias Villacres Borja,**  
Universidad Estatal De Bolívar, Ecuador

**Aaron Victor Reyes Rodriguez,**  
Autonomous University of Hidalgo State, Mexico

**Qamil Dika,**  
Tirana Medical University, Albania

**Kouame Konan,**  
Peleforo Gon Coulibaly University of Korhogo, Ivory Coast

**Hariti Hakim,**  
University Alger 3, Algeria

**Emel Ceyhun Sabir,**  
University of Cukurova, Turkey

**Salomon Barrezueta Unda,**  
Universidad Tecnica de Machala, Ecuador

**Belkis Zervent Unal,**  
Cukurova University, Turkey

**Elena Krupa,**  
Kazakh Agency of Applied Ecology, Kazakhstan

**Carlos Angel Mendez Peon,**  
Universidad de Sonora, Mexico

**Antonio Solis Lima,**  
Apizaco Institute Technological, Mexico

**Roxana Matefi,**  
Transilvania University of Brasov, Romania

**Bouharati Saddek,**  
UFAS Setif1 University, Algeria

**Toleba Seidou Mamam,**  
Universite d'Abomey-Calavi (UAC), Benin

**Serigne Modou Sarr,**  
Universite Alioune DIOP de Bambey, Senegal

**Nina Stankous,**  
National University, USA

**Lovergine Saverio,**  
Tor Vergata University of Rome, Italy

**Fekadu Yehuwalashet Maru,**  
Jigjiga University, Ethiopia

**Karima Laamiri,**  
University of Moulay Ismail, Morocco

**Elena Hunt,**  
Laurentian University, Canada

**Sharad K. Soni,**  
Jawaharlal Nehru University, India

**Lucrezia Maria de Cosmo,**  
University of Bari "Aldo Moro", Italy

**Florence Kagendo Muindi,**  
University of Nairobi, Kenya

**Maximo Rossi Malan,**  
Universidad de la Republica, Uruguay

**Haggag Mohamed Haggag,**  
South Valley University, Egypt

**Olugbamila Omotayo Ben,**  
Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

**Eveligh Cecilania Prado-Carpio,**  
Technical University of Machala, Ecuador

**Maria Clideana Cabral Maia,**  
Brazilian Company of Agricultural Research - EMBRAPA, Brazil

**Fernando Paulo Oliveira Magalhaes,**  
Polytechnic Institute of Leiria, Portugal

**Valeria Alejandra Santa,**  
Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina

**Stefan Cristian Gherghina,**  
Bucharest University of Economic Studies, Romania

**Goran Ilik,**  
"St. Kliment Ohridski" University, Republic of Macedonia

**Amir Mohammad Sohrabian,**  
International Information Technology University (IITU), Kazakhstan

**Aristide Yemmafouo,**  
University of Dschang, Cameroon

**Gabriel Anibal Monzón,**  
University of Moron, Argentina

**Robert Cobb Jr,**  
North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

**Arburim Iseni,**  
State University of Tetovo, Republic of Macedonia

**Raoufou Pierre Radji,**  
University of Lome, Togo

**Juan Carlos Rodriguez Rodriguez,**  
Universidad de Almeria, Spain

**Satoru Suzuki,**  
Panasonic Corporation, Japan

**Iulia-Cristina Muresan,**  
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Romania

**Russell Kabir,**  
Anglia Ruskin University, UK

**Nasreen Khan,**  
SZABIST, Dubai

**Luisa Morales Maure,**  
University of Panama, Panama

**Lipeng Xin,**  
Xi'an Jiaotong University, China

**Harja Maria,**  
Gheorghe Asachi Technical University of Iasi, Romania

**Adou Paul Venance,**  
University Alassane Ouattara, Cote d'Ivoire

**Nkwenka Geoffroy,**  
Ecole Supérieure des Sciences et Techniques (ESSET), Cameroon

**Benie Aloh J. M. H.,**  
Felix Houphouët-Boigny University of Abidjan, Cote d'Ivoire

**Bertin Desire Soh Fotsing,**  
University of Dschang, Cameroon

**N'guessan Tenguel Sosthene,**  
Nangui Abrogoua University, Cote d'Ivoire

**Ackoundoun-Nguessan Kouame Sharll,**  
Ecole Normale Superieure (ENS), Cote d'Ivoire

**Abdelfettah Maouni,**  
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

**Alina Stela Resceanu,**  
University of Craiova, Romania

**Alilouch Redouan,**  
University Abdelmalek Saadi, Morocco

**Gnamien Konan Bah Modeste,**  
Jean Lorougnon Guede University, Cote d'Ivoire

**Sufi Amin,**  
International Islamic University, Islambad Pakistan

**Sanja Milosevic Govedarovic,**  
University of Belgrade, Serbia

**Elham Mohammadi,**  
Curtin University, Australia

**Andrianarizaka Marc Tiana,**  
University of Antananarivo, Madagascar

**Ngakan Ketut Acwin Dwijendra,**  
Udayana University, Indonesia

**Yue Cao,**  
Southeast University, China

**Audrey Tolouian,**  
University of Texas, USA

**Asli Cazorla Milla,**  
Federal University of Rio de Janerio, Brazil

**Valentin Marian Antohi,**  
University Dunarea de Jos of Galati, Romania

**Tabou Talahatou,**  
University of Abomey-Calavi, Benin

**N. K. B. Raju,**  
Sri Venkateswara Veterinary University, India

**Hamidreza Izadi,**  
Chabahar Maritime University, Iran

**Hanaa Ouda Khadri Ahmed Ouda,**  
Ain Shams University, Egypt

**Rachid Ismaili,**  
Hassan 1 University, Morocco

**Tamar Ghutidze,**  
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

**Emine Koca,**  
Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey

**David Perez Jorge,**  
University of La Laguna, Spain

**Irma Guga,**  
European University of Tirana, Albania

**Jesus Gerardo Martínez del Castillo,**  
University of Almeria, Spain

**Mohammed Mouradi,**  
Sultan Moulay Slimane University, Morocco

**Marco Tulio Ceron Lopez,**  
Institute of University Studies, Mexico

**Mangambu Mokoso Jean De Dieu,**  
University of Bukavu, Congo

**Hadi Sutopo,**  
Kalbis Institute, Indonesia

**Priyantha W. Mudalige,**  
University of Kelaniya, Sri Lanka

**Emmanouil N. Choustoulakis,**  
University of Peloponnese, Greece

**Yasangi Anuradha Iddagoda,**  
Chartered Institute of Personal Management, Sri Lanka

**Pinnawala Sangasumana,**  
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka



**Abdelali Kaaouachi,**  
Mohammed I University, Morocco

**Kahi Oulai Honore,**  
University of Bouake, Cote d'Ivoire

**Ma'moun Ahmad Habiballah,**  
Al Hussein Bin Talal University, Jordan

**Amaya Epelde Larranaga,**  
University of Granada, Spain

**Franca Daniele,**  
"G. d'Annunzio" University, Chieti-Pescara, Italy

**Saly Sambou,**  
Cheikh Anta Diop University, Senegal

**Daniela Di Berardino,**  
University of Chieti-Pescara, Italy

**Dorjana Klosi,**  
University of Vlore "Ismail Qemali, Albania

**Abu Hamja,**  
Aalborg University, Denmark

**Stankovska Gordana,**  
University of Tetova, Republic of Macedonia

**Kazimierz Albin Klosinski,**  
John Paul II Catholic University of Lublin, Poland

**Maria Leticia Bautista Diaz,**  
National Autonomous University, Mexico

**Bruno Augusto Sampaio Fuga,**  
North Parana University, Brazil

**Anouar Alami,**  
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

**Vincenzo Riso,**  
University of Ferrara, Italy

**Janhavi Nagwekar,**  
St. Michael's Hospital, Canada

**Jose Grillo Evangelista,**  
Egas Moniz Higher Institute of Health Science, Portugal

**Xi Chen,**  
University of Kentucky, USA

**Fateh Mebarek-Oudina,**  
Skikda University, Algeria

**Nadia Mansour,**  
University of Sousse, Tunisia

**Jestoni Dulva Maniago,**  
Majmaah University, Saudi Arabia

**Daniel B. Hier,**  
Missouri University of Science and Technology, USA

**S. Sendil Velan,**  
Dr. M.G.R. Educational and Research Institute, India

**Enriko Ceko,**  
Wisdom University, Albania

**Laura Fischer,**  
National Autonomous University of Mexico, Mexico

**Mauro Berumen,**  
Caribbean University, Mexico

**Sara I. Abdelsalam,**  
The British University in Egypt, Egypt

**Maria Carlota,**  
Autonomous University of Queretaro, Mexico

**H.A. Nishantha Hettiarachchi,**  
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

**Bhupendra Karki,**  
University of Louisville, Louisville, USA

**Evens Emmanuel,**  
University of Quisqueya, Haiti

**Iresha Madhavi Lakshman,**  
University of Colombo, Sri Lanka

**Francesco Scotognella,**  
Polytechnic University of Milan, Italy

**Kamal Niaz,**  
Cholistan University of Veterinary & Animal Sciences, Pakistan

**Rawaa Qasha,**  
University of Mosul, Iraq

**Amal Talib Al-Sa'ady,**  
Babylon University, Iraq

**Hani Nasser Abdelhamid,**  
Assiut University, Egypt

**Mihnea-Alexandru Gaman,**  
University of Medicine and Pharmacy, Romania

**Daniela-Maria Cretu,**  
Lucian Blaga University of Sibiu, Romania

**Ilenia Farina,**  
University of Naples "Parthenope, Italy

**Luisa Zanolla,**  
Azienda Ospedaliera Universitaria Verona, Italy

**Jonas Kwabla Fiadzawoo,**  
University for Development Studies (UDS), Ghana

**Adriana Burlea-Schiopoiu,**  
University of Craiova, Romania

**Alejandro Palafox-Munoz,**  
University of Quintana Roo, Mexico

**Fernando Espinoza Lopez,**  
Hofstra University, USA

**Ammar B. Altemimi,**  
University of Basrah, Iraq

**Monica Butnariu,**  
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "King Michael I, Romania

**Davide Calandra,**  
University of Turin, Italy

**Nicola Varrone,**  
University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy

**Luis Angel Medina Juarez,**  
University of Sonora, Mexico

**Francesco D. d'Ovidio,**  
University of Bari "Aldo Moro", Italy

**Sameer Algburi,**  
Al-Kitab University, Iraq

**Braione Pietro,**  
University of Milano-Bicocca, Italy

**Mounia Bendari,**  
Mohammed VI University, Morocco

**Stamatios Papadakis,**  
University of Crete, Greece

**Aleksey Khlopytskyi,**  
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

**Sung-Kun Kim,**  
Northeastern State University, USA

**Nemanja Berber,**  
University of Novi Sad, Serbia

**Krejsa Martin,**  
Technical University of Ostrava, Czech Republic

**Magdalena Vaverkova,**  
Mendel University in Brno, Czech Republic

**Jeewaka Kumara,**  
University of Peradeniya, Sri Lanka

**Antonella Giacosa,**  
University of Torino, Italy

**Paola Clara Leotta,**  
University of Catania, Italy

**Francesco G. Patania,**  
University of Catania, Italy

**Rajko Odobasa,**  
University of Osijek, Faculty of Law, Croatia

**Jesusa Villanueva-Gutierrez,**  
University of Tabuk, Tabuk, KSA

**Leonardo Jose Mataruna-Dos-Santos,**  
Canadian University of Dubai, UAE

**Usama Konbr,**  
Tanta University, Egypt

**Branislav Radeljic,**  
Necmettin Erbakan University, Turkey

**Anita Mandaric Vukusic,**  
University of Split, Croatia

**Barbara Cappuzzo,**  
University of Palermo, Italy

**Roman Jimenez Vera,**  
Juarez Autonomous University of Tabasco, Mexico

**Lucia P. Romero Mariscal,**  
University of Almeria, Spain

**Pedro Antonio Martin-Cervantes,**  
University of Almeria, Spain

**Hasan Abd Ali Khudhair,**  
Southern Technical University, Iraq

**Qanqom Amira,**  
Ibn Zohr University, Morocco

**Farid Samir Benavides Vanegas,**  
Catholic University of Colombia, Colombia

**Nedret Kuran Burcoglu,**  
Emeritus of Bogazici University, Turkey

**Julio Costa Pinto,**  
University of Santiago de Compostela, Spain

**Satish Kumar,**  
Dire Dawa University, Ethiopia

**Favio Farinella,**  
National University of Mar del Plata, Argentina

**Jorge Tenorio Fernando,**  
Paula Souza State Center for Technological Education - FATEC, Brazil

**Salwa Alinat,**  
Open University, Israel

**Hamzo Khan Tagar,**  
College Education Department Government of Sindh, Pakistan

**Rasool Bukhsh Mirjat,**  
Senior Civil Judge, Islamabad, Pakistan

**Samantha Goncalves Mancini Ramos,**  
Londrina State University, Brazil

**Mykola Nesprava,**  
Dnoproterovsk State University of Internal Affairs, Ukraine

**Awwad Othman Abdelaziz Ahmed,**  
Taif University, Kingdom of Saudi Arabia

**Manotar Tampubolon,**  
Universitas Kristen, Indonesia

**Giacomo Buoncompagni,**  
LUMSA University of Rome, Italy

**Elza Nikoleishvili,**  
University of Georgia, Georgia

**Mohammed Mahmood Mohammed,**  
University of Baghdad, Iraq

**Oudgou Mohamed,**  
University Sultan Moulay Slimane, Morocco

**Arlinda Ymeraj,**  
European University of Tirana, Albania

**Luisa Maria Arvide Cambra,**  
University of Almeria, Spain

**Charahabil Mohamed Mahamoud,**  
University Assane Seck of Ziguinchor, Senegal

**Ehsaneh Nejad Mohammad Nameghi,**  
Islamic Azad University, Iran

**Mohamed Elsayed Elnaggar,**  
The National Egyptian E-Learning University , Egypt

**Said Kammass,**  
Business & Management High School, Tangier, Morocco

**Harouna Issa Amadou,**  
Abdou Moumouni University of Niger

**Achille Magloire Ngah,**  
Yaounde University II, Cameroun

**Gnagne Agness Esoh Jean Eudes Yves,**  
Universite Nangui Abrogoua, Cote d'Ivoire

**Badoussi Marius Eric,**  
Université Nationale des sciences, Technologies,  
Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM) , Benin

**Carlos Alberto Batista Dos Santos,**  
Universidade Do Estado Da Bahia, Brazil

# Table of Contents:

**The Philosophy of Probability Values Behaviour through Fractions and Composite Probability Function for Independent Events in the Discrete Case.....1**

*Abdulaziz Jughaiman*

**Comparaison de l'Efficacité de l'Artémisinine-Pipéraquline versus l'Artémether-Luméfantine dans le Traitement du Paludisme non Compliqué à Plasmodium falciparum chez les Enfants de 6 à 59 Mois au Togo.....21**

*Yao Mawuenyégan Agbo*

*Akpédjé Samuel David Agbogan*

*Ako Aristide Bérenger Ako*

*Ayikoé Adade*

*Bakenanmè Lare*

*Kossi Yakpa*

*Tinah Atvha-Oubou*

*Nadiédjoa Kokou Douti*

**Awareness, Attitude and Utilization of Orange-Fleshed Sweet Potato (OFSP): Critical Literature Review.....36**

*Abujaja Afishata Mohammed*



**Evaluation de la Qualité de l'Eau des Milieux Lacustres Urbain et Périurbain du Moronou.....51**

*Kouadio Akissi Nathalie*

*Aboua Benié Rose Danielle*

*Yao Stanislas Silvain*

*Goore Bi Gouli*

**Some Medicinal Plants with Anti-breast Cancer Activity and the Input of Phytotherapy in the Treatment of Breast Cancer.....66**

*Afiwa Dodzi Anago*

*Julien A. Gaetan Segbo*

*Freddy Gnanon*

*Casimir D. Akpovi*

*Clement Agbangla*

**Drivers of Health Insurance Coverage in Low Income Settlements: A Case of Kibera Informal Settlement, Nairobi County, Kenya.....94**

*Emmah Wanjiku Ng'ang'a*

*Martine Oleche Odhiambo*

**Strangulated Richter's Hernia in an Indirect Inguinal Hernia.....113**

*Mounir Bouali*

*Kabira Falousse*

*Anas El Wassi*

*Abdelilah El Bakouri*

*Khalid El Hattabi*

*Fatima Zahra Bensardi*

*Abdelaziz Fadil*

**Analyse Socio-Démographique des Agriculteurs et des Pesticides Utilisés  
dans la Zone de Marnage du Lac Buyo (Côte d’Ivoire).....119**

*Alban Ake*

*Atsé Roméo Franck Amian*

*Gopéyué Maurice Yeo*

*Assoi Olivier Etchian*

*Laurent Alla Yao*

*Adou Francis Yapo*

*Mélécony Célestin Ble*

**Assainissement et Risques de Maladies dans la Commune vi du District  
de Bamako, Mali.....136**

*Aissata Ibrahima*

*Souleymane Sidi Traore*

*Amagoron Dit Mathias Dolo*

**Geological Modeling of Sandstone Formations and Petrophysical  
Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in the Termit Basin,  
Eastern Niger: Case of the Goumeri Prospect.....150**

*Laouali Ibrahim Sarki*

*Bohari Abdou Dodo*

*Vitaline Vanessa Morabo Okoletimou*

*Moussa Harouna*

**A Rare Case of Ruptured Giant Adrenal Myelolipoma Presenting with Spontaneous Intra-Abdominal Haemorrhage: A Case Report.....161**

*Awajimijan Nathaniel Mbaba*

*Khalid Mohamed Abdalla*

*Hamza Mustapha Ahmed*

*Michael Promise Ogolodom*

**Impacts Socio-économiques et Environnementaux de l'Exploitation des Ressources Ligneuses dans la Commune de Kétou au Sud-est du Bénin.....170**

*Rachad Kolawolé F. M. Ali*

**First Data of the Ichthyological Fauna in the Bandama River at the Lamto Scientific Nature Reserve (Côte d'Ivoire, West Africa).....190**

*Adou Yedehi Euphrasie*

*Blahoua Kassi Georges*

*Yeo Kolo*

*Konate Souleymane*

*Tiho Seydou*

**Determinants of Tree Growing and Cover Retention in Arid and Semi-Arid Areas of East Africa: The Case of Machakos County, Kenya.....212**

*Heeran M. Mutuku*

*Harun M. Kiruki*

**Recours aux Soins Prénatals au Mali : Une Analyse de la Qualité des Soins.....229**

*M. Moussa Anou Guindo*

*Hamidou Kone*

*Rwengé Mburano*

**Parcours d'Entrée en Vie Féconde et Recours à la Contraception Moderne chez les Femmes en Union en Afrique de l'Ouest.....262**

*Hervé Bassinga*

*Ousmane Barry*

*Sibiri Clément Ouedraogo*

**Résistance de la Tique Invasive *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* à la Nouvelle Gamme d'Acaricides Distribués en Côte d'Ivoire.....284**

*Boka Ohoukou Marcel*

*Biguezoton Abel*

*Achi Yaba Louise*

*Kande Souleymane*

*Koffi Serge Landry*

*Akoto Rita Prisca*

*Yapi Yapi Grégoire*

**Enquête sur l'Importance des Ressources Végétales pour la Population  
Riveraine du Parc National de la Langue de Barbarie (Sénégal).....305**

*Faye Babacar*

*Djihounouck Ives*

*Mbaye Mame Samba*

*Noba Kandioura*

*Diop Richard Demba*



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## The Philosophy of Probability Values Behaviour through Fractions and Composite Probability Function for Independent Events in the Discrete Case

*Abdulaziz Jughaiman*

Bachelor Degree of Science in the Field of Operations Research  
King Saud University, Saudi Arabia

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p1](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p1)

Submitted: 28 April 2023

Accepted: 22 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Jughaiman A. (2023). *The Philosophy of Probability Values Behaviour through Fractions and Composite Probability Function for Independent Events in the Discrete Case*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p1>

### Abstract

This paper focuses on dealing with probability theory, and it adopted an objectivism philosophic approach, as well as a mathematical approach. These approaches aim to study the probability values behaviour as discrete quantities in the case of discrete sample space for independent events through fractions and composite functions. This requires a discussion of the usage of probability statements, the causes behind the existence of probabilistic phenomenon, and an explanation that admits to measuring causality in probability theory through the concept of complement and fractions. The paper uses an experiment with a design that addresses the shortcoming of traditional experiments through the concept of fractions. This, in turn, reflects some aspects of the probabilistic behaviour, including some important consequences that follow through. This paper also uses the relative frequency of events and the probability axioms, which provides the sample space to include all possible events in the form of sequences and sub sequences. The paper further provides some definitions that define some elements of the fractions probabilities and the sample space, alongside some proven propositions, lemma, and corollaries that admit to calculating composite probability functions. This is in addition to a brief discussion of the continuous cases.

**Keywords:** Causality, Complement, Experiment, Sequence, Stochastic

## **Introduction**

The theory of probability precedes Pascal and Fermat. However, the important period of the development of probability theory was from 1575 to 1825 (Todhunter, 1949). This is in addition to the periods of the nineteenth and twentieth centuries (Bingham, 2000). Here, the nature of probability theory has at least two main classes of concepts (Parzen, 1960). Concerning the concept of probability theory, if it had an ambiguous side, it would be an ambiguous use rather than an ambiguous sense of the probability statement. Therefore, this results to the following question: in what sense can the probability statement be used? A clear literary meaning of the scientific phrase sometimes helps to accept it more in the scientific approach. Also, when the statement “probability” carries a determination connotation in its use, without changing the meaning of the probability statement, it will be accepted more than mere speculation. Thus, if the need to use probability requires the statement of probability, then the statement of probability is true, otherwise, the statement is not necessarily true. Sémantique addresses the change of word meaning linguistically in detail (Guiraud, 1969). To discuss the question with some logic, there are two conditions. First, if the statement is applied to the occurrence of an absolute event, where the sample space would be unspecified. Therefore, if it means a kind of knowing, then it is not necessarily a probability statement but a non-numerical probability statement. Second, if the occurrence of an event is bounded by several options, such as winning or losing, which means that the sample space is known. Subsequently, if the statement means the unknowing, then it is also not necessarily a probability statement but a numerical probability statement. Therefore, when the prophet prophesies, he does that with feeling, and he does not depend on a sample space. This means that he saw without sample space, even if that has been taken as a kind of determinism. Such intuition mostly depends on the feeling that constitutes an aspect of its experience. If the statements in the previous case are considered as probability statements and if the probability statement is considered as a kind of knowing, with some conditions, rather than unknowing, then the knowing will refer numerically to finite or infinite and countability, and the unknowing will refer to uncountability. Thus, they can be studied with the aid of probability theory itself.

This paper uses the plural form of the probability word to deal with probability as a set of probabilities. This is because a fraction or part means some, while deterministic may mean, in some possible sense, the whole or the integer. Probability does not mean deterministic and thus refers to the parts, not the whole. For example, suppose an observer, two events  $A, B$ , and the following conditions: If both events had occurred before, and if the event  $B$

only occurs when the event  $A$  does not occur, then the observer has some knowledge about the events  $A$  and  $B$  and their relations. But, if the event  $B$  had never occurred before, and the observer has known nothing about the event  $B$ , then the occurrence of event  $A$  is not always truly deterministic. Falsely, the occurrence of event  $B$  would not always be probable. Therefore, there is a fraction probability of  $B$  occurrence, which does not appear.

### Probability Statement Usage

Probability statements are frequently used in political expressions to avoid determination. Therefore, a single determinism statement could be responded to by some probabilistic statements, such as a strategy of the game. Thus, it is important to ( $s^1$ ) denote the statement: Probability of an event. When this statement is taken from the point of view of usage, some meanings such as truth meanings or psychological meanings could be derived from the need to use the statement. Originally, the probability statement is used to carry the meaning of the occurrence of an event, rather than non-occurrence. However, with the mathematical development of probability theory, the probability statement became abstract in mathematical formulas. As a result, the concept of probability has acquired the value of 0 to denote the impossible event and 1 to denote the sure event. Thus, in gambling games, each player enters with an incentive probability that favors winning, otherwise, the player would not have entered the gambling game. For example, if someone  $y$  used the statement to expect an event by  $x$  probability, then the statement means that  $y$  is likely getting  $x$ . Consequently, the probability will take a set of values in the interval  $(\frac{1}{2}, 1]$  or  $\frac{1}{2} < x \leq 1$ . On the other hand, if  $y$  uses it in the opposite case, then the statement means the doubt and the probability will take a set of values in the interval  $[0, \frac{1}{2})$  or  $0 \leq x < \frac{1}{2}$ . Nevertheless, when the word takes the meaning of possible, then its value falls at  $\frac{1}{2}$ . In either case, some observers  $y_1, y_2, \dots, y_n$  will also put their probabilities  $x_1, x_2, \dots, x_n$  to measure  $y$  expectation. Here, the probability of the probabilities statement will, in principle, stand out as statement ( $s^2$ ). The probability degree can be evaluated by who is expecting and the observers. In addition, when  $y$  by subjective probability predicts an event by  $x$ , a probability of an inconstant nature is given that does not carry a determined value. Also, truth will not be stated without a determined degree (Interval). Hence, probability needs an aspect of determination and should be a science that provides truth. In addition, if expectation gives different values of probability for one event at the same time, then there is a mental function  $f_y$  that is wrong mathematically. Also, the observers have mental functions  $f_{y_1}, f_{y_2}, \dots, f_{y_n}$  that are affected by different factors, which in turn give different values for one variable. In this case, if a



probability value is equal to  $\varphi$ , then the observers values will be in the range of zero to 1. Nonetheless, a probability value that does not exceed  $\varphi$  could be expressed by function mapping. In addition, the value of  $\varphi$  would be created as a discrete quantity.

On the other hand, the concept of probability and its interpretation are connected with epistemology by a function that investigates truth. For example, take into cognizance the mind (memory) of a blind man and the probability of knowing his friends subjectively or by their tones. On this note, if some one was writing the names after him, then the writer may write the wrong name, which may create a false statement or wrong science. Therefore, probability can be used to measure truth or certainty. This, however, may be affected by laws such as religions that reduce belief in probabilistic nature or state laws that adopt or do not adopt the probabilistic models. At the same time, if the intuition gives a deterministic statement about certain truth, and proves it theoretically with feasibility to adopt it, the general educational approach that needs a certain level with a goal that serves its need for different people has its effect to adopt or not adopt certain theory, as well as the intuition.

### Conditional and Complement As A Causality

It can not be asserted that the laws of nature are based on probabilistic model, but it would be feasible to ascertain that they are built on the basis of scarcity and competition. However, it can be said that nature is built on deterministic laws, but there are causes that lead the results of these laws to have a probabilistic nature. This poses two questions: (a) why is there a probabilistic phenomenon? (b) what probability could measure the causes? Part of the answer of these questions may evolve through this significant question: is the space able to admit all phenomena to be deterministic? When tossing a coin, the speculation is the process of tossing. Subsequently, probability is the method of calculating or evaluating (Figure 1).

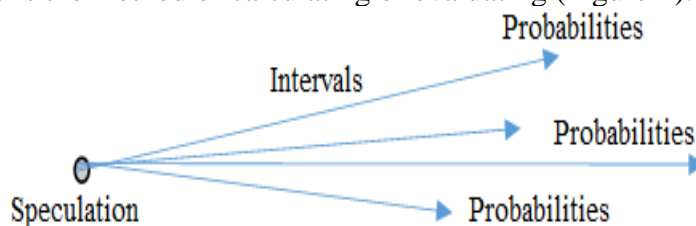


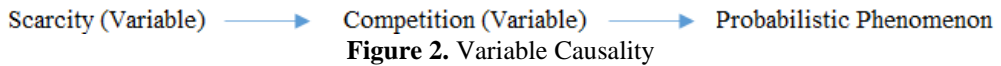
Figure 1. Causes and Results; Speculation-Time-Probability

However, when the process is done with a biased heavy weight, then the process is not speculation but a determinism process, relatively. The paradox here, that differs nature from speculation, shows that the deterministic nature can take two aspects: to determine a result with one description and one

value or to determine the result with two descriptions or more, with the same one value that was distributed over the descriptions, which in turn gives nature the probabilistic aspect. Furthermore, when supposing space, supposing time is marked with an aspect of scarcity. This means that the case can be changed from deterministic phenomenon to probabilistic phenomenon. In the case of several micro particles with large speed, some factors may carry a kind of scarceness. Bohr has shown in detail, in a number of interesting thought experiments, how the finite value of the frequently recurring constant  $\hbar$  in uncertainty relation makes the coexistence of wave and particle both possible and necessary. If the probability of finding a particle in some bounded region of space decreases as time goes on, the probability of finding it outside of this region must increase by the same amount (Merzbacher, 1970).

On the other hand, if the cause is constant, it may be considered as a constant law and the event may be dedicated from universal laws. Conversely, the event will be dedicated from initial conditions. Also, if the universal laws are considered as conditions, then they would be considered as events. These conditions take an event from space to space, such that for the conditional probability of an event  $B$ , given that an event  $A$  has occurred, the sample space reduced from  $S$  to  $A$  (Meyer, 1970). Mathematically speaking, any law that exists denotes a function with known or unknown fixed operations ( $\pm, \times, \div, \dots$ ), including domain and variability with a range. In a probabilistic nature, events may take these paths:  $Event_1$  (cause) gives an  $event_2$  (result).  $Event_1$  consists of  $event_1, event_2, \dots, event_i$ , while  $event_2$  also consists of  $event_1, event_2, \dots, event_j$ . Thus, there would be a conditional so that the event may correspond to one or some events. Here, the concept of conditional can be used and expressed in terms of sub  $\sigma$ -field of events. In some elementary case, the initial probability space  $(\Omega, \xi, P)$  is replaced by the probability space  $(\Omega, \xi, P_B)$ , where  $\Omega$  is the sure event,  $\xi$  is  $\sigma$ -field of events, and  $P_B$  is the conditional probability (Loève, 1978). Nevertheless, the condition gives a prior information or a prior event to the last event. Hence, if it synchronizes to the last event, it will be a complement and there will be an occurrence and a non-occurrence. If the phenomenon is a probabilistic phenomenon, it could be due to a set of causes, which could be fractions that may be created randomly, thus making the cause unknown. This actually poses a question: What is the phenomenon and the cause? If one tosses a true coin and is only looking for the head when the existence of the other face (tail) is not known, the phenomenon reveals that in many thousands trials, the head is gotten in half of these thousands trials. The unknown face is the cause or the causes to get the phenomenon of half, and the two halves are in competition nature. Therefore, probability is a science of competition. In probability theory, if the conditional is considered as a causality for dependent events, the concept of complement could be considered as a causality for independent events.

Conceptually, when probability measures an event's complement, it measures some causes. Also, competition has its causes, which is the scarcity (Figure 2)



**Figure 2.** Variable Causality

If the constant of the resulted value is considered as a deterministic result, the random order will break this deterministic. In the case of throwing 10 true coins by one hand at the same time, the causality will be mixed and complicated than tossing 1 coin. Nonetheless, it will always give a constant frequency.

In general, and in addition to the human boundary knowledge, there are many factors that may lead to the probabilistic phenomenon, such as political factors, moral, religion, as well as human and nature necessity.

## Methods

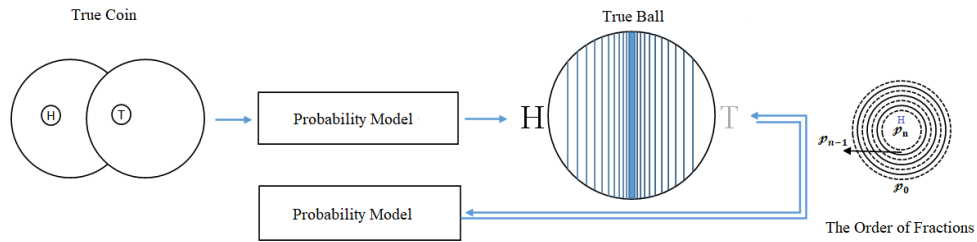
Until now, this paper has dealt with the concept of probability from a philosophical point of view. This is in addition to the linguistic and logical analysis, besides the examples. Also, since the experiment is possible, it will involve the direct method. This, in turn, needs mathematical techniques to provide mathematical results.

Experiment purpose: This experiment consists of observing the appearance of fraction heads or fraction tails probability and providing answers to the following questions: (a) What is the probability of  $p_i$ ? (b) how does the probability value behaves?

Experiment steps: This paper will use a coin after shaping it into a spherical shape (true ball), with radius of  $r$ . Thereafter, the following steps will be taken:

**Step 1:** Determining  $m$  and choosing  $n$ .

**Step 2:** Dividing curved surface area to find the fraction unit area, which will be:  $A = \left(\frac{4\pi r^2}{mn+m}\right)$ , and the area  $4\pi r^2$  by some manner will constitute the sample space. However, this does not provide explanation until the ball is divided into  $n$  order closed circles with replacement for every half separately. On every circle, the value of a probability fraction is recorded before throwing the ball. Also, the peak of each upper half of the ball is considered as success (Figure 3).



**Figure 3.**  $(p_i)$  Values will be in An Ascending Order from the Middle to the Peak for each Half

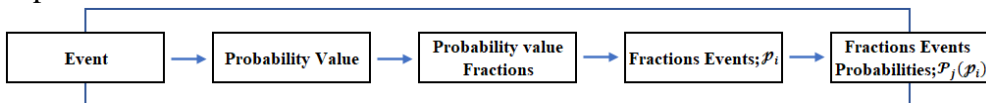
Consequently, dividing  $360^\circ$  by some numbers will not always give an integer or finite number. Therefore, one can do this experiment with dice. Also, the difference between this ball and any celestial body moving in an orbit shows that this ball is moving less freely. As a result, it is either static or moving under the influence of unnatural force. However, it would have been possible for its details to appear at each point of time  $t$  with an approximated determined angle that makes the appearance known. In addition, it should be noted that the heavier the weight, the more stable the movement, and vice versa.

**Step 3:** Finding the sample space and building the probability model to identify fractions events probabilities.

Sample description: This paper only considers the sample description of tossing a regular true coin. In addition, the zero fraction occurrence probability assumes  $(\emptyset)$ . The nil event is the event of non-occurrence, and the zero fraction of the head event  $\{H\}$  is attached to the zero fraction of the tail event  $\{T\}$ , which is one area or one fraction event. Accordingly, all events are considered independent.

## Results

Figure 4 explains the mathematical procedure and the derived expressions.



**Figure 4.** Steps that Define Fractions Events and Fractions Events Probabilities Expressions Also consider the following:

The probability of head in tossing a regular true coin one time is as follows:

The sample space is  $S = \{H, T\}$ , the probability model is  $P_H = \frac{H}{s}$ , and the probability to a head is  $P_H = \frac{H}{s} = \frac{1}{2}$ .

Definition I: The value  $f_A = \frac{m_A}{m}$  is called the relative frequency of event  $A$ , and it has the following properties;

**1** –  $0 \leq f_A \leq 1$ .

**2** –  $f_A = 0$  if  $A$  never occurs, and  $f_A = 1$  if  $A$  occurs on every repetition.

**3** – If  $A$  and  $B$  are mutually exclusive events, then  $f_{A \cup B} = f_A + f_B$  (Hines & Montgomery, 1990).

Definition II: For every event with a probability value, the fractions of its probability value are events, regardless of how small they are.

Definition III: The sample space of the experiment is the space that consists of all fractions events  $p_{i=0,1,..,n}$ .

Let  $\mathcal{D}$  be the sample description or the possible descriptive outcomes of tossing a regular true coin and  $m$  be the quantity of possible descriptive outcomes. Then,  $\mathcal{D} = (H, T) = 2 = m$ .

As a result, for throwing a true ball, there will be  $mn + m$  events for each trial. Thus, for  $n = 100$ , the number of divisions is  $\frac{mn+m}{m} = (n + 1) = 101$  circles, for every half of the ball (Table 1).

**Table 1.** Sample Space for  $m \geq 2$

$m$	$mn + m$ Circles	$\frac{mn + m}{m}$ For Every Part
2	202	101
3	303	101
⋮	⋮	⋮
10	1010	101

Let  $\mathcal{F}$  be the sample space and  $\mathcal{P}_H$  be the probability of an occurrence of the probability value fraction for head  $p_i$  in throwing a true ball once.

Thus,  $\mathcal{F} = (P(H_0), P(H_1), \dots, P(H_{100}), P(T_0), P(T_1), \dots, P(T_{100}))$ .

From probability definition, if  $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$  and

$p_1 = p_2 = \dots = p_n$ , then  $np_i = 1$  and  $p_i = \frac{1}{n}$  for  $i = 1, \dots, n$ .

Also,  $p_1 = 1 - (p_2 + \dots + p_n), p_2 = 1 - (p_1 + p_3 + \dots + p_n), \dots$  and so on. Then,  $p_1 = p_2 = \dots = p_n = 1 - [(n - 1)p_i]$ .

For  $p_i = \frac{1}{n}, p_1 = p_2 = \dots = p_n = 1 - \left[ (n - 1) \frac{1}{n} \right] = 1 - \left[ \frac{(n-1)}{n} \right] \dots$  (Eq1)

Therefore, by replacing  $(n - 1)$  by  $(n - i)$  for  $i = 0, 1, \dots, n$ , there will be a cumulative with replacement, and  $p_i$  has the following probability values:

$p_0 = 1 - (p_1 + \dots + p_n), p_1 = 1 - (p_2 + \dots + p_n), \dots, p_n = 1$ .

Or,  $p_0 = 1 - \left[ \frac{(n-0)}{n} \right], p_1 = 1 - \left[ \frac{(n-1)}{n} \right], \dots, p_n = 1 - \left[ \frac{(n-n)}{n} \right] \dots$  (Eq 2).

Hence, the following sequence  $\{p_n\} : p_0 < p_1 < \dots < p_n$  has the following limit,  $\lim_{n \rightarrow \infty} p_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 - \left[ \frac{(n-n)}{n} \right] \right) = 1$ , and it is convergent.

It is also included in each other  $\mathcal{P}_0 \subset \mathcal{P}_1 \subset \dots \subset \mathcal{P}_n$ .  
 Furthermore, let  $H = 1$  and  $T = 2$ , then  $\mathcal{P}_H(\mathcal{P}_i) = \mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i)$  and  $\mathcal{P}_T(\mathcal{P}_i) = \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i)$ .

Here are some terms of  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i)$ :

$$\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_{25} = 0.25) = 2 \left[ \frac{0.25}{202} \right] = 0.002475248.$$

$$\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_{100} = 1) = 2 \left[ \frac{1}{202} \right] = 0.00990099.$$

$$\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_0 = 0) = 2 \left[ \frac{0}{202} \right] = 0.$$

Here is the sum of each series:

$$\sum_{i=0}^{100} \mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i) = m \left[ \frac{(1-1)}{mn+m} + \frac{(1-0.99)}{mn+m} + \dots + \frac{\left(1-\left(\frac{1}{n}\right)\right)}{mn+m} + \frac{(1-0)}{mn+m} \right] = \frac{1}{2} = \frac{1}{m}.$$

$$\sum_{i=0}^{100} \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i) = m \left[ \frac{(1-1)}{mn+m} + \frac{(1-0.99)}{mn+m} + \dots + \frac{\left(1-\left(\frac{1}{n}\right)\right)}{mn+m} + \frac{(1-0)}{mn+m} \right] = \frac{1}{2} = \frac{1}{m}.$$

As a result, the sequence associated with the last two finite series is not necessarily a random sequence until it satisfies some conditions, and it could be equidistributed ( $k$  – distributed) ( $\infty$  – distributed). It also depends on a precise definition of random sequence, even if it behaves as a random. This depends on the experiment or phenomenon nature. Knuth (1998) provides more details about random sequence and its conditions.

Table 2 provides the order values of  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i)$ . In this case, one may agree that the sample space consists of 101 points. Feller (1950) further expatiates on sample space and more applications.

**Table 2.** Result of 101 H Fractions

$i$	$\frac{n-i}{n}$	$1 - \frac{n-i}{n}$	$m \left[ \frac{\left(1 - \frac{n-i}{n}\right)}{n} \right]$	$i$	$\frac{n-i}{n}$	$1 - \frac{n-i}{n}$	$m \left[ \frac{\left(1 - \frac{n-i}{n}\right)}{n} \right]$	$i$	$\frac{n-i}{n}$	$1 - \frac{n-i}{n}$	$m \left[ \frac{\left(1 - \frac{n-i}{n}\right)}{n} \right]$	$i$	$\frac{n-i}{n}$	$1 - \frac{n-i}{n}$	$m \left[ \frac{\left(1 - \frac{n-i}{n}\right)}{n} \right]$
0	1	0	0	25	0.75	0.25	0.002475248	50	0.5	0.5	0.004950495	75	0.25	0.75	0.007425243
1	0.99	0.01	9.90099E-05	26	0.74	0.26	0.002574257	51	0.49	0.51	0.005049505	76	0.24	0.76	0.007524252
2	0.98	0.02	0.00019802	27	0.73	0.27	0.002673267	52	0.48	0.52	0.005148515	77	0.23	0.77	0.007623262
3	0.97	0.03	0.00029703	28	0.72	0.28	0.002772277	53	0.47	0.53	0.005247525	78	0.22	0.78	0.007722272
4	0.96	0.04	0.00039604	29	0.71	0.29	0.002871287	54	0.46	0.54	0.005346535	79	0.21	0.79	0.007821282
5	0.95	0.05	0.00049505	30	0.7	0.3	0.002970297	55	0.45	0.55	0.005445545	80	0.2	0.8	0.007920292
6	0.94	0.06	0.000594059	31	0.69	0.31	0.003069307	56	0.44	0.56	0.005544554	81	0.19	0.81	0.008019802
7	0.93	0.07	0.000693069	32	0.68	0.32	0.003168317	57	0.43	0.57	0.005643564	82	0.18	0.82	0.008118812
8	0.92	0.08	0.000792079	33	0.67	0.33	0.003267327	58	0.42	0.58	0.005742574	83	0.17	0.83	0.008217822
9	0.91	0.09	0.000891089	34	0.66	0.34	0.003366337	59	0.41	0.59	0.005841584	84	0.16	0.84	0.008316832
10	0.9	0.1	0.000990099	35	0.65	0.35	0.003465347	60	0.4	0.6	0.005940594	85	0.15	0.85	0.008415842
11	0.89	0.11	0.001089109	36	0.64	0.36	0.003564356	61	0.39	0.61	0.006039604	86	0.14	0.86	0.008514851
12	0.88	0.12	0.001188119	37	0.63	0.37	0.003663366	62	0.38	0.62	0.006138614	87	0.13	0.87	0.008613861
13	0.87	0.13	0.001287129	38	0.62	0.38	0.003762376	63	0.37	0.63	0.006237624	88	0.12	0.88	0.008712871
14	0.86	0.14	0.001386139	39	0.61	0.39	0.003861386	64	0.36	0.64	0.006336634	89	0.11	0.89	0.008811881
15	0.85	0.15	0.001485149	40	0.6	0.4	0.003960396	65	0.35	0.65	0.006435644	90	0.1	0.9	0.008910891
16	0.84	0.16	0.001584158	41	0.59	0.41	0.004059406	66	0.34	0.66	0.006534653	91	0.09	0.91	0.009009901
17	0.83	0.17	0.001683168	42	0.58	0.42	0.004158416	67	0.33	0.67	0.006633663	92	0.08	0.92	0.009108911
18	0.82	0.18	0.001782178	43	0.57	0.43	0.004257426	68	0.32	0.68	0.006732673	93	0.07	0.93	0.009207921
19	0.81	0.19	0.001881188	44	0.56	0.44	0.004356436	69	0.31	0.69	0.006831683	94	0.06	0.94	0.009306931
20	0.8	0.2	0.001980198	45	0.55	0.45	0.004455446	70	0.3	0.7	0.006930693	95	0.05	0.95	0.009405941
21	0.79	0.21	0.002079208	46	0.54	0.46	0.004554456	71	0.29	0.71	0.007029703	96	0.04	0.96	0.009504951
22	0.78	0.22	0.002178218	47	0.53	0.47	0.004653465	72	0.28	0.72	0.007128713	97	0.03	0.97	0.009603961
23	0.77	0.23	0.002277228	48	0.52	0.48	0.004752475	73	0.27	0.73	0.007227723	98	0.02	0.98	0.009702971
24	0.76	0.24	0.002376238	49	0.51	0.49	0.004851485	74	0.26	0.74	0.007326733	99	0.01	0.99	0.009801981
												100	0	1	0.00990099
												101	$\sum_{i=0}^{100} \mathcal{P}_H(\mathcal{P}_{e_i})$		0.5000

To generalize, let  $\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i)$  for  $m \geq 2, j = 1, 2, \dots, m$ . Where  $m$  is a positive integer number,  $i$  and  $n$  is initially a positive integer number, but it could be extended to take positive real number  $R$ . However, for  $i$  to take negative value, it should be in an absolute sign.

Also,  $j > 1, \mathcal{P}_i = 1 - \left(\frac{j^n - j^i}{j^n}\right)$  and is considered as a distribution for  $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$  mass in some fractions  $n$ . This distribution thus provides a description of  $\mathcal{P}_i$  behaviour (Larson, 1973).

Therefore,  $\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i) = m \left[ \frac{1 - \left(\frac{j^n - j^i}{j^n}\right)}{mn + m} \right]$ .

$\{\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i)\}$  is the sequence of the following probability values:

$\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_0, \dots, \mathcal{P}_n), \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_0, \dots, \mathcal{P}_n), \dots, \mathcal{P}_m(\mathcal{P}_0, \dots, \mathcal{P}_n)$ .

It has the following limit,  $\lim_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} \mathcal{P}_m(\mathcal{P}_n) = \lim_{\substack{m \rightarrow \infty \\ n \rightarrow \infty}} \frac{m}{mn + m} \left[ 1 - \left(\frac{mn - mn}{mn}\right) \right] =$   
 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n+1} \left[ 1 - \left(\frac{n-n}{n}\right) \right] = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n+1}\right) - \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n-n}{n^2+n}\right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n+1} \cdot \frac{n+1}{n+1}\right) - 0 =$   
 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n+1}{(n+1)(n+1)}\right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\left(\frac{n}{n} + \frac{1}{n}\right)}{\left(\frac{n}{n} + \frac{1}{n}\right)\left(\frac{n}{n} + \frac{1}{n}\right)}\right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\left(1 + \frac{1}{n}\right)}{\left(1 + \frac{1}{n}\right)\left(1 + \frac{1}{n}\right)}\right) = 1$ , and it is convergent.

Hence,  $\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i) = [\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_0) + \mathcal{P}_1(\mathcal{P}_1) + \dots + \mathcal{P}_1(\mathcal{P}_n)] +$   
 $[\mathcal{P}_2(\mathcal{P}_0) + \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_1) + \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_n)] + \dots + [\mathcal{P}_m(\mathcal{P}_0) + \mathcal{P}_m(\mathcal{P}_1) + \dots + \mathcal{P}_m(\mathcal{P}_n)] = 1$ .

Subsequently, the domain of  $\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i)$  is the set of all real numbers in the closed interval  $[0, 1]$ , and the range of  $\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i)$  is the set of all real numbers in the closed interval  $\left[0, \frac{m}{mn+m}\right]$ , for all  $j$ , (Table 3).

**Table 3.**  $\mathcal{P}_i$  Range is the Domain of  $\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i)$  with Some Possible Intervals

$\mathcal{P}_i$		$\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i)$
Domain	Range	
$(-\infty, \infty)$ And, $n > 0$	Domain	Range
	$(0,1), (0,1), [0,1]$ or $[0,1]$	$\left(0, \frac{1}{mn+m}\right), \left(0, \frac{1}{mn+m}\right), \left[0, \frac{1}{mn+m}\right]$ or $\left[0, \frac{1}{mn+m}\right)$

As a result of dividing the ball into  $n$  order circles with replacement for every half separately, there will be unequal order divisions. Consequently, consider the following proposition:

**Proposition 1:** The greater the fraction probability value, the greater the probability of its occurrence. This denotes that the occurrence of  $\mathcal{P}_n$  implies the occurrence of  $\mathcal{P}_{n-1}, \dots, \mathcal{P}_0$ , but the occurrence of  $\mathcal{P}_{n-1}$  does not imply the occurrence of  $\mathcal{P}_n$ , and so on.

Proof: Suppose that,

$I_r := \left[0, \frac{1}{r}\right], I_{r-1} := \left[0, \frac{1}{r-1}\right], \dots, I_{r-(r-1)} := \left[0, \frac{1}{r-(r-1)}\right], r > 1$  are some intervals on the real line and  $l_1, l_2, \dots, l_k$  are the lengths of these intervals, where  $k$  and  $r$  are positive integers and  $p_0, p_1, \dots, p_n$  are some sets belonging to these intervals, respectively. Thus, if  $I_r \subset I_{r-1} \subset \dots \subset I_{r-r+1}$  and  $l_1 < l_2 < \dots < l_k$ , then  $p_0 \subset \dots \subset p_n$ . Also, if  $p_0 \in p_0, \dots, p_n \in p_n$ , then  $p_0 < p_1 < \dots < p_n$ . This proposes that if this is true for the sub sequence  $\{p_i\}$  of the sequence  $\{p_j\}$ , then it is true for the sequence  $\{p_j\}$ . To clarify the theoretical idea behind this proposition, suppose the experiment of tossing true coin in Table 4.

**Table 4.** The Probability of  $H$  is Greater than the Probability of  $T$  in the Interval  $(t_2, t_4]$

Toss	Result	Equality	Time		
1	T	$T > H$	$t_1$		
2	H	$T = H$		$t_2$	
3	H	$T < H$			$t_3$
4	H	$T < H$			$t_4$

Definition IV: The probability of probability is a composite function.

Let  $p$  and  $\mathcal{P}$  denote some functions, such that  $p: D_1 \rightarrow R_1$ , and  $\mathcal{P}: R_1 \rightarrow R_2$  respectively, then  $(\mathcal{P} \circ p)$  is a composite function. To illustrate that, let  $x = (n - i)$ ,  $p(x) = 1 - \frac{x}{n}, \mathcal{P}(x) = \frac{x}{n+1}$ , for  $x \leq n$ , and  $x, n \in R$ .

Then, the composite function is:  $\mathcal{P}(x) = \frac{1-x}{n+1} = \frac{n-x}{n(n+1)}$ .

Generally, if  $x$  is a real number and  $X$  is a discrete random variable (real valued function), the distribution function of the random variable  $X$  is:

Let  $x$  denote the number of occurrences of  $p_i$ .

$F_X = P_X(X \leq x)$ , for all  $x \in (-\infty, \infty)$  and the probability function is:

$$P_X(x_i) = F_X(x_i) - F_X(x_{i-1}).$$

$$F_X(x_i) = P_X(X \leq x_i) = \sum_{x \leq x_i} P_X(x).$$

Therefore, the probability distribution of  $X$  is the collection of pairs:

$[(x_i, P_X(x_i)), i = 1, 2, \dots]$  (Hines & Montgomery, 1990). Dudewicz (1988)

illustrates the possible graphs of the distribution function and its characteristics. On the other hand, the density function could be divided into  $m$  parts. For example, in the case of continuous random variable, if  $\mathcal{P}_1(p_0, \dots, p_n), \mathcal{P}_2(p_0, \dots, p_n), \dots, \mathcal{P}_m(p_0, \dots, p_n)$  are non-negative probability values that sum to 1, and if the interval  $(0, t]$  is divided into  $m$  parts, then the density function will be divided into  $m$  parts and  $F_1, F_2, \dots, F_m$  are some distributions. Knuth (1998) expantiates more on the techniques.



Definition V: For every fraction event, there is a probability of its occurrence denoted by  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i)$ .

Corollary I: Every probability consists of a finite or countable infinite set of probabilities and every independent event consists of fractions events  $\mathcal{p}_i = 1 - \binom{n-i}{n}$ . Here, the index of  $\mathcal{p}$  could be extended to  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_{i_1, i_2, \dots, l} \dots)$  (Borel, 1898; Khinchin, 1964).

In addition, the following proves that  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i)$  verifies the probability axioms:

Proof:

- 1- Since all values of  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i)$  are not negative, then  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i) \geq 0$ .
- 2- If  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i) = \frac{f_{\mathcal{p}_i}}{n}$ , where  $f_{\mathcal{p}_i}$  is the frequency, and  $n$  is a positive integer number such that  $f_{\mathcal{p}_i} \leq n$  and  $\frac{f_{\mathcal{p}_i}}{n} \leq 1$ , then  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i) \leq 1$ .
- 3- To prove that  $\mathcal{P}_j(\mathcal{F}) = 1$ . Suppose  $\mathcal{F} = \{H\}$  then,  $P(\mathcal{F}) = P(H) = 1$  and for  $\mathcal{P}_j(\mathcal{F})$  when  $m = 1$ , let  $\sum_{i=0}^n \mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i) = \mathcal{P}(\mathcal{F})$  and  $\sum_{i=0}^n \mathcal{P}(\mathcal{p}_i) = \frac{1}{(n+1)} \sum_{i=0}^n \mathcal{p}_i = 1$  then,  $(n+1)\mathcal{p}_{i=0, \dots, n} = (n+1) = 1 = \mathcal{P}(\mathcal{F})$  For  $\mathcal{F} = \{H\}$ , suppose tossing a coin with  $H$  on both sides once.

Also, the countable infinite property can be proved intuitively in Figure 5.

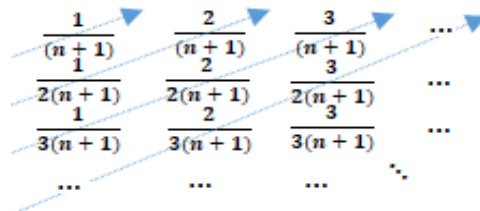


Figure 5. The Set of  $\mathcal{P}_j(\mathcal{p}_i)$  Infinite Elements

Lemma I: For every independent event  $E$ , the complement event probability  $P(\bar{E})$  is the fraction event of that event, if  $P(E) = P(\bar{E})$  and if they are homogenous.

Proof: Let  $E_1, E_2$  be the independent events and  $\mathcal{p}_i$  be the fraction event of  $P(E_1)$ . If  $P(E_1) = P(E_2)$ , then  $P(E_1) = P(\bar{E}_1)$ . Thus, the fraction of  $P(E_1)$  is  $\mathcal{p}_i = \frac{P(E_1)}{n}$  and  $\mathcal{p}_i = \frac{P(\bar{E})}{n}$ . If  $n = 1$ , then  $\mathcal{p}_i = P(\bar{E})$ .

For  $m > 2$ , note that if  $E \cap \bar{E} = \emptyset$ , then  $P(\bar{E}_1) = P(E_2) \cup \dots \cup P(E_m)$ .

Corollary II: For every fraction event  $\mathcal{P}_{j_i}$ , a complement event  $\bar{\mathcal{P}}_{j_i}$  is  $\bar{\mathcal{P}}_{j_i} = \mathcal{P}_{j_n} - \mathcal{P}_{j_i} + \mathcal{P}_{l_{i=1,\dots,n}, \dots, m_{i=1,\dots,n}}, l \neq j$ , if  $\mathcal{P}_{j_i}$  satisfies the proposition I. Also, every fraction event  $\mathcal{P}_i$  is a fraction of a fraction event  $\mathcal{P}_{i+1}$ , if  $\mathcal{P}_i < 1$ . Proof: Eqs 2.

Intuitively, set involves different elements with common features or certain source, and every set is constructed by  $\phi$ , besides some axioms. This means that for some sets  $A$  and  $B$  with only one element  $a \in A$ ,  $b \in B$  and without any common elements ( $a \neq b$ ). Also, if ( $a = a$  or  $a = \emptyset$ ) and ( $b = b$  or  $b = \emptyset$ ), then  $A \cap B = \emptyset$ . At the same time, if ( $a \neq a$  and  $a \neq \emptyset$ ) or ( $b \neq b$  and  $b \neq \emptyset$ ), then one of the two sets does not exist. Therefore, for every set to exist, it should consist of at least  $\emptyset$ . Thus, there exists an empty set with  $\emptyset$  of some features (or description) and without any element. From the set theory, a power of set could be  $2^N$  and if a sample space is a set of events, then there are  $2^N$  subsets, where  $N$  is a finite size for a sample description space (Parzen, 1960). In the present case where  $m = 2$ , and for throwing the ball twice, there will be  $2^{m^2 n^2}$  subsets after excluding  $\mathcal{P}_1 \mathcal{P}_0$  and  $\mathcal{P}_2 \mathcal{P}_0$ , which is represented by  $\phi$  in  $\mathfrak{F}_{\mathfrak{F}}$ .

Subsequently,  $((P(H_0), P(T_0)): \mathcal{P}_{H_0}, \mathcal{P}_{T_0}: \emptyset)$ .

$$((\mathcal{P}_{H_1}, \mathcal{P}_{T_1}), \dots, (\mathcal{P}_{H_{100}}, \mathcal{P}_{T_{100}}), (\mathcal{P}_{T_1}, \mathcal{P}_{H_1}), \dots, (\mathcal{P}_{T_{100}}, \mathcal{P}_{H_{100}}),$$

$$(\mathcal{P}_{H_1}, \mathcal{P}_{H_1}, \dots, (\mathcal{P}_{H_{100}}, \mathcal{P}_{H_{100}}), (\mathcal{P}_{T_1}, \mathcal{P}_{T_1}), \dots, (\mathcal{P}_{T_{100}}, \mathcal{P}_{T_{100}})).$$

Also, if  $\mathfrak{F}_1 = (\mathcal{P}_{H_1}, \mathcal{P}_{T_1}), \mathfrak{F}_2 = (\mathcal{P}_{H_1}, \mathcal{P}_{T_2}), \mathfrak{F}_3 = (\mathcal{P}_{H_1}, \mathcal{P}_{T_3}), \dots$ , then  $\mathfrak{F}_{\mathfrak{F}} = \{\{\mathfrak{F}_1\}, \{\mathfrak{F}_2\}, \{\mathfrak{F}_3\}, \{\mathfrak{F}_4\}, \dots, \{\mathfrak{F}_1, \mathfrak{F}_2\}, \dots, \mathfrak{F}, \phi\}$

Thus, if  $\mathfrak{F}$  is the fundamental set of events, let  $A$  and  $B$  represent any two events of  $\mathfrak{B}$  ( $A \in \mathfrak{B}, B \in \mathfrak{B}$ ). Then, let  $A \cup B \in \mathfrak{B}$ , complement  $\bar{A} \in \mathfrak{B}$  and  $A \cap B \in \mathfrak{B}$ . Consequently, a non-empty collection of subsets  $\mathfrak{B}$  of a set  $\mathfrak{F}$  is a  $\sigma$ -field of subsets of  $\mathfrak{F}$ .

Definition VI: A probability measure  $P(\cdot)$  on a  $\sigma$ -field of subsets  $\mathfrak{B}$  of a set  $\mathfrak{F}$  is a real valued function having a domain that satisfies the following properties:

$$1 - \mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i) \geq 0 \text{ for all } \mathcal{P}_i \in \mathfrak{F}..$$

$$2 - \mathcal{P}_j(\mathfrak{F}) = 1..$$

3 - If  $\mathcal{P}_i, i = 1, 2, 3 \dots$  are mutually disjoint sets in  $\mathfrak{F}$  then,

$$\mathcal{P}_j(\cup_i^\infty \mathcal{P}_i) = \sum_j^m \sum_i^\infty \mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i).$$

Also, the probability space is  $(\mathfrak{F}, \mathfrak{B}, \mathcal{P}(\cdot))$  (Heol et al., 1971).

Here,  $P(\cdot)$  could be defined by different functions, which may give different values. Nonetheless, this will depend on the explanation of experiment, sample space, and the description of event (Parzen, 1960). The function behaviour could also reflect some aspects of probability values behaviour.

Corollary III: The impossible occurrence happens if the occurrence probability of all events are  $\mathcal{P}_n$  simultaneously. (Here the peak point of every event is supposed to be  $\mathcal{P}_n$ ).

Proof: If the occurrences of  $\mathcal{P}_{j=1,\dots,m}\mathcal{P}_{i,\dots,n}$  happens only when  $\mathcal{P}_{l=1,\dots,m}\mathcal{P}_{i,\dots,n}$  is not happen, then  $\mathcal{P}_{l=1,\dots,m}\mathcal{P}_{i,\dots,n} = 0$ . Thus, if  $\mathcal{P}_{j=1,\dots,m}\mathcal{P}_{i,\dots,n} = \mathcal{P}_{l=1,\dots,m}\mathcal{P}_{i,\dots,n}$  simultaneously, then  $\mathcal{P}_{j=1,\dots,m}\mathcal{P}_{i,\dots,n} = 0$ .

Therefore, there is no occurrence.

Corollary IV: The nil (equally fractions) occurrence happen if the occurrence probabilities of fractions events of all or some events are  $\mathcal{P}_0$  simultaneously.

Proof: It is analogous to the previous proof and has the same result. However, the difference here reveals that the peak point of all or some events will be zero or  $\mathcal{P}_0$  simultaneously, with a representation of  $\emptyset$ .

Corollary V: For more than one continuous function of independent event, if one of them expresses non-decreasing function at time  $t$  in the open interval  $(\frac{1}{m}, 1)$ , then the other one indicates decreasing function at time  $t$ , in the open interval  $(0, \frac{1}{m})$ .

Proof: Take  $m = 2$  and suppose that  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i) > \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i)$  and  $\frac{1}{2} < \mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i) < 1$ . From  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i) + \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i) = 1$  then  $\mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i) = 1 - \mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i)$ .

Also, from  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i) > \mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i)$  then  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i) > 1 - \mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i)$ . It is clear that every increase in  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i)$  gives a decrease in  $\mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i)$ , if  $\mathcal{P}_1(\mathcal{P}_i)$  and  $\mathcal{P}_2(\mathcal{P}_i)$  are continuous functions in the open intervals  $(\frac{1}{2}, 1)$  and  $(0, \frac{1}{2})$ , respectively. Thus, the function behaviour reflects the probability values behaviour of these two events.

The construction of  $\mathcal{P}_j(\mathcal{P}_i)$  is not restricted to the coin experiment. However, it could be constructed for any random experiment, such as Brownian motion for two independent continuous parameter random variables  $X_d(t)$  and  $X_l(t)$ , where  $\{X(t), 0 \leq t < \infty\}$  (Parzen, 1962).

## Discussion

What are the deterministic aspects that probability theory can carry? This includes the description that the probability theory provides by specific sample space, including the finite and infinite countable aspects. Furthermore, the statistical probability may carry more determination characteristics than the inductive probability.

How can the statement “probability of probability” be carried out? A probability of probability statement ( $s^2$ ) will take an analogous concept of the

mathematical statements of  $\log \log x$  or  $\sqrt{\sqrt{x}}$ , and employ the statement of  $s^2$  in same function of the statement  $s^1$ . Similarly, the statement  $s^2$  derived from statement  $s^1$  does not merely measure the statement  $s^1$ , it further provides a necessary meaning of the statement  $s^1$ . Also, it is not necessarily a mathematical necessity, but a conceptional necessity.

Why are the fractions unequal in the experiment design? It is necessary for the fractions to have an order probability value to be unequal, and this happens because every fraction had been taken with replacement. Nonetheless, the two faces are likely equal. Also, this unequal order can provide a description for the moments of  $\mathcal{P}_H(\varphi_i)$  and  $\mathcal{P}_T(\varphi_i)$  tendency to the value of  $\frac{m}{mn+m}$  (Proposition I).

Is it possible to distribute fractions events randomly on the ball? And what is the reasonable criteria to choose  $n$  divisions? It is possible and useful in some cases to distribute the fractions events with a random topology that extends in directions and curvatures. In this case, the uniformity of head or tail will be impossible. Also, the main criteria to choose  $n$  divisions is to determine the required fraction quantity that can change event occurrence prior to the last step, regardless of how small it is. At the same time, it is possible to represent a pairwise occurrence  $(\mathcal{P}_1(\varphi_i), \mathcal{P}_2(\varphi_i))$  if the upper half of the ball (instead of the peak) is considered as success. Hence, there would be occurrence and a fraction of an occurrence, which is affected by the replacement law even for a large  $m$  and a large  $n$ . This provides an explanation for the case when the peak is considered as success. As a result, an event will not appear on the peak, and it will not acquire its probability of occurrence, until more than  $\frac{1}{2m}$  of its fractions appear on the half of the ball.

#### How to explain zero fraction

Since there is no physical fraction that has zero value, the probability of zero is zero or  $\emptyset$ . However, zero occurrence means that there is no occurrence and every event does not occur, simultaneously. At the same time, when every event occurs simultaneously, the same result will be produced. However, a mixed process alongside some events with different values may result in an occurrence or fraction. Accordingly, in the case of true coin, if the coin lands on the edge, the probability will not be  $P(H) = P(T) = \frac{1}{3}$ , unless the weight is considered (Taylor & Karlin, 1998).

#### Is there a natural necessity in the experiment of tossing a true coin?

Here, both events should be considered as one event and the natural necessity, if it exists, will be a common one. At the same time, there will be missing events, and this does not satisfy the natural necessity condition (for example, the edge in the true coin experiment will be the missing one). Therefore, the fall should be less restrained, as nature tends to be distributed towards optimal

fair shape. Furthermore, it could be assumed in this experiment that the physical body fractions is represented theoretically by a probability value. In other words, the physical body exists as a probability that takes values from **0** to **1**, which are also mathematical values. Heisenberg (1930) expounds more on physical experiment, while Rényi (1970) proffers the definition of experiment.

How to explain Corollary  $V$  in reality

For instance, in the case of dice, face 1 and face 2 could be in an inverse relation with at least two faces of (3,4,5,6), in the prior step to the last step, where the intervals will be critical in determining the showed up face and how many faces are in relation. In the probability theory, the functions behavior will depend on the dimensions, rather than the number of events. Therefore, the behavior in two dimensions will be different from the behavior in the case of more than two dimensions such as in the case of random diffusion, where there would be a function of velocity. As a result of this experiment, the fractions will reflect this fact.

Mathematically, how does the result use the probability theory?

The result used the probability axioms through a composite function in several sequences for discrete sample space. The concepts of distribution, moment (implicitly), complement, impossibility, and stochastic (implicitly) are also used. Nevertheless, if the ball continues to move randomly, by throwing it once on an unlevelled surface and observing  $p_i$  on the peak of the ball at every time  $t$  until the ball stops completely, then the function will be continuous at time  $t$ . In addition, all neighborhood fractions to the peak could take different measures and have the sense of distance from the peak or the distance between two events. In some physical problems, constructing the probability space will depend on the following questions: (a) Is there a  $\sigma$ -field  $\mathfrak{B}$  that contains all intervals as members? (b) Is there a probability measure defined on  $\mathfrak{B}$  that assigns the desired probability to the interval? Here, these intervals could represent coherent quantities, regardless of how small they are (Heol et al., 1971; Feller, 1971; Tucker, 1967; Loève, 1977; Lebesgue, 1904). Li & Shao (2001) throw more light on processes such as centered Gaussian processes known as “fractional brownian motion” with advanced treatment. On the other hand, for theoretical studies of randomness regarding the infinite sequence that is  $\infty$  – distributed, the following definition can be an appropriate basis: “A  $[0,1)$  sequence is defined to be random if it is an  $\infty$  – distributed sequence” (Knuth, 1998).

Does the result repeat the concept of distribution function or the concept of the probability sum? The distribution function outlines how the values of the random variable are distributed and gives the distribution of values in cumulative form (Mood et al., 1974). However, the resulted function is a non-decreasing function, and only the  $\{p_i\}$  sub sequence behaves as a

distribution function. At the same time,  $p_i$  depends on  $n$  and not on the trials number. Also, the result does not interpret the fractions of the probability into a total probability, but rather seeks to interpret the probability as a set of fractions probabilities. Subsequently, it is not partitioning set into a subset, even if it uses partitioning techniques.

How does the result differ from the frequency theory of Von Mises? The result differs in the experiment aspect and it gives value to the probability of probabilities, which does not proceed as each event has a certain character (Popper, 2002; Mises, 1957).

## Conclusion

This paper concludes that the probability statement sense depends on the necessity to use it, and this necessity also depends on the level of knowledge. Furthermore, probability theory is connected with epistemology as an approach to investigating truth or as a science to provide truth. Thus, probability values can be expressed in different methods. As a result, this necessity may add or omit some conditions that the probability values behavior may be subject to.

In addition, the most important cause behind the existence of the probability phenomenon is the cause of scarceness. This scarceness creates conditions that probability values depend on or are independent of. Since the fractions appearance is necessary (inevitable) and the complement event is considered as a cause, it could be treated as fractions event. Hence, the probability theory can measure causes by measuring the fractions of events. One of its results shows that the greater the fraction probability value, the greater the probability of its occurrence.

Furthermore, the experiment designing should be significant in order to achieve the natural logic of the occurrence. This admits to searching for all possible outcomes. Also, the design of this experiment eliminates some inevitability in the case of the experiment of the true coin. In addition, the notion of one-to-one correspondence is employed as a natural necessity condition. This condition would not be unique for each event without the fraction element. Similarly, this experiment is able to represent a unique  $\phi$ . This is in addition to the concept of sample space extended to be  $mn + m$  outcomes.

The composite function  $\mathcal{P}_j(p_i)$ , can be expressed in terms of sequence  $\{\mathcal{P}_j(p_i)\}$  and sub sequence  $\{p_i\}$ , with probability values. In addition, the outcome of the experiment is described by a discrete sample space  $\mathfrak{X}$  with a probability function  $P(\cdot)$  of a discrete random variable and the corresponding distribution function.

At least for two events, the concept of impossibility can be explained by the Impossible value and the nil value, where events behave towards  $p_n$

inversely. At the same time, they behave towards  $p_0$  directly, depending on the number of events and their directions. Conversely, for more than one continuous function of independent events, these functions behave inversely in some open intervals. This depends on the intervals and the dimensions, rather than the events number.

Therefore, every independent event probability can be expressed in a finite or a countable infinite set of probabilities, and the composite probability function can be used as a technique to study the probability values behavior. In addition, the probability values behavior can be interpreted as a discrete quantity that consists of coherent quantities. As a result, this can reflect the dynamic part of the probability theory. This, in turn, can describe the probability values behavior as a stochastic process.

**Conflicts of Interests:** To my knowledge, there is no conflicts of interest.

### References:

1. Athreya, K. B. & Vidyashankar, A.N. (2001). Branching processes: Handbook of Statistics, Volume 19, Pages 35-53. Netherlands: Elsevier
2. Athreya, K. B. & Jagers, P. (1997). Classical and Modern Branching Processes: Papers from IMA Workshop Held at the University of Minnesota. Minneapolis, MN, June 13-17, 1994. IMA Volumes in Mathematics and Applications, 84, Springer-Verlag, New York.
3. Bartle, R. G. & Sherbert, D. R. (2011). Introduction to Real Analysis. Fourth Edition. USA: John Wiley & Sons, Inc.
4. Bingham, N. H. (2000). Studies in the History of Probability and Statistics XLVI. Measure into Probability: From Lebesgue to Kolmogorov. *Biometrika*, 87(1), 145–156. <http://www.jstor.org/stable/2673568>
5. Blanché, R. (1972). *L'épistémologie*. Paris: Presses Universitaires de France.
6. Borel, E. (1898). *Leçons sur La Théorie des Fonctions*. Paris: Gauthier-Villars
7. Bohr, N. (1958). *Atomic Physics and Human Knowledge*. New York: John Wiley and Sons.
8. Brown, H. R. (2011). Curious and Sublime: The Connection between Uncertainty and Probability in physics. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1956), 4690–4704. <http://www.jstor.org/stable/23057214>.
9. Brody, B. (Ed.) (1970). *Readings in the Philosophy of Science*. New Jersey: Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs.

10. Cantor, G. (1883). Sur Les Ensembles Infinis et Linéaires de Points. ACTA Mathematica 2 (361-371). Paris: A. Hermann.
11. Dunker, T., Li, W. V., & Linde, W. (2000). Small Ball Probabilities of Integrals of Weighted Brownian Motion: Statistics & Probability Letters, 46(3), 0167-7152. Doi:10.1016/S0167-7152(99)00098-X.
12. Dudewicz, E. J. & Mishra, S. N. (1988). Modern Mathematical Statistics. USA: John Wiley & Sons, Inc.
13. Edwards, W. F., Shiflett, R. C., & Shultz, H. S. (2008). Dependent Probability Spaces. The College Mathematics Journal, 39:3, 221-226, Doi: 10.1080/07468342.2008.11922296.
14. Feller, W. (1971). An Introduction to Probability Theory and Its Applications, Volume II. Second Edition. USA: John Wiley & Sons, Inc.
15. Feller, W. (1950). An Introduction to Probability Theory and Its Applications, Volume I. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
16. Guiraud, P. (1969). La Sémantique. Sixième Édition. France: Presses Universitaires de France.
17. Heol, P. G., Port, S. C., & Stone, C. J. (1971). Introduction to Probability Theory. USA: Houghton Mifflin Company.
18. Heisenberg, W. (1930). The Physical Principles of the Quantum Theory. Chicago: The University of Chicago Press.
19. Hines, W. W. & Montgomery, D. C. (1990). Probability and Statistics in Engineering and Management Science. Third Edition. USA: John Wiley & Sons, Inc.
20. Howson, C. (1995). Theories of Probability. The British Journal for the Philosophy of Science, 46(1), 1–32. <http://www.jstor.org/stable/68763>.
21. Keynes, J. M. (1921). A Treatise on Probability. London: Macmillan and Co., Limited.
22. Khinchin, A. Ya. (1964). Continued Fractions. Chicago: The University of Chicago Press.
23. Knuth, D. E. (1998). The Art of Computer Programming, Volume II, Third Edition. USA: Addison Wesley.
24. Larson, H. J. (1973). Introduction to the Theory of Statistics. USA: John Wiley & Sons, Inc.
25. Laplace, P. S. (1921). Essai Philosophique sur les Probabilités. Paris: Gauthier-Villars.
26. Lebesgue, H. (1904). Leçons sur L'intégration et La Recherche des Fonctions Primitives. Paris: Gauthier-Villars.
27. Li, W. V. & Shao, Q. -M. (2001). Gaussian Processes: Inequalities, Small Ball Probabilities and Applications. Handbook of Statistics, Volume 19, pages 533-597. Netherlands: Elsevier.



28. Loève, M. (1978). Probability theory, Volume II. 4th Edition. New York: Springer-Verlag.
29. Loève, M. (1977). Probability theory, Volume I. 4th Edition. New York: Springer-Verlag.
30. Marczyk, M. & Wroński, L. (2015). Completion of the Causal Completeness Problem. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 66(2), 307–326. <http://www.jstor.org/stable/24562936>.
31. Meyer, P. L. (1970). *Introductory Probability and Statistical Applications*. Second Edition. USA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
32. Merzbacher, E. (1970). *Quantum Mechanics*. Second Edition. USA: John Wiley & Sons.
33. Mises, R. V. (1957). *Probability, Statistics and Truth*. Second Revised English Edition. New York: The Macmillan Company.
34. Montgomery, D. C. (1997). *Design and Analysis of Experiments*. Fourth Edition. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
35. Mood, Alexander M., Graybill, Franklin A., & Boes, Duane C. (1974). *Introduction to the Theory of Statistics*. Third Edition. USA : McGraw-Hill, Inc.
36. Parzen, E. (1962). *Stochastic Processes*. USA: Holden-Day, Inc.
37. Popper, K. (2002). *The Logic of Scientific Discovery*. 2nd Edition. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203994627>
38. Parzen, E. (1960). *Modern Probability Theory and Its Applications*. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
39. Pruss, A. (2013). Probability, Regularity, and Cardinality. *Philosophy of Science*, 80(2), 231-240. Doi:10.1086/670299.
40. Rényi, A. (1970). *Foundations of Probability*. San Francisco: Holden-Day.
41. Roberts, F. S. (1979). *Measurement Theory*. USA: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
42. Stoll, M. (1997). *Introduction to Real Analysis*. Boston: Addison Wesley Longman Inc.
43. Taylor, H. M. & Karlin, S. (1998). *An Introduction to Stochastic Modeling*. Third Edition. USA: Academic Press.
44. Todhunter, I. (1949). *A History of the Mathematical Theory of Probability from the Time of Pascal to Laplace*. New York: Chelsea Publishing company.
45. Tucker, H. G. (1967). *A Graduate Course in Probability*. New York: Academic Press, Inc.
46. Werner, H. (1962). *Physics and Philosophy*. New York: Harper & Row, Publishers.



## **Comparaison de l'Efficacité de l'Artémisinine-Pipéraquline versus l'Artémether-Luméfantrine dans le Traitement du Paludisme non Complicé à *Plasmodium falciparum* chez les Enfants de 6 à 59 Mois au Togo**

***Yao Mawuenyégan Agbo***

***Akpédjé Samuel David Agbogan***

Faculté des sciences de la santé, Université de Lomé, Togo

***Ako Aristide Bérenger Ako***

Unité de Paludologie, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire

***Ayikoé Adade***

***Bakenanmè Lare***

***Kossi Yakpa***

***Tinah Atvha-Oubou***

Programme National de Lutte contre le Paludisme, Togo

***Nadiédjoa Kokou Doui***

Service de Pédiatrie, CHU Campus, Lomé

Faculté des sciences de la santé, Université de Lomé, Togo

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p21](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p21)

Submitted: 10 March 2023

Accepted: 21 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Agbo Y.M., David Agbogan A.S., Bérenger Ako A.A., Adade A., Lare B., Yakpa K., Atcha-Oubou T. & Doui N.K. (2023). *Comparaison de l'Efficacité de l'Artémisinine-Pipéraquline versus l'Artémether-Luméfantrine dans le Traitement du Paludisme non Complicé à Plasmodium falciparum chez les Enfants de 6 à 59 Mois au Togo*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 21. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p21>

### **Résumé**

Introduction. Dans le but de proposer des molécules alternatives dans la prise en charge du paludisme non compliqué à *Plasmodium falciparum* chez les enfants de 6 à 59 mois au Togo, le Programme National de Lutte contre le Paludisme a comparé les données des études d'efficacité clinique et thérapeutique de l'artémisinine – pipéraquline (AP), à celle de l'artémether – luméfantrine (AL). Méthodes. Le protocole standardisé de 28 jours avec correction PCR de l'OMS était utilisé pour les deux molécules. Pour les comparaisons, le test « Chi<sup>2</sup> » de Pearson et le test « t » de Student ont été

utilisés. Résultats. Avant la correction PCR, l'efficacité de l'AP (73,9%), était plus faible que celle de l'AL (85,5% à 95,4%). Après la correction PCR, l'efficacité de l'AP (98,5%) s'est révélée équivalente à celle de l'AL (97 à 100%), cependant le taux de ré-infestation sous AP (25%) était de deux à cinq fois supérieur à celui sous AL (4,6% à 11,84%). Conclusion. Le schéma de traitement des enfants avec l'AP selon les tranches d'âge, et non selon le poids corporel, et pour deux jours a entraîné une disparité dans les posologies journalières et une insuffisance des doses reçues. Par conséquent, la durée de l'effet prophylactique post-thérapeutique attendu a été réduite. L'AP pourrait représenter une alternative crédible dans le traitement du paludisme non compliqué au Togo à condition d'adopter une posologie basée sur le poids corporel et un régime de 3 jours comme recommandé par l'OMS.

---

**Mots- clefs:** Artémisinine-pipéraquine, artéméther-luméfantrine, efficacité thérapeutique, paludisme non compliqué, Togo

---

## **Comparison of the Efficacy of Artemisinin-Piperaquine versus Artemether-lumefantrine in the Treatment of Uncomplicated Plasmodium Falciparum Malaria in Children Aged 6 to 59 months in Togo**

*Yao Mawuenyégan Agbo*

*Akpédjé Samuel David Agbogan*

Faculté des sciences de la santé, Université de Lomé, Togo

*Ako Aristide Bérenger Ako*

Unité de Paludologie, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire

*Ayikoé Adade*

*Bakenanmè Lare*

*Kossi Yakpa*

*Tinah Atvha-Oubou*

Programme National de Lutte contre le Paludisme, Togo

*Nadiédjoa Kokou Douti*

Service de Pédiatrie, CHU Campus, Lomé

Faculté des sciences de la santé, Université de Lomé, Togo

---

### **Abstract**

Introduction. With the aim of proposing alternative molecules in the management of uncomplicated Plasmodium falciparum malaria in children aged 6 to 59 months in Togo, the National Malaria Control Program compared data from clinical and therapeutic efficacy studies of artemisinin – piperaquine (AP), to those of artemether – lumefantrine (AL). Methods. The WHO standardized 28-day protocol with PCR correction was used for the two molecules. For comparisons, Pearson's "Chi2" test and Student's "t" test were used. Results. Before PCR correction, the efficacy of AP (73.9%) was lower than that of AL (85.5% to 95.4%). After PCR correction, the efficacy of AP (98.5%) was found to be equivalent to that of AL (97–100%) however, the rate of re-infestation with AP(25%) was two to five times greater than that of AL (4.6% à 11.84%). Conclusion. The treatment scheme of children with AP according to age groups, and not according to body weight, and for two days led to a disparity in daily dosages and an insufficiency of received doses. Therefore, the duration of the expected post-therapeutic prophylactic effect was reduced. AP could represent a credible alternative in the treatment of uncomplicated malaria in Togo provided that a dosage based on body weight and a 3-day regimen as recommended by the WHO is adopted.

---

**Keywords:** Artemisinin-piperaquine, artemether-lumefantrine, therapeutic efficacy, uncomplicated malaria, Togo

## Introduction

Le paludisme demeure un problème majeur de santé publique en Afrique subsaharienne malgré les nombreuses stratégies mises en place depuis les années 2000 (World Health Organization et al., 2003). Suivant les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les pays de cette région ont adopté les combinaisons thérapeutiques à base de dérivés de l'artémisinine (CTA) pour le traitement du paludisme non compliqué à *Plasmodium falciparum*. Ces CTA, depuis leur mise en place comme traitement de première ligne, se sont révélés très efficaces dans de nombreux pays pour la réduction de la mortalité et de la morbidité liée au paludisme. Ce sont les meilleurs traitements disponibles du paludisme simple à *P. falciparum* (World Health Organization, 2022a). L'émergence et le développement de souches de *P. falciparum* résistantes aux CTA font peser une sérieuse menace sur les politiques de contrôle et d'élimination du paludisme dans les zones endémiques (World Health Organization, 2022a ; World Health Organization, 2015a ; World Health Organization, 2020).

Au Togo, le changement de politique thérapeutique adopté en 2004 a été appliqué par le Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP) à partir de 2006. En 2016, le paludisme demeurait encore la première cause de consultation dans les formations sanitaires avec plus de 1,7 millions de cas notifiés selon le rapport annuel de 2016 du PNL. Il sévit sur un mode endémique avec une transmission continue toute l'année et des recrudescences saisonnières. Dès lors, des efforts importants ont été réalisés, notamment l'accès universel des populations aux tests de diagnostic rapide (TDR) et aux CTA. Ils ont permis de réduire le nombre de cas graves, ainsi que la mortalité hospitalière due au paludisme qui était passé de 16 décès pour 100.000 hospitalisations en 2011 à 12 décès pour 100.000 hospitalisations en 2016, selon le rapport annuel de 2016 du PNL. Les CTA retenus par le Ministère en charge de la Santé au Togo, pour le traitement du paludisme non compliqué jusqu'en 2015, étaient l'artéméther – luméfantrine (AL) et l'artésunate – amodiaquine (ASAQ). Depuis leur mise en place, ces CTA sont soumis à une surveillance périodique de leur efficacité, à travers des tests d'efficacité thérapeutique *in vivo* (Dorkenoo et al., 2012 ; Dorkenoo et al., 2016). En 2016, un projet pilote d'élimination du paludisme par des traitements de masse a été mise en place dans le district sanitaire de l'Est-Mono suite à un accord entre le Togo et la République Populaire de Chine. Ce projet a été exécuté par le PNL et la coopération de l'Université de Médecine Chinoise de Guanzhou. La CTA destinée à servir pour les traitements de masse était l'artémisinine – pipéraquline (AP). Elle a été soumise à un test d'efficacité thérapeutique avant

son utilisation en masse (Wang et al., 2020a). Aucune autre étude en Afrique subsaharienne n'a évalué l'efficacité de l'AP avant celle du Togo. C'est plutôt la dihydroartémisinine – pipéraquine (DHAP) qui s'en rapproche, qui a été évaluée dans le traitement du paludisme non compliqué (Yavo et al., 2011 ; Sylla et al., 2013) mais aussi comme alternative à la Sulfadoxine-Pyriméthamine + Amodiaquine dans la chimioprévention du paludisme saisonnier (Zongo, 2014 ; Traore, 2022), avec des résultats satisfaisants.

Dans le but de proposer des molécules alternatives pour la prise en charge du paludisme non compliqué à *P. falciparum* chez les enfants de 6 à 59 mois au Togo, le PNLP a décidé de faire une analyse comparée de l'efficacité clinique et thérapeutique de l'artémisinine-pipéraquine et de l'artéméther-luméfantine.

## **Matériels et méthodes**

### ***Design de l'étude***

Nous avons comparé les résultats l'étude d'efficacité clinique et thérapeutique de l'artémisinine-pipéraquine réalisée en 2016 et ceux de l'artéméther-luméfantine réalisée en 2012-2013 dans le traitement du paludisme non compliqué à *P. falciparum* chez des enfants de 6 à 59 mois au Togo. L'AP a été évalué à Elavagnon, et l'AL a été évalué à Lomé, Sokodé et Niamtougou selon le protocole standardisé de 28 jours avec correction PCR recommandé par l'OMS pour la surveillance de l'efficacité des antipaludiques (World Health Organization, 2009).

### ***Patients et traitements***

Les critères d'inclusions étaient identiques dans les deux études (World Health Organization, 2009). Les enfants inclus présentaient une infestation symptomatique, monospécifique et non compliquée à *P. falciparum*, avec une densité parasitaire comprise entre 2000 et 250.000 parasites/microlitre de sang. Ils ne souffraient d'aucune autre pathologie grave ou chronique telle que l'anémie grave ou la malnutrition sévère. Leurs parents avaient donné leur consentement pour le traitement et leur engagement à amener l'enfant à tous les rendez-vous du suivi. Chaque évaluation avait obtenu une autorisation du comité de bioéthique pour la recherche en santé du ministère de la santé du Togo. En 2012-2013, les enfants inclus avaient reçu, en fonction de leur poids corporel de l'artéméther-luméfantine (Coartem<sup>®</sup>, Novartis Pharma, Switzerland) en comprimés dosés à 20mg/120mg, deux fois par jour pendant trois jours, à la posologie de 4mg/Kg/jour sur les sites de Lomé, Sokodé et Niamtougou (Dorkenoo et al., 2016). En 2016, sur le site de Elavagnon, les enfants avaient reçu en fonction de leur âge, de l'artémisinine-pipéraquine (Artequick<sup>®</sup>, Artepharm Co Ltd, PR China) en comprimés dosés à 62,5mg/375mg. Ainsi les enfants âgés de 6 à 24 mois avaient reçu demi-

comprimé par jour pendant 2 jours et les enfants âgés de 25 à 59 mois avaient reçu trois quarts de comprimé par jour pendant 2 jours (Wang et al., 2020a).

Dans ce travail, nous avons d'abord comparé les cohortes d'enfants entre elles à J0. Ensuite les résultats de l'AP ont été comparés à ceux de l'AL à travers l'efficacité clinique, la clairance parasitaire, et l'efficacité thérapeutique. L'efficacité clinique était jugée sur la proportion d'enfants apyrétiques 24 heures après le début du traitement. La clairance parasitaire était jugée sur la proportion d'enfants ayant une densité parasitaire nulle 72 heures après le début du traitement (J3). L'efficacité thérapeutique était jugée sur la proportion d'enfants ayant une réponse clinique et parasitologique adéquate (RCPA) à J28 avant et après la correction moléculaire (PCR). Enfin, nous avons déterminé les doses d'artémisinine et de pipéraquline reçues par les enfants et les avons comparés aux doses de dihydroartémisine et de pipéraquline recommandées par l'OMS, à savoir au minimum 2,5mg/kg par jour de dihydroartémisine et 20mg/kg par jour de pipéraquline pendant 3 jours pour des enfants de moins de 25kgs (World Health Organization, 2022b ; World Health Organization, 2015b).

#### *Analyse statistique*

L'analyse en per-protocole avait été utilisée dans chacune des études afin de déterminer les issues du traitement avant et après la correction PCR. Le test Chi carré ( $\chi^2$ ) de Pearson pour les variables quantitatives et le test « t » de Student pour les variables qualitatives ont été utilisés pour les comparaisons. Le seuil de significativité est à 95% ( $p < 0,05$ ).

### **Résultats**

Sur l'ensemble des enfants symptomatiques testés par la microscopie, la proportion d'enfants fébriles porteurs de parasites (indice plasmodique) était à Elavagnon de 62,5%, à Lomé de 53,1%, à Sokodé de 48,0% et à Niamtougou de 47,9%. Le gain moyen en hémoglobine à J28 était de 1,4g/dL avec l'AP et de 1,5 à 2g/dL dans les bras de l'AL. A J3, la clairance parasitaire a été obtenue dans toutes les cohortes sauf à Niamtougou où 4% des enfants avaient encore des parasites. Le portage des gamétocytes persiste à J28 chez les enfants ayant reçu AP avec  $1 \pm 2$  gamétocytes/ $\mu$ L, tandis qu'il disparaît chez ceux ayant reçu AL.

La comparaison des caractéristiques générales (effectifs, âge, sexe) à J0 des enfants inclus, de l'efficacité clinique et de la clairance parasitaire sont consignés dans le tableau 1. Les résultats de la comparaison de l'efficacité thérapeutique à J-28 avant et après la correction PCR sont consignés dans le tableau 2.

Lors de l'administration de l'AP, les enfants âgés de 6 à 24 mois avaient reçu un demi-comprimé par jour, ce qui correspond, pour un poids corporel de 6 à 11 kg, à une posologie journalière variant de 5,2 mg à 2,84 mg

par kg d'artémisinine et 31,25 mg à 17,0 mg par kg de pipéraquline. Pareillement, les enfants âgés de 25 à 59 mois avaient reçu trois quarts de comprimé, ce qui correspond, pour un poids corporel de 12 à 20 kg, à une posologie journalière variant de 3,9 mg à 2,34 mg par kg d'artémisinine et 23,43 mg à 14,06 mg par kg de pipéraquline. La comparaison des doses de AP reçues et de DHAP recommandées par l'OMS sont consignées dans le tableau 3.



**Tableau 1.** Comparaison des caractéristiques cliniques et biologiques des différentes cohortes

Paramètres	AP Elavagnon	AL Lomé	AL Sokodé	AL Niamtougou
<b>Caractéristiques générales des enfants testés</b>				
Nbre d'enfants testés IP	62,5%	53,14% ( <i>p</i> = 0,88)	48,0% ( <i>p</i> = 0, 92)	47,96% ( <i>p</i> = 0, 92)
Nbre de sujets inclus à J0	90	90	88	83
Sex-ratio (M/F) ( <i>p-value</i> )	1,19 (49/41)	1,19(49/41) ( <i>p</i> = 1)	1,37(51/37) ( <i>p</i> = 0,94)	1,07(43/40) ( <i>p</i> = 0,98)
Age moyen ± ET (mois) [IC95%] ( <i>p-value</i> )	31,3 ± 16,3 [28,95-36,9]	36,6 ± 16,8 [33,01-40,15] ( <i>p</i> = 0,17)	35,5 ± 16,5 [32,86 – 39,30] ( <i>p</i> = 0,22)	36,9 ± 15,3 [32,63 – 39,13] ( <i>p</i> = 0,25)
<b>Caractéristiques cliniques et biologiques des enfants inclus pour le traitement</b>				
T° moy J0 ± ET (°C)	38,5 ± 0,9	39,1 ± 0,9	38,8 ± 0,9	38,5 ± 1,0
%apyrétiqes J1 ( <i>p-value</i> )	65,2% [57,0 – 76,1]	56% ( <i>p</i> = 0,86)	72% ( <i>p</i> = 0,51)	65% ( <i>p</i> = 0,65)
TH moyen J0 ± ET (g/dL)	8,30 ± 1,67	10,2 ± 1,7	9,5 ± 1,8	10,5 ± 1,7
Gain moyen Hb J28 (g/dL)	+ 1,4	+ 2	+ 1,5	+ 2,7
DPmoyenne J0 [Extrêmes]	37045 [2341-178941]	29986 [2076-215786]	31824 [2060-230211]	29685 [2172-224250]
%DP J3 = 0	100%	100%	100%	96%

TH : Taux d'Hémoglobine

DP : Densité Parasitaire

**Tableau 2.** Comparaison de l'efficacité thérapeutique de Artémisinine-Pipéraqouine et de Artémether-Luméfandriline

Paramètres	AP Elavanyon	AL Lomé	AL Sokodé	AL Niamtougou
<b>Nbre inclus J0</b>	90	90	88	83
<b>Issues du suivi thérapeutique avant la PCR</b>				
<b>Exclus</b>	02	03	06	07
<b>Evaluables J28</b>	88	87	82	76
<b>ETP</b>	0 (0%)	0(0) [0 – 4,2]	0(0) [0 – 4,3]	0(0) [0 – 4,4]
<b>ECT</b>	04 (4,5%), [0-9,1]	1 (1,1%) [0 – 6,2]	3 (3,7%) [0 – 3,7%]	1 (1,3%) [0 – 7,1]
<b>EPT</b>	19 (21,6%), [11,9-30,4]	3 (3,4%) [0,7 – 9,7]	7 (8,7%) [3,5 – 16,8]	10 (13,2%) [6,5 – 22,9]
<b>RCPA [IC 95%]</b>	65 (73,9%), [66,1-84,5]	83 (95,4%) [88,6 – 98,7]	72 (87,8%) [78,7 – 94,0]	65 (85,5%) [75,6 – 92,5]
<b>Issues du suivi thérapeutique après la PCR</b>				
<b>Total Echecs</b>	23 (26,13%)	4 (4,6%)	10 (12,2%)	11 (14,5%)
<b>Recrudescence</b>	01	0	02	02
<b>Nouvelles infestations indéterminés</b>	22 (25%)	4 (4,6%)	7 (8,53%)	9 (11,84%)
<b>Evaluables après PCR</b>	66	83	74	67
<b>RCPA après PCR</b>	65 (98,48%)	83 (100%) [95,7 – 100]	72 (97,3%) [90,7 – 99,7]	65 (97,0%) [89,6 – 99,6]
<b>ETP : Echec Thérapeutique Précoce      ECT : Echec Clinique Tardif      EPT : Echec Parasitologique Tardif      RCPA : Réponse Clinique et Parasitologique Adéquate.</b>				

**Tableau 3.** Comparaison des doses de Artémisinine-Pipéraqouine et de Dihydroartémisinine-Pipéraqouine

Age (mois)	Artémisinine – Pipéraqouine (AP)				Dihydroartémisinine – Pipéraqouine (DHAP)		
	Poids (Kgs)	Dose quotidienne	Dose totale	Posologie (/kg/j)	Dose quotidienne	Dose totale	Posologie (/kg/j)
<b>6 à 24</b>	6	31,25mg/187,5mg	62,5mg/375mg	5,2mg/ 31,5mg	15mg/120mg	45mg/360mg	2,5mg/20mg
	11	31,25mg/187,5mg	62,5mg/375mg	2,84mg/ 17,0mg	27,5mg/220mg	82,5mg/660mg	
<b>25 à 59</b>	12	46,875mg/281,25mg	93,75mg/562,5mg	3,9mg/23,43mg	30mg/240mg	90mg/720mg	2,5mg/20mg
	20	46,875mg/281,25mg	93,75mg/562,5mg	2,34mg/14,06mg	50mg/400mg	150mg/1200mg	

## Discussion

L'efficacité des CTA mis en place au Togo, comme traitement de première ligne du paludisme non compliqué, a été régulièrement évaluée par le PNLP depuis 2005, et les résultats ont été satisfaisants (Dorkenoo et al., 2012 ; Dorkenoo et al., 2016). Cependant, en dehors de ces deux molécules, d'autres combinaisons sont disponibles en pharmacie et sont utilisées par les populations particulièrement celles des milieux urbains. En 2016, aucune autre combinaison n'avait été évaluée au Togo jusqu'à l'artémisinine-pipéraqune (AP).

### *Comparaison des groupes d'enfants*

La comparaison des indices plasmodiques a montré qu'il n'y avait pas de différence statistiquement significative dans l'intensité de l'infestation entre Elavagnon et les sites de Lomé ( $p=0,88$ ), Sokodé ( $p=0,92$ ) et Niamtougou ( $p=0,92$ ). Le nombre d'enfants inclus à J0 pour l'AP, et les différents bras de l'AL est équivalent. L'âge moyen des enfants inclus semble plus élevé dans les bras de l'AL que dans le bras de l'AP, cependant il n'y a pas de différence statistiquement significative entre l'AP à Elavagnon, et l'AL à Lomé ( $p=0,17$ ), à Sokodé ( $p=0,22$ ) et à Niamtougou ( $p=0,25$ ). La répartition selon le sexe montre qu'à Lomé, le bras AP est identique au bras AL ( $p=1$ ), et qu'il n'y a pas non plus de différence statistiquement significative avec AL à Sokodé ( $p=0,94$ ) et à Niamtougou ( $p=0,98$ ). Ainsi, à l'inclusion, les différents bras de AP et AL ne sont pas statistiquement différents en termes d'effectif, d'âge, de répartition selon le sexe et d'intensité de l'infestation des enfants, car au seuil de 95% toutes les p-value sont supérieures à 0,05. Par conséquent, les résultats obtenus sur ces différents groupes sont directement comparables.

### *Comparaison de l'efficacité clinique et de la clairance parasitaire*

A J1, il n'y a pas de différence pour la proportion d'enfants apyrétiques entre l'AP à Elavagnon et l'AL à Lomé ( $p=0,86$ ), à Sokodé ( $p=0,51$ ) et à Niamtougou ( $p=0,65$ ). Si en Afrique subsaharienne, aucune étude n'a été réalisée impliquant l'AP, par contre elle est apparue dans plusieurs essais cliniques en Asie du Sud-Est. Ainsi Song et al. ont trouvé que la clairance thermique était atteinte en plus de 24 heures, soit respectivement 31,6 heures pour l'AP, 34,6 heures pour la DHAP et 36,9 heures pour l'AL dans une étude à la frontière Cambodge-Thaïlande, sans toutefois de différence significative entre les trois (2011). Par contre, Trung et al. ont trouvé, dans leur étude comparant la DHAP et l'AP au Vietnam, une clairance thermique de 22,7 heures pour la DHAP et 24,7 heures pour l'AP (2009). Par ailleurs, l'efficacité parasitologique à J3 de l'AP est équivalente à celle de l'AL, puisque la quasi-totalité des enfants (96 à 100%) avaient atteint la clairance parasitaire.

### *Comparaison de l'efficacité thérapeutique à J-28*

Les cohortes d'enfants comparés n'étant pas différents statistiquement, la RCPA est directement interprétable et comparable. Avant la correction PCR, la RCPA de l'AP (73,9%) semblait plus faible que celle de l'AL (85,5 à 95,4%). Néanmoins, elle était équivalente entre l'AP et l'AL à Sokodé et Niamtougou car les intervalles de confiance se chevauchent, mais pas à Lomé. Après la correction PCR, la RCPA de l'AP (98,5%) est incluse dans tous les intervalles de confiance de la RCPA de AL. Par conséquent, après la correction PCR, le taux d'efficacité de l'AP est équivalent à celui de l'AL (tableau 2).

Cependant, la correction PCR a révélé un taux de ré-infestation 2 à 5 fois plus élevé avec AP (25%) qu'avec AL à Niamtougou (11,84%), Sokodé (8,53%) et Lomé (4,6%). La clairance parasitaire à J3 étant à 100% ou presque dans toutes les cohortes, l'efficacité de l'artémisinine ne pourrait être remise en cause. Par contre, la capacité de l'AP à assurer une prophylaxie post-thérapeutique efficace pourrait être discutée.

### *Comparaison des posologies et doses administrées*

L'administration de l'AP en fonction des tranches d'âges et non du poids corporel a entraîné des disparités dans les doses d'artémisinine et de pipéraquline reçues. Les doses recommandées par l'OMS pour les enfants de moins de 25 kg, traités par la DHAP sont au minimum de 2,5 mg/kg de poids corporel par jour d'artémisinine et 20 mg/kg de poids corporel par jour de pipéraquline pendant 3 jours (World Health Organization, 2022b ; World Health Organization, 2015b).

Nous avons observé avec le schéma d'administration de l'AP, que les doses journalières reçues dans une tranche d'âge diminuaient à mesure que l'âge, et par conséquent, le poids corporel de l'enfant, augmentaient. Ainsi les enfants les plus jeunes de la tranche d'âge choisie avaient reçu la dose journalière d'artémisinine et de pipéraquline recommandée pour leur poids corporel, mais les enfants les plus âgés de la même tranche d'âge avaient reçu une dose journalière insuffisante pour leur poids corporel (tableau 3). De plus, la dose totale d'artémisinine et de pipéraquline administrée au cours des deux jours de traitement, a été insuffisante par rapport aux recommandations de l'OMS pour les différentes tranches d'âge. Elle ne pourrait donc pas assurer une prophylaxie post-thérapeutique efficace. En Thaïlande, Krudsood et al. ont montré que : « les taux de guérison à 28 jours étaient inférieurs à 80% pour les traitements de 2 jours avec l'artémisinine-pipéraquline à 2,4 mg/kg et 14,4 mg/kg, respectivement, ou à 3,2 mg/kg et 16,0 mg /kg, respectivement ; mais étaient supérieurs à 98 % pour les régimes de 3 jours » (2007).

En effet, on observe que l'efficacité après correction PCR de l'AP a été trouvée satisfaisante partout où elle a été évaluée. Ainsi, en Asie du Sud-Est, dans une évaluation de trois antipaludiques en zone de paludisme à P.

*falciparum* multirésistant, le taux d'efficacité après correction PCR pour l'AP était de 95,1%, pour l'AL de 82,4% et pour la DHAP de 98,2% (Song et al., 2011). De même, une évaluation de l'AP et l'ASAQ a trouvé une efficacité de 98% après correction PCR pour les deux molécules au Vietnam (Thanh et al., 2012). Cette efficacité a même atteint 100% après correction PCR pour l'AP et la DHAP dans l'étude de Trung et al. (2009). Dans une revue systématique, Wang et al. ont noté une efficacité équivalente après correction PCR entre l'AP et d'autres CTA comme l'artésunate-méfloquine, la DHAP, l'ASAQ, et l'AL (2020b). Il apparaît donc que la correction PCR révèle l'excellente efficacité primaire de l'AP, due à l'artémisinine ; toutefois elle dissimule l'insuffisance des doses administrées et la réduction de la durée de l'effet prophylactique post-thérapeutique, dont témoigne le taux élevé de ré-infestation. Par ailleurs, l'insuffisance des doses d'artémisinine et de pipéraquline administrées pourrait expliquer l'incapacité de l'AP à faire disparaître les gamétocytes et ainsi à assurer une protection communautaire efficace contre la propagation de l'infestation à d'autres personnes.

## Conclusion

L'efficacité des CTA en général, et particulièrement celle de l'AL et de l'ASAQ est démontrée en Afrique subsaharienne et au Togo en particulier. L'artémisinine-pipéraquline n'a été jusqu'ici évaluée qu'en Asie du sud-est. L'évaluation réalisée au Togo, a été la première en Afrique subsaharienne. Sur la base de l'efficacité après correction PCR, l'AP est équivalente à l'AL dans le traitement du paludisme non compliqué à *P. falciparum* chez l'enfant de 6 à 59 mois au Togo. Cependant, malgré ce taux d'efficacité corrigé satisfaisant, l'administration des doses en fonction de l'âge, était source d'une grande variabilité dans les doses reçues pour les mêmes tranches d'âges. De même, la durée de deux jours indiquée pour le traitement, était responsable d'une insuffisance des doses totales normalement attendues pour le poids de l'enfant. Par conséquent, l'artémisinine-pipéraquline ne pourrait être une molécule alternative pour le traitement du paludisme non compliqué de l'enfant au Togo, qu'à condition d'adopter une posologie en fonction du poids corporel et un régime de traitement de trois jours.

**Conflits d'intérêts:** Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

## Contributions des auteurs

Tous les auteurs ont contribué de manière égale à la conception à l'acquisition et l'interprétation des données ainsi qu'à la révision et à l'approbation de la version finale du manuscrit.

## References:

1. Dorkenoo, M.A., Barrette, A., Agbo, Y.M., Bogreau, H., Kutoati, S., Sodahlon, Y. K. & Morgah, K. (2012). Surveillance of the efficacy of artemether-lumefantrine and artesunate-amodiaquine for the treatment of uncomplicated *Plasmodium falciparum* among children under five in Togo, 2005-2009. *Malaria Journal*, 11, 338. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-11-338>.
2. Dorkenoo, A. M., Yehadji, D., Agbo, Y. M., Layibo, Y., Agbeko, F., Adjeloh, P., Yakpa, K., Sossou, E., Awokou, F. & Ringwald, P. (2016). Therapeutic efficacy trial of artemisinin-based combination therapy for the treatment of uncomplicated malaria and investigation of mutations in k13 propeller domain in Togo, 2012–2013. *Malaria journal*, 15(1), 1-9.
3. Krudsood, S., Tangpukdee, N., Thanchatwet, V., Wilairatana, P., Srivilairit, S., Pothipak, N., Song, J., Li, G., Brittenham, G.M. & Looareesuwan, S. (2007). Dose ranging studies of new artemisinin-piperaquine fixed combinations compared to standard regimens of artemisinin combination therapies for acute uncomplicated falciparum malaria. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 38(6), 971.
4. Song, J., Socheat, D., Tan, B., Seila, S., Xu, Y., Ou, F., Sokunthea, S., Sophorn, L., Zhou, C., Deng, C., Wang, Q. & Li, G. (2011). Randomized trials of artemisinin-piperaquine, dihydroartemisinin-piperaquine phosphate and artemether-lumefantrine for the treatment of multi-drug resistant falciparum malaria in Cambodia-Thailand border area. *Malaria journal*, 10, 1-8.
5. Sylla, K., Abiola, A., Tine, R. C. K., Faye, B., Sow, D., Ndiaye, J. L., Ndiaye, M., Lo, A.C., Folly, K., Ndiaye, L.A. & Gaye, O. (2013). Monitoring the efficacy and safety of three artemisinin based-combinations therapies in Senegal: results from two years surveillance. *BMC infectious diseases*, 13, 1-10.
6. Thanh, N. X., Trung, T. N., Phong, N. C., Quang, H. H., Dai, B., Shanks, G. D., Chavchich, M. & Edstein, M. D. (2012). The efficacy and tolerability of artemisinin-piperaquine (Artequick®) versus artesunate-amodiaquine (Coarsucam™) for the treatment of uncomplicated Plasmodium falciparum malaria in south-central Vietnam. *Malaria journal*, 11(1), 1-9.
7. Traoré, S. (2022). *Efficacité de la Dihydroartémisinine-Pipéraquline comparée à la Sulfadoxine Pyriméthamine plus Amodiaquine dans la Chimio prévention du paludisme saisonnier chez les enfants d'âge scolaire à Bandiagara, Mali* (Doctoral dissertation, USTTB).

8. Trung, T. N., Tan, B., Van Phuc, D., & Song, J. P. (2009). A randomized, controlled trial of artemisinin-piperaquine vs dihydroartemisinin-piperaquine phosphate in treatment of falciparum malaria. *Chinese journal of integrative medicine*, 15, 189-192.
9. Wang, Q., Zhang, Z., Yu, W., Lu, C., Li, G., Pan, Z., Zhang, H., Wu, W., Atcha-Oubou, T., Yuan, Y., Guo, J., Liang, Y., Huang, X., Guo, W., Li, C., Julie, N., Xu, Q., Sanwogou, L., Song, J. & Deng, C. (2020a). Surveillance of the efficacy of artemisinin–piperaquine in the treatment of uncomplicated plasmodium falciparum malaria among children under 5 years of age in Est-Mono district, Togo, in 2017. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 784.
10. Wang, Q., Zou, Y., Pan, Z., Zhang, H., Deng, C., Yuan, Y., Guo, J., Tang, Y., Julie, N., Wu, W., Li, G., Li, M., Tan, R., Huang, X., Guo, W., Li, C., Xu, Q. & Song, J. (2020b). Efficacy and safety of artemisinin-piperaquine for the treatment of uncomplicated malaria: a systematic review. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 562363.
11. World Health Organization, Global Partnership to Roll Back Malaria, World Bank, United Nations Development Programme, African Summit on Roll Back Malaria (2000 : Abuja, Nigeria). et al. (2003). La Déclaration d' Abuja et le plan d' action : extrait du Sommet africain pour faire reculer le paludisme, Abuja, 25 avril 2000 (WHO/CDS/RBM/2000.17). Organisation mondiale de la Santé. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67817>
12. World Health Organization. (2009). Methods for surveillance of antimalarial drug efficacy.
13. World Health Organization. (2015b). Guidelines for the treatment of malaria, 3rd ed. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/162441>
14. World Health Organization. (2015a). *Global technical strategy for malaria 2016-2030*. World Health Organization.
15. World Health Organization. (2020). *Report on antimalarial drug efficacy, resistance and response: 10 years of surveillance (2010-2019)*. World Health Organization.
16. World Health Organization. (2022a). Combattre la résistance émergente aux médicaments antipaludiques en Afrique. <https://www.who.int/fr/news/item/18-11-2022-tackling-emerging-antimalarial-drug-resistance-in-africa>. Consulté le 14 décembre 2022.
17. World Health Organization. (2022b). WHO guidelines for malaria, 3 June 2022. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/354781>. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Consulté le 15 novembre 2022.

18. Yavo, W., Faye, B., Kuete, T., Djohan, V., Oga, S. A., Kassi, R. R., Diatta, M., Ama, M.V., Tine, R., Ndiaye, J-L., Evi, J-B., Same-Ekobo, A., Gaye, O., & Koné, M. (2011). Multicentric assessment of the efficacy and tolerability of dihydroartemisinin-piperaquine compared to artemether-lumefantrine in the treatment of uncomplicated *Plasmodium falciparum* malaria in sub-Saharan Africa. *Malaria journal*, 10, 1-8.
19. Zongo, I. (2014). *Efficacy, safety, tolerability of dihydroartemisinin-piperaquine and sulfadoxine-pyrimethamine plus amodiaquine for seasonal malaria chemoprevention (SMC) in children in Burkina Faso* (Doctoral dissertation, London School of Hygiene & Tropical Medicine).





## Awareness, Attitude and Utilization of Orange-Fleshed Sweet Potato (OFSP): Critical Literature Review

*Abujaja Afishata Mohammed*

Department of Agricultural and Consumer Sciences Education Faculty of Agriculture, Food and Consumer Sciences, University for Development Studies, Ghana

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p36](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p36)

Submitted: 31 January 2023

Accepted: 21 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Mohammed A.A. (2023). *Awareness, Attitude and Utilization of Orange-Fleshed Sweet Potato (OFSP) > Critical Literature Review*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 36. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p36>

### Abstract

The objectives of the study seek to review literature to establish the attitude, level of awareness and the extent of OFSP utilization. The study relied on secondary sources to synthesize and draw conclusions regarding the topic. The researcher reviewed a variety of documents and the data collected from previous published articles, journals, websites, original research papers and books to establish the awareness, attitude and utilization of OFSP. The review was supposed to offer important information regarding how widely used and known OFSP was. Evidence from the study showed that although most countries in the world were aware of OFSP's existence and nutritional advantages, the market for OFSP was not yet formally established. Most of the studies used emphasized that if OFSP is being processed into flour for making chips, biscuits, porridge, bread, drinks and other special forms of foods, consumers especially households would have accepted them to increase consumption. Socio-economic factors such as social class affect the level of utilization and preference patterns of the crop. Lack of storage facilities, lack of modern processing equipment and scarcity of OFSP vines had a great effect on its utilization. The study recommends that to increase agricultural value addition, OFSP farmers should be empowered through effective and efficient extension training on the usage of modern processing techniques. Also, OFSP should be processed into several foods for alternative income sourcing.

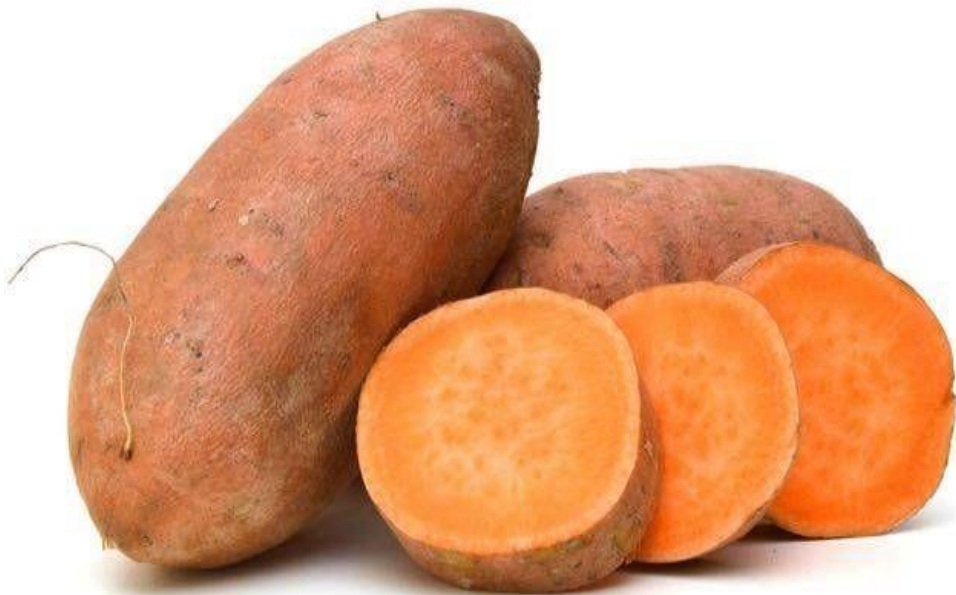
Finally, it is recommended that future studies be conducted on consumers' willingness to pay for value-added products made from OFSP.

---

**Keyword:** Awareness, attitude, knowledge, utilization and orange-fleshed sweet potato

### Introduction

Orange-Fleshed Sweet Potato (OFSP) - (*Ipomoea batatas* L Lam) is one of the many varieties of sweet potatoes. In most nations, OFSP is a crucial crop for ensuring food security and generating income. Among the several sweet potato types, OFSP is particularly high in beta-carotene, a great source of vitamin A (Van Jaarsveld, 2005).



**Figure 1.** Orange Fleshed Sweet Potato  
Source: *Oloniyo et al., 2021*

Consuming OFSP is a helpful option in underdeveloped nations where vitamin A deficiency (VAD), particularly in children, is a major problem (*Low et al., 2009*). Due to the acute lack of nutrient-rich food, severe malnutrition is a significant problem in many developing nations. Around 2.3 billion people in the world (29.3 percent) were moderately or severely food insecure in 2021 – 350 million more compared to before the outbreak of the COVID-19 pandemic. From FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO report (2022), a total of about 924 million people, or 11.7% of the world's population, experienced acute food insecurity in the past two years, a rise of 207 million. With Sub-Saharan Africa and South Eastern and Western Asia experiencing the highest

amounts. Due to its lack of micronutrients like vitamin A, Sub-Saharan Africa has a public health issue (*Worsley et al., 2015*).

Given the significance of nutrition for a nation's economic growth, efforts are made to guarantee that the food provided contains not only calories but also vital vitamins and minerals. National and international organizations have made significant and expanding efforts over the past few years to introduce OFSP as a biofortified staple crop and as a food-based strategy to alleviate micronutrient deficiency in Sub-Saharan Africa. This is because OFSP is identified as one of the most prominent bio-fortified food crops (*Masumba et al., 2007*). Biofortification, according to *Nestel et al. (2006)*, is a method for considerably increasing the content of micronutrients in staple food crops by the use of traditional breeding methods. The Orange-Fleshed Sweet Potato has been successfully developed and disseminated to communities in the northern regions of Ghana by the International Potato Center (CIP) and the Food Research Institute (FRI) of the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) of Ghana.

To boost knowledge of the new crop, mass communication channels have been used to disseminate information on the OFSP's nutritional and health advantages (i.e., regional stations linked with Farm Radio International). Although this radio campaign has raised awareness of the nutritional and health benefits of OFSP, the target audience (General public) has not been consuming OFSP in greater amounts for a variety of reasons. For one, including preference, superstition, and lack of access to the crop. Recent studies revealed ample information on OFSP is available (*Okello et al., 2015*; Mazuze, 2004; Ouro-Gbeleou, 2018). The crop despite its enormous benefits including its ability to help gain weight, boost immunity, ease digestion, treat bronchitis and stomach ulcers, it is less consumed by many sub-Saharan Africa countries. For instance, many interventions have been introduced by the World Health Organization (WHO) and other stakeholders in Mozambique and some Sub-Sahara African countries to help women to include OFSP which is very rich in vitamin A in their diets as a way of eradicating the health issues or risks among pregnant women and children under the age of five. Similarly, in the Northern Region of Ghana, fresh vegetables and fruits become relatively scarce and expensive because the planting season is unimodal with one rainy season in a calendar year which last for three months. In northern Ghana, we found that farmers cultivate OFSP as alternative food crop. Currently, the Department of Food Processing Technology in the University for Development Studies in Ghana, has studied the trend and consumption pattern of OFSP and started making some products from the orange-fleshed sweet potato in the region and its environs, but the pertinent question remains as to what extent are people aware of the orange-fleshed sweet potato. The questions asked include, "What has been the attitude and utilization pattern of

the orange-fleshed sweet potato?” These are some of the questions the study intends to address. In light of these, the study attempts to ascertain the level of awareness, attitude and utilization of OFSP.

### Summary of Physico-Chemical Properties of OFSP and its Flour

The physico-chemical properties of OFSP are presented in Table 1. The proximate composition is in agreement with the values reported by *Aina et al. (2009)*.

**Table 1.** Physico-Chemical Properties of OFSP and its Flour

Component	Fresh Sample	Flour
Moisture content	69.4 to 73%	6.9 to 10. 97%
Ash	2.04%	2.11%
Protein	3.69%	4. 8%
Fat	0.42%	0.6%
Starch	65. 41%	33. 66%
Crude fibre	3. 68%	2. 57%
Carbohydrates	90. 17%	90. 13%
pH	6. 55%	6. 58%
Acidity (mL NaOH 100g <sup>-1</sup> )	1.08 mL NaOH 100g <sup>-1</sup>	0.91 mL NaOH 100g <sup>-1</sup>

Source: *Rodrigues et al. (2016)*

Fresh OFSP has a moisture content that varies from 69.4 to 735. Fresh OFSP has an ash value of 2.04 and flour has a 2.11% ash percentage. However, as compared to fresh OFSP, the protein level of the flour was as high as 4.8%. According to *Bartova and Barta (2009)*, potatoes do not contain a lot of protein, but they do contain a type of protein with excellent nutritional and biological potential. The low-fat nature of OFSP is well-known (*Aina et al., 2009*). Flour makes up 0.6% of the sample, whereas fresh samples make up 0.42%. For fresh and flour samples, the starch level varied between 65.41 and 33.66%. This value surpasses the 23.9% reported by *Andrade et al. (2012)* for some fresh sweet potato varieties. On the other hand, *Abegunde et al. (2013)* reported values of starch ranging from 91.9 to 95.6% for eleven varieties of sweet potato.

Fresh flour has a mean crude fiber content of 3.68 %, while OFSP flour has a mean crude fiber content of 2.57%. This result is greater than the mean value of 2.40% for ten types of potatoes determined by *Aziz et al. (2013)*. For fresh and OFSP flour, the average values of crude fiber are 3.68 and 2.57%, respectively. Additionally, the total carbohydrate content for fresh and OFSP flour is shown in Table 1 as 90.17 and 90.13% respectively. The fresh content showed a higher carbohydrate content, compared with the value 28.2% value reported *TACO (2011)* for sweet potatoes. According to *Roesler et al. (2008)* and *Steed & Truong (2008)*, the pH values of fresh and OFSP flour range from 6.55 to 6.58%, indicating that processing has no impact on pH. However, the

fresh and OFSP flour have an acidity concentration of 1.08 mL NaOH 100g<sup>-1</sup> and 0.91 mL NaOH 100g<sup>-1</sup>, respectively. These values suggest that a little decrease in acidity was seen following processing, according to Rodrigues et al.'s (2016) observations. These values are in line with those reported by Roesler et al. (2008) for various cultivars of sweet potatoes, which ranged from 0.65 to 2.48mLNaOH.100G-1 in acidity content.

### **Theoretical framework**

The study theoretical framework is based on the theory of Awareness, Knowledge Attitude and Practice (AKAP) framework. Globally, there is an increasing awareness of the need for new knowledge and when new knowledge is generated by research institutions, efforts must be made to disseminate this knowledge to beneficiaries. The success in achieving this will depend on whether the beneficiaries are aware of the existence of the knowledge, emphasizing the fact that, knowledge is not the starting point of the great variety of human ventures that can be brought to mind. Before one acquires knowledge, he or she must first be aware of the existence of the knowledge. A periodic, often argumentative, theme in the literature on diffusion of innovation, and more specifically on how best time has contributed to the spread of an innovation in these four (4) key variables referred to as Awareness, Knowledge, Attitude and Practice (AKAP). The AKAP approach is a framework for behaviour change (Schrader & Lawless, 2004). The AKAP framework was first developed in the 1950s as the first model to make a relevant impact in the extension innovation adoption process. It is convenient to think of extension as having its greatest economic impact by inducing innovation information through the following sequence:

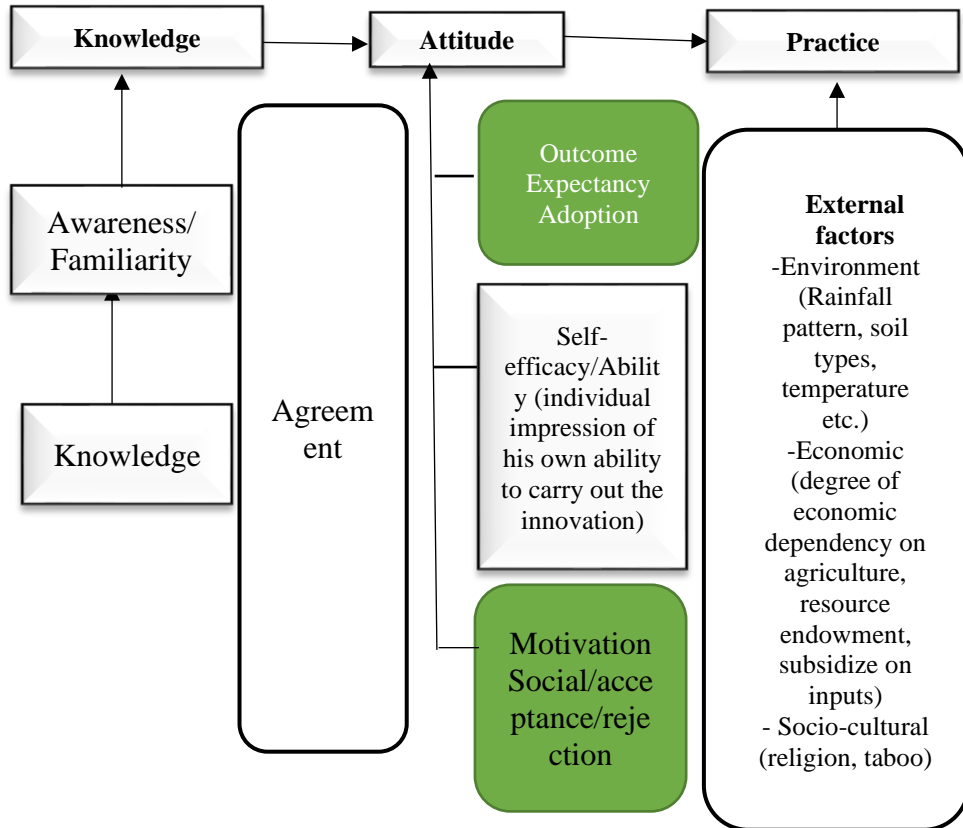
A: Farmers' awareness of an innovation

K: Farmers' knowledge, through training, observation, experimenting and testing

A: Farmers' Attitude towards the innovation adoption

P: Changes in farmers' practices and behaviour

This sequence can be conceptualized as follows:



**Figure 2.** Conceptualization of the AKAP Framework  
Source: Adopted from (Kristen et al., 2006)

The “AKAP framework” focuses attention not directly on the easier path to the knowledge-action space. But rather, the focus is on the (taken-for-granted) flow of effects that one should typically view or observe, empirically. With the AKAP framework, awareness is not knowledge. But knowledge necessitates awareness, observation, experience, and the critical capacity to assess facts using solid evidence. Knowledge leads to adoption, but adoption is not productivity. It can be inferred from Figure 2 where AKAP = Awareness (is only about the familiarization of OFSP), Knowledge alters or modifies Attitude, which alters or modifies Practice. In other words, Awareness is the starting point of knowledge, Knowledge modifies (predicts) attitudes, which modifies (predicts) the learner's practice pattern (behaviour). A person's intention to act in a certain way determines the behavior that person exhibits. His or her views about that behavior, which relate to what others believe he or she should do, their motivation to carry out those wishes, and their perception of behavior control, constitute the basis of the intention. If a person views a

behavior as advantageous, they are more inclined to want to engage in that behavior and are more likely to do so (*Montano et al., 2002*). Nevertheless, behaviour intention does not always lead to actual behaviour, because some external factors come into play (*Wheatley & Loechl, 2008*). These external factors are categorized as environmental, economic, socio-cultural and policy signals. Conversely, a person's practice shows their attitude, and their attitude discloses their stock of knowledge or experiences, which depends on their level of awareness of the relevant information. Thus, this knowledge base can be deliberately exposed (subjected) to pre-selected "influencers," resulting in positive ripple effects on attitude clusters and later sets of behaviors. Extension, education, other change-agents, and media of all kinds are major "influencers" in this review. According to researchers, awareness, knowledge, attitude, and practice are connected, and awareness, knowledge, and attitude directly affect practice (*Mulume et al., 2017*).

The framework is useful for cross-examining the relationship between awareness, knowledge, attitude, and practice (utilization). It has an interesting scholastic pedigree, to say the least. This is due to the researcher's presumption that usage of OFSP is directly influenced by knowledge and attitude, which is related to awareness, knowledge, and utilization. Furthermore, it is worth noting that, the AKAP framework reveals the misconceptions that may create obstacles to the activities to be implemented and may become potential barriers to the utilization of OFSP. As a result, learning involves clear change, which typically shows through practice. From this point, it is also further worth noting that a fundamental characteristic of learning what is acquired is to measure and observe behaviour.

This behaviour is acquired through training in one or another kind. Surveys conducted using the AKAP framework have the potential to confirm or disapprove of a hypothesis, and identify what is known and done about specific themes (<http://www.medicusdumonde.org/outils/Nous-contacter>). For this reason, the AKAP framework, in the researcher's opinion, could be an interesting and one of the more appropriate frameworks to adopt in understanding and analyzing peoples' awareness, attitude and utilization of Orange-Fleshed Sweet Potato. Coherent with the frame, the hypothesis is that the simple awareness, and attitude towards the existence of OFSP does not automatically lead to the utilization of OFSP which impedes the extent of use of OFSP by people in the northern region. This raises the possibility of links between each AKAP phase and usage. (*Armstrong, 2016*), emphasizes that people must be driven to learn and should be aware that their current attitude or behavior, level of knowledge, ability, or competency needs to be improved. The term "attitude" describes a person's particular approach to a certain circumstance. It has a knowledge-based foundation (based on experience) and produces specific behavioral patterns (*Armstrong, 2016*). (*Gumucio, 2011*),

advances this by explaining that attitude is a way of taking a stand regarding an issue. These are the tendency to act in a specific way. Attitudes cannot be observed directly as in the case of practice (Gumucio, 2011). The AKAP model has been found relevant for the study because of its ability to measure the scope of an existing situation, disprove or confirm a theory, and offer fresh perspectives on the reality of a given circumstance.

## **Methodology**

To conduct the study, the researcher used secondary data to synthesize and draw conclusions on the topic. Some of the information was collected from similar studies and others from primary sources (Cameron, 2018). In doing this, a variety of documents were reviewed, and the data were collected from articles, journals, websites, original research papers and books. The collected data were organized and compiled for interpretation. The google search led to the discovery of various online resources to establish the level of awareness, attitude and utilization of Orange-Fleshed Sweet Potato (OFSP). The literature reviewed undoubtedly renders distinct standpoints to the topic of the study due to the numerous types of research conducted on the OFSP.

## **Results and discusseions**

### **Level of Awareness**

Although most nations are aware of OFSP and its nutritional advantages, the market for this food supplement has not yet been organized and widely accepted by the general public, which could help increase access to it and its derivatives. To raise awareness and examine household attitudes toward OFSP, numerous interventions have been implemented in Kenya, South Africa, Tanzania, Ethiopia, Uganda, Ghana, and Mozambique. This is consistent with research conducted by Omoare (2019) and *Babatunde et al. (2019)*, who found that the majority of farmers were aware of OFSP and had engaged in its production. A study conducted by *Adebisi et al. (2020)* found that 65% of respondents from Kwara State, Nigeria was aware of the health advantages of OFSP and that 89.3% of consumer respondents were generally willing to spend more than the bid price for OFSP. Furthermore, according to a study by *Osman et al. (2020)*, sweet potato farmers in the treatment communities of Kwara State were far more aware of OFSP genotypes than those in the control communities, which lacked research scientists and technicians (57.7% versus 19.2%). There is a need to encourage mass production of OFSP as a garden or backyard crop by making planting materials available to interested farmers. It is also evident from the review that most farmers are aware of the crop and its nutritional advantages. Additionally, those who were already familiar with OFSP had a higher likelihood of selecting OFSP bread (Ouro-Gbeleou, 2018).



This then implies that if consumers are aware of the nutritional and health benefits of OFSP, they may easily adapt and explore innovative ways of processing it in different dietary packaging. This can help create alternative income-generating sources for women and the youth in particular and all unemployed people in the country at large.

### **Level of Utilization**

A study conducted by *Babatunde et al. (2019)* in Kwara state in Nigeria indicated that almost 87% of the participants in the study were in support of the cultivation of OFSPs. Therefore, products from OFSP like bread and chips can be produced and sold to consumers at reasonable prices (*Awuni et al., 2017*). According to *Awuni et al. (2017)*, adapting meal recipes to include orange-fleshed sweet potatoes (OFSP) may increase dietary consumption of vitamin A. Subsequently, research undertaken in Tamale in the Northern region of Ghana revealed that consumers' expressed preference for orange fleshed sweet potato bread based on its sweet taste and soft texture. In the review of the various literature relating to awareness, attitude and utilization of orange-fleshed sweet potato (OFSP), most of the studies emphasized that OFSP is being processed into flour for making chips, biscuits, porridge, bread, drinks and other special forms of foods, consumers especially households would have accepted them to increase consumption. To explore consumer acceptance of and willingness to pay for OFSP in Uganda and Mozambique, respectively, *Chowdhury et al. (2011)* and *Naico & Lusk (2010)* employed data from choice trials. They found that when customers in Uganda are informed about the nutritional value of OFSP, they are prepared to pay considerable premiums. They discovered that consumers are prepared to pay just as much for OFSP as they are for conventional white sweet potatoes, even with the lack of nutritional information. They discovered that taste and socio-demographic characteristics are among the factors influencing willingness to pay. The pulp of the OFSP is valued by Mozambican customers more than the pulp of the conventional kind, according to (*Naico & Lusk, 2010*). Dry matter content and root size are two characteristics that customers value. They also found that, in contrast to rural areas, urban areas were more likely to accept and potentially consume OFSP when nutritional information was provided. In a similar case study, in Tamale in the Northern Region of Ghana, it was concluded that buyers were prepared to pay for the bread. made from OFSP for consumption which in effect will increase the level of utilization of the crop. Several research studies also indicate that knowledge of the crop also affects its level of utilization among households in both rural and urban areas. Socio-cultural factors such as social class affect the level of utilization or the consumption patterns of the crop and this is in line with the study conducted by World Health Organisation (2009) stated that sweet potato was still

regarded as poor man food and neglected crop with little or no government support and is rated low in food priority listing because its processing and packaging are limited to traditional techniques. Lack of storage facilities, lack of modern processing equipment and scarcity of OFSP vines had a great effect on its utilization. Hence, the provision of storage facilities, modern processing equipment and provision of OFSP vines should be made available to farmers by the government.

### **Attitude towards Orange Fleshed Sweet Potato**

*Okello et al. (2015)* in a study conducted the Lake Zone of Tanzania concluded that farmers had positive attitude toward the taste, yield, storage, disease resistance and popularity of OFSP. The study further established that farmers that participated in an OFSP project were more positive about its superior nutritional value and popularity among children. An investigation into consumer perceptions of Orange-Fleshed Sweet Potato (OFSP) puree bread in Kenya revealed that the level of education, gender and age both had an impact on consumers' attitudes toward OFSP (De-Groote et al., 2008). Other studies have revealed that understanding nutrition is favorably correlated with educational attainment, and consumers with higher educational attainments are more likely to seek superior products (*Worsley et al., 2015*). Studies further found that consumers' attitude toward the consumption of OFSP was influenced by the level of education, income level, flavor, texture and nutritional knowledge. Consumers have shown readiness to consume more of the crop as well as its products when it is made readily available throughout the year. Contrary to popular assumption, sweet potatoes are not simply food for women and children; farmers also include them as a significant portion of household diets. They utilize sweet potatoes to satisfy their hunger and regard the leaves as nutritious vegetables. Literature also revealed that children do not like OFSP due to its colour because they see the colour orange of OFSP to be rare so it prevents them from accepting it for consumption. *Hotz et al. (2012)* stated that the orange colour of OFSP is not a hindrance to its adoption and that building an 'orange brand' as part of a marketing campaign to promote vitamin A and OFSP can be very successful. can be very effective. For instance, the color orange can be utilized to convey important messages about OFSP and good health on market stalls, posters, t-shirts, hats, sarongs, etc.

### **Conclusion**

Based on literature relating to the awareness, attitude and utilization of orange-fleshed sweet potato (OFSP), it can be concluded that most nations are aware of OFSP and its nutritional advantages. However, the market for OFSP has not been formalized and well recognized. Secondly, farmers had positive

attitude toward the consumption and utilization of OFSP. Most of the studies emphasized that if OFSP is being processed into flour for making chips, biscuits, porridge, bread, drinks and other special forms of foods, consumers especially households would have accepted them to increase consumption.

Socio-cultural factors such as social class affects the level of utilization or the consumption patterns of the crop. However, the lack of storage facilities, lack of modern processing equipment and scarcity of OFSP vines had a great effect on its utilization. Therefore, the provision of storage facilities, modern processing equipment and provision of OFSP vines should be encouraged and made available to farmers by the government.

### **Recommendations**

Based on the study, the following recommendations are made:

1. To process OFSP into several forms such as biscuit, breads, chips, drinks and other special forms of foods for alternative income sourcing.
2. Farmers of OFSP should be trained effectively and efficiently on the use of modern techniques for processing OFSP to help increase the crop's value.
3. To make Breads and other forms of foods from OFSP to make more affordable for consumers to be able to purchase.
4. It is also recommended for a study to be conducted on consumers' willingness to pay for value addition products derived from Orange Fleshed Sweet Potato.

### **Competing interest**

According to the author, there were no conflicts of interest, either financial or otherwise.

### **References:**

1. Abegunde, O. K., Mu, T. H., Chen, J. W. and Deng, F. M. (2013). Physicochemical characteristics of sweet potato starches popularly used in Chinese starch industry. *Food Hydrocolloids*. 33: 169-177.
2. Adebisi, O. A., Adebisi, I. O., Olatunji, I. B., Daodu, T. O. (2020). Sensory Evaluation and Willingness to Pay for Orange Fleshed Sweet Potato. *Carcetari Agronomica in Moldova*. 1(181): 73-83.
3. Aina, A., Falade, K. O., Akingbala, J. O. and Titus, P. (2009). Physicochemical properties of twenty-one Caribbean sweet potato cultivars. *International Journal of Food Science and Technology*. 44: 1696-1704.

4. Andrade, V. C., Viana, D. J. S., Pinto, N., Rieiro, K. G., Pereira, R. C., Azevedo, A. M., Andrade, P. C. R. (2012). Características produtivas e qualitativas de ramas w raizes de batata-doce. *Hortic Bras.* 30:584-589.
5. Armstrong, M. (2016). *Armstrong's Handbook of Strategic Human Resource Management*, London: Kogan Page.
6. Awuni, V., Alhassan, M. W., Amagloh, F. K. (2017). Orange Fleshed Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Composite Bread as a Significant Source of Dietary Vitamin A. *Food Science and Nutrition.* 6(1): 174-179.
7. Aziz, A., Yasin, M., Randhawa, M. A., Yasmin, A., Jahangir, M. A. and Sohail, M. (2013). Nutrition and antioxidant profile of some selected Pakistani potato cultivars. *Pakistan Journal of Food Sciences.* 23 (2): 87-93.
8. Babatunde, R. O., Adeyemi, O., Adeebanke, E. A. (2019). Orange Fleshed Sweet Potato [OFSP] and Productivity: the case of smallholders in Kwara State, Nigeria, *Research inc.* 52(3): 105-111.
9. Bartova, V., and Barta, J. (2009). Chemical composition and nutrition value of protein concentrates isolated from potato (*Solanum tuberosum* L.) fruit juice by precipitation with ethanol or ferric chloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 57 (19): 9028-9034
10. Cameron, C. (2018). The evolution of a mixed methods study in work-integrated learning [special issue]. *International Journal of Work-Integrated Learning*, 19(3), 237-247.
11. Chowdhury, S., Meenakshi, J., Tomlins, K. I., and Owor, C. (2011). Are consumers in developing countries willing to pay more for micronutrient-dense biofortified foods? evidence from a field experiment in Uganda. *American Journal of Agricultural Economics.* page 121.
12. De- Groote, H., Gunaratna, N. S., Fisher, M., Kebebe, E. G., Mmbando, F. and Friesen, D. (2008). The Effectiveness of Extension Strategies for Increasing the Adoption of Biofortified Crops: The Case of Quality Protein Maize in East Africa' *Food Security*, Vol. 8(6), (2016) pp. 1101– 1121.
13. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, (2022). *The State of Food Security and Nutrition in the World: Repurposing Food and Agricultural Policies to make Healthy Diets more Affordable.* Rome, FAO.
14. Gumucio, S. (2011). *Data Collection Quantitative Methods, the KAP [Knowledge, Attitude and Practices] Survey Model.* IGC Communiqraphie Journal.
15. Hotz, C., Loechl, C., Lubowa, A., Tumwine, J. K., Ndeezi, G., Masawi, A. N., Baingana, R., Carriquiry, A., Brauw, A. D.,

- Meenakshi, J. V. and Gilligan, D. O. (2012). Introduction of B-carotene-rich orange sweet potato in rural Uganda results in increased vitamin A intake among children and women and improved vitamin A status among children. *The Journal of Nutrition*. 142, 1871–1880.
16. Kristen, R., Hans, V., Kathie, V. E., Marleen, T. (2006). A Knowledge, Attitude and Practice Survey among Obsterician-Gynaecologists on Intimate Partner Violence in Flanders, Belgium. *BM Public Health*. 6 (238):19.
  17. Low, J. W., Arimond, M., Osman, N., Cunguara, B., Zano, F. and Tschirley, D. (2009). A food-based approach: Introducing orange-fleshed sweet potatoes increased vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. *Journal of Nutrition Community and International nutrition*. 137:1320-1327.
  18. Masumba, E., Kapinga, R., Tollan, S., Mary, O., and Yongolo, K. C. (2007). Adaptability and Acceptability of new Orange-Fleshed Sweet Potato Varieties in Selected Areas of Eastern and Central Zones of Tanzania. In *Proceedings of the 13th ISTRC Symposium*, pages 737–745.
  19. Mazuze, F. M. (2004). *Analysis of Adoption and Production of Orange Fleshed Sweet Potatoes: The Case Study of GAZA Province in Mozambique*. Michigan State University.
  20. Mulume, J., Kankya, C., Ssempebwa, J. C., Mazeri, S., Muwonge, A. (2017). *A Framework for Integrating Qualitative and Quantitative Data in Knowledge, Attitude and Practice Studies: A Case Study of Pesticides Usage in Eastern Uganda*. Public Health Education and Promotion.
  21. Montano, D., Kasprzyk, D., Taplin, S. H. (2002). *The Theory of Reasoned Action and the Theory of Planned Behaviour*. Researgate.net.
  22. Naico, A. T. and Lusk, J. L. (2010). The value of a nutritionally enhanced staple crop: results from a choice experiment conducted with orange-fleshed sweet potatoes in Mozambique. *Journal of African Economies*. page 007.
  23. Nestel, P., Bouis, H. E., Meenakshi, J., and Pfeiffer, W. (2006). Biofortification of staple food crops. *The Journal of nutrition*, 136 (4):1064–1067.
  24. Okello, J. J., Shikuku, K. M., Sindi, K., Low, J. (2015). Farmers' Perception of Orange Fleshed Sweet Potato: Do Common Beliefs about Sweet Potato Production and Consumption Really Matter. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 15 (4): 10153-10170.

25. Omoare, A. (2019). Analysis of Profitability of Orange Fleshed Sweet Potato (*Ipomea batata*) in Osun State, Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Environment*.
26. Osman, N., Koroma, M., Adolphus, J. J. Hinckley, E. S., Dumbuya, G., Jebeh, S. B. (2020). Assessing the Likelihood of Adoption of Orange Fleshed Sweet Potato Genotype in Sierra Leone. *Academic Journals*. 12(1): 50-58.
27. Oloniyo, O. R., Omoba, S. O., Awolu, O. O., Olagunju, I. A. (2021). Orange-fleshed Sweet Potato Composite Bread: A Good Carrier of Beta ( $\beta$ )- Carotene and Antioxidant Properties. *Journal of food Biochemistry*. 45 (3).
28. Ouro-Gbeleou, T. (2018). Boosting Demand for Biotified Foods: the case of Orange Fleshed Sweet Potato Bread in Tamale, Ghana. Master's Thesis 1052. The University of San Francisco.
29. Rodrigues, N. R., Barbosa, J. L., and Barbosa, M. I. M. J. (2016). Determination of physico-chemical composition, nutritional facts and technological quality of organic orange and purple-fleshed sweet potatoes and its flours. *International Food Research Journal*. 23 (5): 2071-2078.
30. Roesler, P. V. S., Gomes, S. D., Moro, E., Kummer, A. C. B. and Cereda, M. P. (2008). Producao e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Parana. *Maringa*. 30 (1):117-122.
31. Schrader, P. G., Lawless, K. A. (2004). The Knowledge, Attitudes and Behaviours Approach: How to Evaluate Performance and Learning in Complex Environments. *ERIC*, 49 (19): 8-18.
32. Steed, L. E. and Truong, V. D. (2008). Anthocyanin Content, Antioxidant Activity, and Selected Physical Properties of Flowable Purple-Fleshed Sweet potato Purees. *Journal of Food Sciences*. 73 (5): 215-215-221.
33. Van Jaarsveld, P., Mieke, F., Sherry, A. T., Penelope, N., Carl, J. L. (2005). Beta-Carotene-Rich Orange Fleshed Sweet Potato improves the Vitamin A status of primary school children assessed with the modified relative-dose response test. *National Center of Biotechnology Information*. 81 (5): 1080-7.
34. Wheatley, C., and Loechl, C. (2008). A critical review of sweet potato processing research conducted by CIP and partners in Sub-Saharan Africa. *Social Science Working Paper No.4*.
35. World Health Organization [WHO] (2009). The global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. *WHO Global Database on Vitamin A Deficiency*. Geneva.

36. Worsley, A., Wang, W., Yeatman, H., Byrne, S., Wijayaratne, P. (2015). Does School Health and Home Economics Education Influence Adults' Food Knowledge? *Health Promotion International*. 34, 1-11.



## Evaluation de la Qualité de l'Eau des Milieux Lacustres Urbain et Périurbain du Moronou

*Kouadio Akissi Nathalie*

Département des Sciences et Technologie, Section Science de la Vie et de la Terre, Ecole Normale Supérieure, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Aboua Benié Rose Danielle*

*Yao Stanislas Silvain*

*Goore Bi Gouli*

UPR d'Hydrobiologie et d'Ecotechnologie des Eaux, Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, URF Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p51](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p51)

Submitted: 08 April 2023

Accepted: 16 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Kouadio A.N., Rose Danielle A.B., Silvain Y.S. & Gouli Bi G. (2023). *Evaluation de la Qualité de l'Eau des Milieux Lacustres Urbain et Périurbain du Moronou*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 51. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p51>

### Abstract

La perturbation des milieux est à l'origine de la destruction des habitats, elle contribue à la perte de la biodiversité et est une des causes du changement de la flore dans une localité. Elle entraîne par conséquent la transformation des associations végétales. L'objectif principal de cette étude est de rechercher les associations végétales dans le parc national du Banco suite aux plantations villageoises et aux essais sylvicoles dus à la recherche d'une méthodologie propre à la sylviculture africaine. Pour ce faire, la caractérisation phytosociologique des anciens sites de traitements et de la réserve forestière a été réalisée. La méthode utilisée est celle de la phytosociologie synusiale. Les 91 relevés (82 dans les anciens sites de traitements sylvicoles et 9 dans la réserve forestière) ont permis de recenser 337 espèces de plantes réparties en 65 familles et 268 genres. Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante des relevés a mis en évidence trois syntaxons dont deux sont constitués essentiellement des relevés des anciens sites de traitements et un des relevés de la réserve forestière. Aucun syntaxon ne renferme la totalité des espèces caractéristiques



de l'association Turraeantho-Heisterietum. Cependant, dans deux syntaxons, la proportion des espèces caractéristiques de cette association est supérieure à 50%. 70,59% dans le syntaxon à *Tarrietia utilis* et *Cola heterophylla* (syntaxon des forêts secondaires), 52,94% dans le syntaxon à *Cola chlamydantha* et *Drypetes chevalieri* (syntaxon de la réserve forestière). Alors que dans le syntaxon à *Dacryodes klaineana* et *Pleiocarpa mutica* (syntaxon des forêts secondaires), 41% de ces espèces caractéristiques ont été enregistrées. Les espèces caractéristiques des autres formations forestières sont également peu représentées dans les syntaxons (moins de 40%). Il ressort donc de cette étude que le parc national du Banco demeure une forêt à *Turraeanthus africanus* et *Heisteria parvifolia*.

---

**Keywords:** Fish population, quality scale, pollution, lake, Ivory Coast

---

## **Evaluation of the Water Quality of the Urban and Peri-urban Lake Environments of Moronou**

*Kouadio Akissi Nathalie*

Département des Sciences et Technologie, Section Science de la Vie et de la Terre, Ecole Normale Supérieure, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Aboua Benié Rose Danielle*

*Yao Stanislas Silvain*

*Goore Bi Gouli*

UPR d'Hydrobiologie et d'Ecotechnologie des Eaux, Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, URF Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

Sustainable water management is essential to enable economic development compatible with access to quality water. It contributes to the protection of environments and biodiversity through the use of a management tool. Thus, in the department of Bongouanou (Ivory Coast), a study was conducted to propose a water quality scale based on the fish population of urban and peri-urban lakes. Monthly experimental fishings were conducted from 5 pm to 7 am using two batteries of monofilament gillnets with mesh sizes ranging from 15 to 60 mm, between July 2017 and June 2018. The water quality scale for each lake was developed based on the tolerance/intolerance percentage of individuals and fish species caught. Thus, if the percentage of tolerant individuals is high at the detriment of intolerant individuals in a lake, then this environment would be of poor quality. A total of 1305 fish were

caught, of which 843 were in the peri-urban lake (Ehuikro) and 462 were in the urban lake (Kaby). In Ehuikro Lake, intolerant individuals (93.74%) as well as intolerant species (58.33%) dominate the population. Conversely, in Kaby Lake, tolerant individuals (93.83%) dominate and tolerant species represent 50% of the population. These results show that Kaby Lake is disturbed compared to Ehuikro Lake. These results could be explained by the drainage of domestic wastewater, used tires, and plastic waste which led to disturbances such as silting, bank erosion, sedimentation, and eutrophication in Kaby Lake. At Ehuikro Lake, these pressures are lower.

---

**Keywords:** Fish population, quality scale, pollution, lake, Ivory Coast

## Introduction

L'eau, tout comme l'air, est une source irremplaçable de vie, de bien-être et de santé, d'où l'importance d'en contrôler la qualité pour assurer la protection de la santé publique et celle des écosystèmes. Cependant, elle doit être gérée et protégée en raison de sa vulnérabilité à la surexploitation et à la pollution (Osuolale et Okoh, 2017). Malheureusement, les cours d'eau font partie des écosystèmes les plus influencés par les activités humaines. Les eaux usées générées sont évacuées dans le milieu naturel sans aucun dispositif d'épuration préalable. Cette situation impacte négativement les ressources en eau disponibles (eau souterraine et eau de surface) et contribue à la dégradation de l'environnement (PARU, 2020). En plus, ces activités anthropiques telles que les effluents domestiques, agricoles ou même industrielles riches en sels minéraux ont un impact sur la quantité et la qualité de l'eau ainsi que sur les différents organismes qui y vivent (Lotze *et al.*, 2006). Selon Youmbi *et al.* (2013), la pollution de l'eau est souvent due aux activités anthropiques consécutives à une urbanisation incontrôlable.

En Côte d'Ivoire, les études réalisées par Gooré Bi (2009) dans les systèmes aquatiques de la zone côtière ivoirienne ont révélé trois principales sources de pollution. Il s'agit des activités agricoles, des travaux d'aménagement et des rejets d'eaux usées industrielles. Le département de Bongouanou n'est pas en reste de ces sources de pollution. Ainsi, deux principaux lacs qui rendent d'importants services aux populations au niveau socio-culturel et socio-économique sont sujets à la pollution. Compte tenu de l'aménagement du territoire, ces lacs subissent la forte pression des activités anthropiques entraînant ainsi la dégradation de leur intégrité biotique. Ces intenses activités anthropiques pourraient entraîner une dégradation de la qualité de l'eau de ce lac. Vu l'importance de ces milieux lacustres et les risques de dégradation que pourraient causer la population locale à leur intégrité biotique, les informations relatives à la qualité de l'eau de ces milieux s'avèrent nécessaires. Il est donc indispensable de mener une étude dans le but

de proposer une échelle de la qualité de l'eau basée sur le peuplement ichtyologique des deux lacs. Dans ce travail, il s'agira de connaître la qualité de l'eau à partir de la tolérance/intolérance du pourcentage numérique des individus et des espèces de poissons capturées.

## **Matériel et méthodes**

### **Milieu d'étude**

Le lac Kaby (**figure 1**) est un lac artificiel, localisé dans la ville de Bongouanou avec une superficie de 35000 m<sup>2</sup>. Il est situé entre la latitude 6°38'48" et 6°38'56" Nord et entre la longitude 4°12'02" et 4°11'52" Ouest. Ce lac a été construit à partir d'une nappe souterraine en 1952 pour alimenter la population de Bongouanou en eau potable. Le lac Kaby est ravitaillé principalement par l'eau du lac Sokotè situé en amont, et par les eaux de ruissellement. Il est limité à l'Est par les bureaux de la Commission Electorale Indépendante (C.E.I), au Sud par les bureaux du Conseil régional du Moronou. Le Nord et l'Ouest sont occupés par des cultures maraichères et des pépinières d'hévéa et des habitations (Kouadio *et al.*, 2018). Le lac d'Ehuikro (Figure 1) est un barrage d'Alimentation en Eau Potable (AEP). Il se trouve actuellement à la périphérie de la ville de Bongouanou et il jouxte le village d'Ehuikro. Il est situé entre la latitude 6°38'12" et 6°38'40" Nord et la longitude 4°09'48" et 4°10'30" Ouest. Le régime hydrologique de ce lac dépend des régimes de la rivière sacrée Yakpo et du lac Kaby. Les alentours du lac d'Ehuikro sont occupés par des cultures vivrières, des élevages avicole et porcin et par l'hévéaculture (Kouadio *et al.*, 2019 a et b). Ces lacs sont sous l'influence de quatre saisons climatiques (deux saisons de pluie : mars-juillet et septembre-octobre et deux saisons sèches : novembre-février et août).

### **Echantillonnage de la faune ichtyologique**

Des pêches expérimentales ont été effectuées mensuellement sur une période de 12 mois (juillet 2017 à juin 2018) à l'aide de filets maillants monofilaments de mailles 15, 20, 25, 30, 40 et 60 mm. Ils sont posés à 17 h et visités le lendemain matin à 7 h. Les poissons capturés ont été identifiés selon les méthodes de Paugy *et al.* (2003 a et b) et Dunz et Schliewen (2013). Ils ont été ensuite regroupés par espèces en fonction des lacs et comptés.

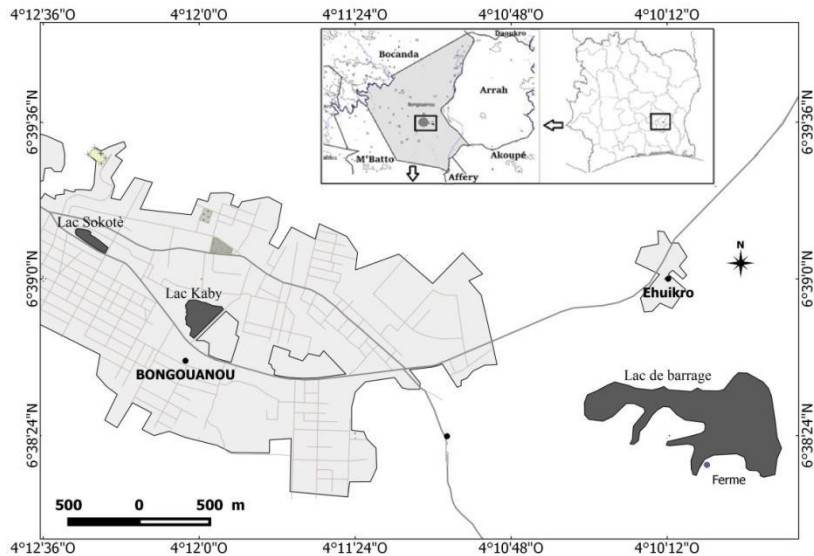


Figure 1. Localisation géographique des lacs Kaby et d'Ehuikro

### Analyse et traitement des données

La richesse spécifique au niveau de chaque lac a été déterminée et les données collectées ont été analysées à l'aide des proportions numériques des individus et des espèces ( $N = \sum_{i=1}^s p_i \times \log_2 p_i$ , avec :  $N_i$  = Nombre d'individus/espèces ;  $N_t$  = Nombre total d'individus/espèces dans un milieu). Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et l'Équitabilité ( $E$ ) des peuplements ichthyologiques des lacs Kaby et d'Ehuikro ont été calculées sur la base de l'abondance numérique des espèces à l'aide du logiciel Past. Toutes ces analyses ont été réalisées respectivement selon les formules suivantes :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \times \log_2 p_i$$

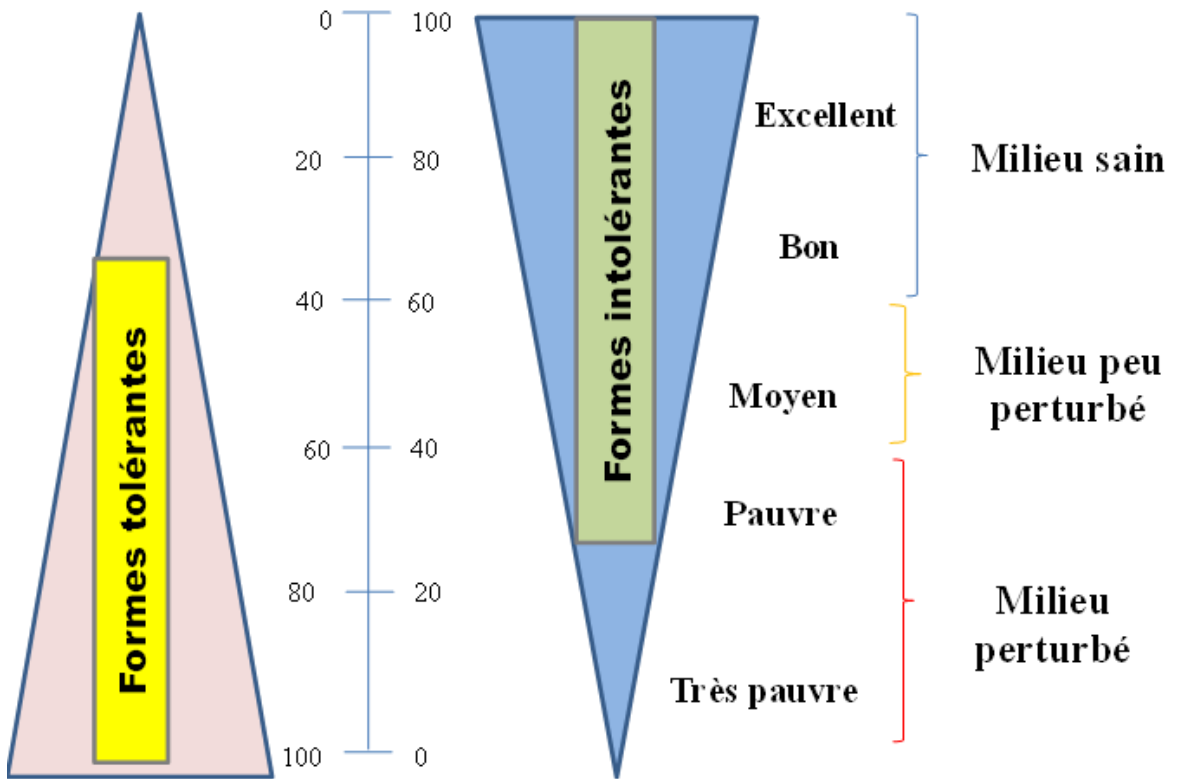
Avec :  $P_i = n_i/N$  ;  $S$  = Nombre d'espèces ;  $N$  = Somme des effectifs des espèces ;  $n_i$  = Effectif de la population liée à chaque espèce ;  $P_i$  = Abondance relative de l'espèce  $i$  dans l'échantillon.

$E = H'/\log_2 S$ , avec :  $H'$  = Indice de diversité spécifique de Shannon ;  $S$  = Richesse spécifique.

Le test Chi-deux, réalisé à l'aide du programme Statistica 7.1, a été utilisé pour comparer la diversité de Shannon et l'Équitabilité entre les deux lacs.

Concernant la méthodologie de l'échelle de qualité de l'eau, elle a été élaborée en fonction du pourcentage des individus et espèces

tolérant(e)s/intolérant(e)s des lacs Kaby et d'Ehuikro. Si le pourcentage d'individus tolérants ou des espèces tolérantes est élevé ( $> 60\%$ ) au détriment des individus intolérants ou des espèces intolérantes ( $\leq 40\%$ ) alors, ce milieu serait "Perturbé" (**figure 2**), dans le cas contraire, le milieu serait "Sain". Par ailleurs, si le pourcentage des formes intermédiaires est  $\geq 50\%$  ou si le pourcentage des tolérants/intolérants est entre  $40-60\%$ , alors le milieu serait de «moyenne qualité».



**Figure. 2.** Modèle de modification de la structure de la communauté des poissons en fonction de la qualité du milieu (Gooré Bi, 2009)

## Résultats

### Richesse et composition spécifique

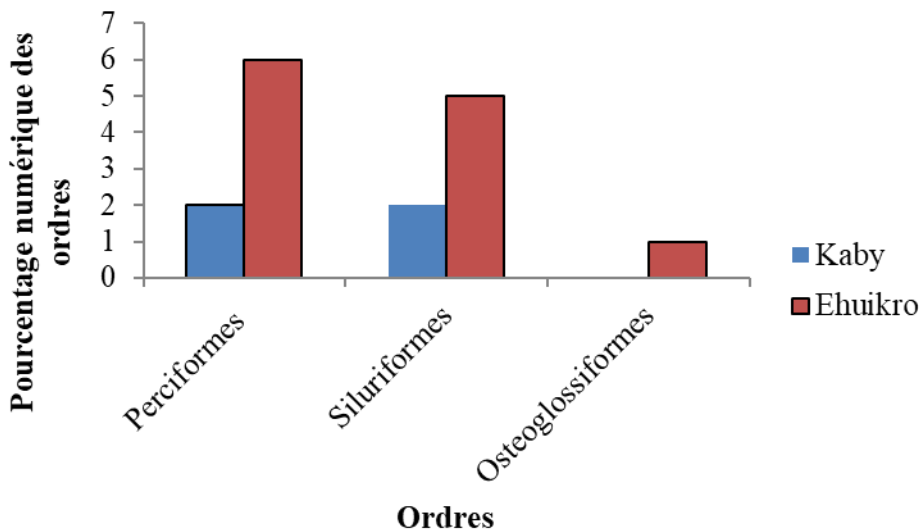
L'inventaire qualitatif du peuplement a révélé la présence 12 espèces de poissons dans l'ensemble des deux lacs dont quatre espèces capturées à Kaby et 12 espèces capturées à Ehuikro (**Tableau I**). Ces espèces appartiennent à trois ordres, six familles et neuf genres.

1305 poissons, dont 843 et 462 ont été capturés dans les lacs Kaby et Ehuikro respectivement.

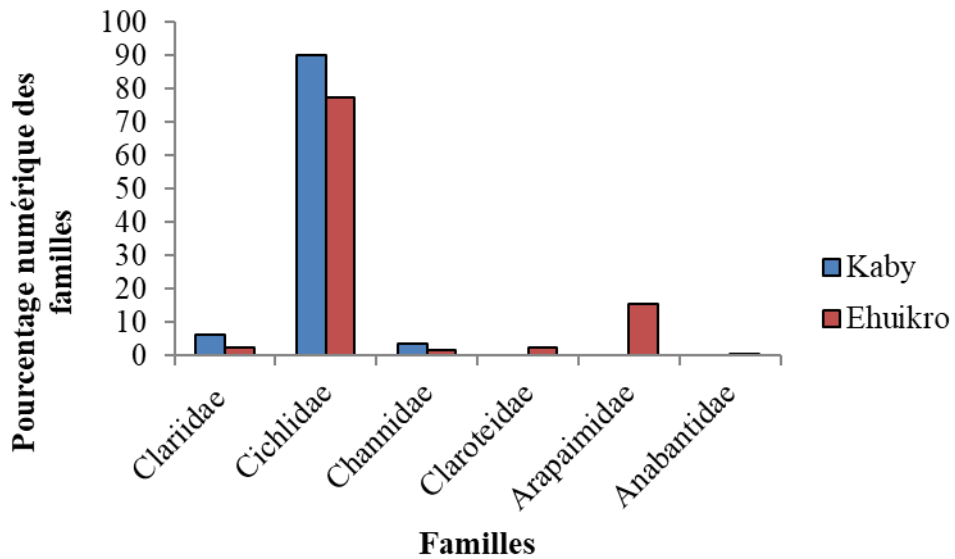
L'abondance des différentes familles indique que les Cichlidae avec une abondance numérique de 90,27 % sont les mieux représentées dans le lac Kaby. Ensuite viennent les familles des Clariidae (6,17 %) et des Channidae (3,56 %) (**Figure 4 A**). Au niveau du lac d'Ehuikro, la famille des Cichlidae (77,49 %) domine également le peuplement. Elle est suivie des Arapaimidae (15,58 %). Les autres familles représentent chacune moins de 3 % de l'ensemble des captures de ce lac (**Figure 4 B**).

La **Figure 5** montre l'abondance numérique des espèces de poissons des différents lacs. Au niveau du lac Kaby, *Oreochromis niloticus* avec une proportion numérique de 90,27 % est l'espèce la plus abondante. Les espèces *Clarias anguillaris*, *Parachanna obscura* et *Clarias buettikoferi* ne représentent que 5,57 %, 3,56 % et 0,59 % respectivement (**Figure 5 A**). Concernant le peuplement du lac d'Ehuikro, *Hemichromis fasciatus* est l'espèce la plus abondante avec 64,36 % de l'effectif total. Elle est suivie respectivement de *Heterotis niloticus* (15,76 %), *Coptodon zillii* (7,77 %) et *C. guineensis* (3,45 %). Les huit autres espèces représentent chacune 8,58 % (**Figure 5 B**).

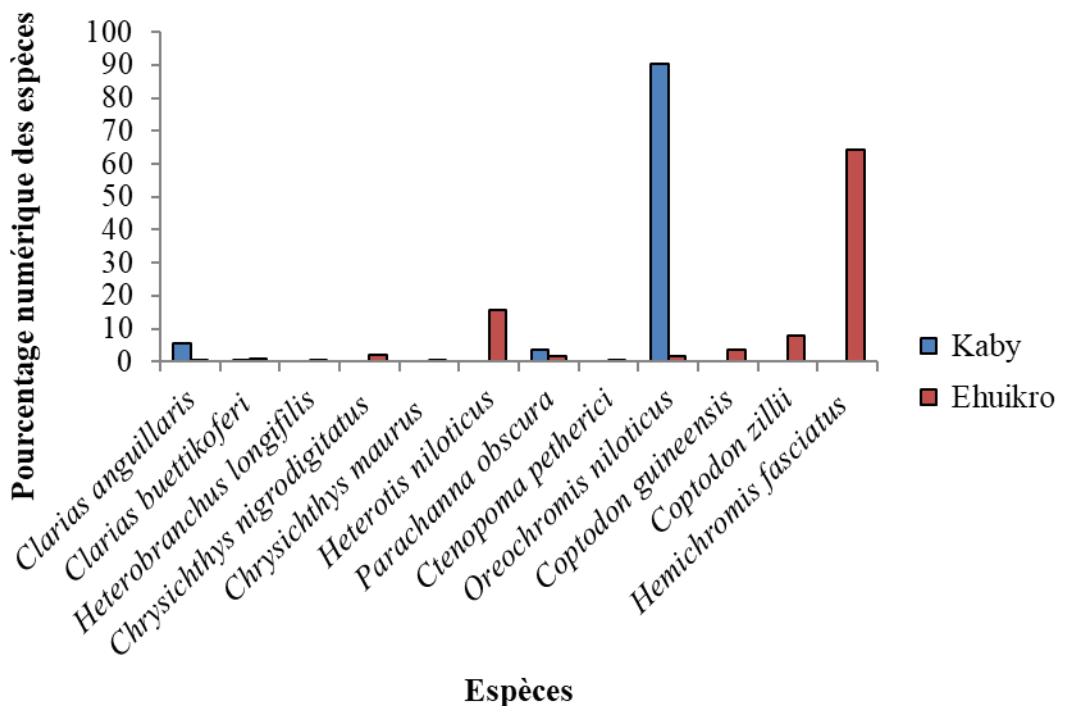
Les valeurs les plus élevées de l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) et l'Équitabilité ( $E$ ) ont été obtenues dans le lac Ehuikro (respectivement de 1,26 et de 0,5). Par contre dans le lac Kaby, des valeurs basses ont été notées ( $H'=0,4$  et  $E=0,29$ ) (**Tableau I**). Le test de Chi-deux indique qu'il y a une différence significative l'indice de diversité de Shannon et l'Équitabilité entre les lacs Kaby et Ehuikro (Khi-deux,  $p < 0,05$ ).



**Figure 3.** Pourcentage en nombre d'espèces des ordres de poissons inventoriés dans les lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018



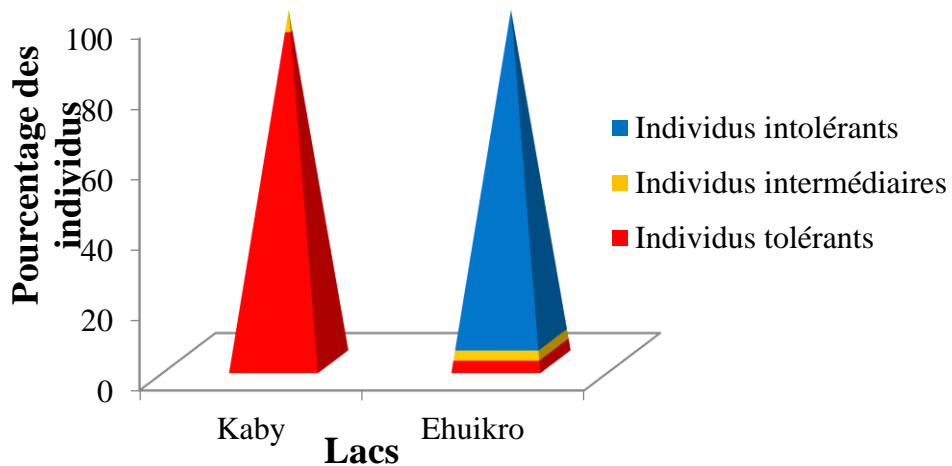
**Figure 4.** Pourcentage en nombre d'espèces des familles de poissons inventoriés dans les lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018



**Figure 5.** Pourcentage en nombre d'espèces de poissons inventoriés dans les lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018

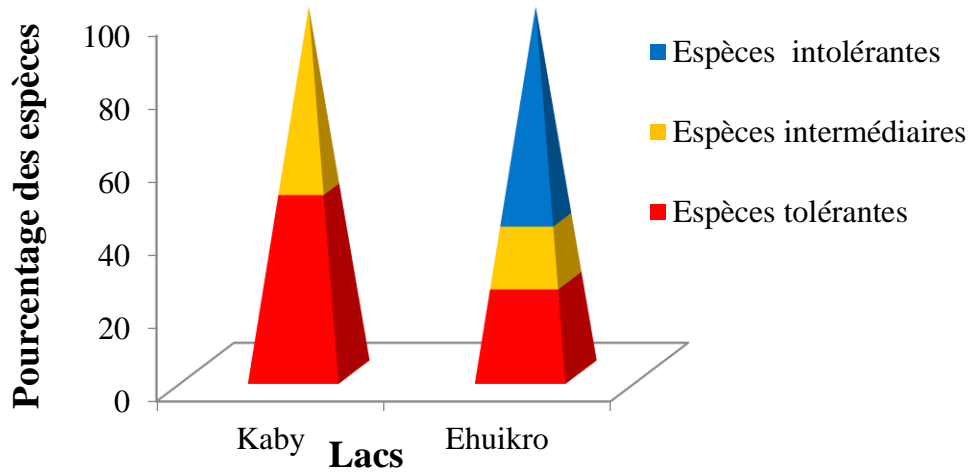
### Echelle de la qualité de l'eau

L'échelle de la qualité de l'eau a été élaborée en fonction du pourcentage des individus tolérants/intolérants des lacs Kaby et d'Ehuikro. L'analyse de la faune ichtyologique de ces lacs montre que le pourcentage des individus tolérants du lac Kaby est très élevé (93,83 %) contrairement au pourcentage des individus tolérants (3,45 %) du lac d'Ehuikro. Par contre, les individus intolérants, absents dans le lac de Kaby, dominent le peuplement dans le lac Ehuikro (93,74 %) (**Figure 6**). La **figure 7** indique que les espèces intolérantes dominent aussi le peuplement du lac d'Ehuikro avec 58,33 % et les espèces tolérantes et intermédiaires représentent respectivement 25 % et 16,66 % du peuplement. Au niveau du lac Kaby, les espèces tolérantes et intermédiaires représentent chacune 50 % du peuplement.



**Figure 6.** Pourcentage numérique des individus de poissons en fonction de leur tolérance à la pollution des lacs Kaby et d'Ehuikro





**Figure 7.** Pourcentage numérique des espèces de poissons en fonction de leur tolérance à la pollution des lacs Kaby et d'Ehuikro

**Tableau 1.** Richesse, indice de diversité et sensibilité à la tolérance des espèces de poissons des lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018.

ordres	familles	genres	espèces	Lacs		Tolérance	
				Kaby	Ehuikro		
Ostéoglossiformes	Arapaimidae	<i>Heterotis</i>	<i>Heterotis niloticus</i> (Cuvier, 1829)		+	Intolérante	
Siluriformes	Claroteidae	<i>Chrysichthys</i>	<i>Chrysichthys maurus</i> (Valenciennes, 1840)		+	Intolérante	
			<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> (Lacepède, 1803)		+	Intolérante	
Perciformes	Clariidae	<i>Heterobranchus</i> <i>Clarias</i>	<i>Heterobranchus longifilis</i> Valenciennes, 1840		+	Intolérante	
			<i>Clarias anguillaris</i> (Linné, 1758)	+	+	Tolérante	
			<i>Clarias buettikoferi</i> Steindachner, 1894	+	+	Intolérante	
	Channidae	<i>Parachanna</i>	<i>Parachanna obscura</i> (Günther, 1861)		+	+	Intermédiaire
	Cichlidae	<i>Hemichromis</i> <i>Coptodon</i>	<i>Hemichromis fasciatus</i> Peters, 1857 <i>Coptodon zillii</i> (Gervais, 1848) <i>Coptodon guineensis</i> (Günther, 1862)			+	Intolérante
							+
						+	Intermédiaire
						+	Intermédiaire
	Anabantidae	<i>Oreochromis</i> <i>Ctenopoma</i>	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linné, 1758) <i>Ctenopoma petherici</i> Günther, 1864	+	+	Intermédiaire Intolérante	
R	3	6	9	12	4	12	
H'					0,4	1,26	
E					0,29	0,5	

R = Richesse spécifique ; H' = Diversité de Shannon-Weaver ; E = Equitabilité

## Discussion

La richesse spécifique dans les deux lacs (lac Ehuikro : 12 et lac Kaby : 4) peut s'expliquer par un certain nombre de caractéristiques du milieu notamment la superficie et la profondeur. En effet, le lac d'Ehuikro a une plus grande superficie et une plus grande profondeur. Selon Vannote *et al.* (1980) et Hugueny (1990), les milieux aquatiques sont d'autant plus riches que les habitats sont plus diversifiés et que la surface du bassin augmente. Pour Yáñez-Arancibia (1985), la richesse spécifique dépend de la taille du bassin versant. En effet, la richesse en espèces d'un bassin hydrographique est en partie liée à l'existence d'espèces endémiques qui ont évolué à l'intérieur de ce bassin.

L'étendue plus vaste et la profondeur plus grande du lac d'Ehuikro confèrent à ce lac une hétérogénéité plus grande que celle du lac Kaby. Par ailleurs, Didier (1997) indique que, l'hétérogénéité environnementale assure une richesse en espèces plus élevée par rapport à celle susceptible d'être rencontrée dans les conditions environnementales homogènes. Ces résultats pourraient être dus aussi à l'origine ou à l'alimentation de ces lacs. Certains auteurs comme Day et Grindley (1981) et Yáñez-Arancibia (1985) indiquent que la richesse spécifique dépend des connexions existantes entre l'estuaire et les écosystèmes amont et aval ainsi que de la région biogéographique. Le lac d'Ehuikro a été construit sur la rivière Yakpo donc bénéficie du peuplement de cette rivière alors que le lac Kaby qui est créé à partir d'une nappe souterraine est alimenté seulement par le lac sacré Sokotè qui est lui-même d'origine souterraine et les eaux de ruissellement, pendant les saisons de fortes pluies. Aussi, l'environnement abiotique pourrait-il être un indicateur de stress du milieu, expliquant ainsi la faible diversité du peuplement ichthyologiques du lac Kaby. En effet, ce lac se trouve en pleine agglomération. Par conséquent, il subit l'influence de plusieurs activités anthropiques telles que le déversement des ordures ménagères, le rejet des eaux usées domestiques, le drainage des déchets plastiques, solides et organiques via plusieurs canaux par les eaux de ruissellement. Toutes ces activités génèrent des ions. Leur présence excessive dans l'eau engendre des effets nuisibles sur la croissance de la faune aquatique (Bremond et Vuichard, 1973) et des soucis sur la conservation de poissons (Keith, 2000).

L'analyse du degré d'organisation du peuplement ichthyologique montre que le lac d'Ehuikro, avec un indice de diversité de Shannon de 1,26, présente une bonne organisation comparée au lac Kaby qui est déséquilibré compte tenu de sa faible valeur (0,4). De plus, l'indice d'Equitabilité de 0,5 du lac d'Ehuikro indique ce lac est stable que le lac Kaby dont l'Equitabilité est de 0,29 qui semble être dans un état écologique perturbé par rapport au lac d'Ehuikro. Cette situation s'expliquerait par son anthropisation, en l'occurrence par les cultures maraichères le long du lac et aussi par le drainage des eaux usées, des pneus usés et des déchets plastiques via plusieurs canaux occasionnant l'ensablement et la sédimentation. En outre, l'analyse de l'échelle de la qualité de l'eau basée sur le nombre d'individus montre que la qualité de l'eau du lac d'Ehuikro est bonne avec une proportion numérique élevée des individus intolérants comparée à celle du lac Kaby. Cela est dû à l'environnement du lac d'Ehuikro. En effet, ce lac se trouve à 1 km de la ville en pleine forêt et il est entouré de plantes aquatiques. Il subit peu la pression des activités anthropiques en raison de son faible taux d'aménagement. Gooré Bi (2009) indique qu'un milieu où le nombre d'espèces et le nombre d'individus intolérants sont élevés, est un milieu sain. Les résultats de l'échelle de la qualité de l'eau basée sur le nombre d'espèces montrent que la qualité de

l'eau des lacs Kaby et d'Ehuikro est moyenne. En effet, le pourcentage des espèces intolérantes de chacun de ces lacs ne dépasse pas 60 % de son peuplement. Par ailleurs, en considérant les différents pourcentages des espèces intolérantes et les espèces intermédiaires du lac d'Ehuikro, ce lac peut être considéré comme sain. Par contre, les espèces intermédiaires et les espèces tolérantes du lac Kaby se partagent la part du peuplement donc ce lac est considéré comme un milieu perturbé. Pour Oberdorff et Porchet (1994) et Gooré Bi, (2009), un nombre élevé d'espèces intolérantes indique une bonne qualité de l'eau. Karr *et al.* (1986) et Ganasan et Hughes (1998) affirment que les espèces intolérantes sont les premières à disparaître à la suite d'une dégradation de la qualité de l'eau, de l'habitat ou d'une combinaison de ces deux facteurs et les dernières à réapparaître après leur restauration. Le peuplement ichthyologique du lac d'Ehuikro abrite plus d'espèces, plus individus intolérants et plus d'espèces intolérantes que celui du lac Kaby. Donc le lac d'Ehuikro pourrait être considéré comme un milieu qui offre des meilleures conditions de vie aquatique.

## Conclusion

L'inventaire du peuplement piscicole a permis de capturer 12 espèces dans l'ensemble des deux lacs dont quatre à Kaby et 12 à Ehuikro. Ces espèces sont réparties en neuf genres, six familles et trois ordres. Au plan quantitatif, le lac Kaby est majoritairement dominé par l'espèce *Oreochromis niloticus*. Dans le lac d'Ehuikro, *Hemichromis fasciatus* et *Heterotis niloticus* sont les plus abondants. L'analyse de la faune ichthyologique de ces lacs montre que le pourcentage des individus intolérants et des espèces intolérantes dominant le peuplement du lac d'Ehuikro. Par contre, malgré que les individus tolérants dominant, les espèces tolérantes représentent 50% du pourcentage de la richesse spécifique dans le lac Kaby. Cette étude a permis d'établir pour la première fois d'établir une échelle de la qualité de l'eau basée sur le pourcentage des individus tolérants/intolérants.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Mrs MOTCHIE Fato Edouard et FOFANA Nahon ainsi que les pêcheurs qui ont aidé à la collecte des données sur le terrain.

## References:

1. Bremond, R. & Vuichard, R. (1973). Les paramètres de la qualité des eaux. Ed. La documentation française, Paris, 173 p.
2. Day, J. H. & Grindley, J. R. (1981). The estuarine ecosystem and environmental constraints ; *in* Day (Ed) : Estuarine ecology with particular reference to South Africa ; Balkema, Rotterdam, pp. 345-

- 373.
3. Didier, J. (1997). Indice biotique d'intégrité piscicole pour évaluer la qualité écologique des écosystèmes lotiques. Thèse de Doctorat ès sciences, Facultés Universitaires Notre-Dame de la paix (Belgique), 313 p.
  4. Dunz, A. R. & Schliewen, U. K. (2013). Molecular phylogeny and revised classification of the haplotilapiine cichlid fishes formerly referred to as "Tilapia". *Molecular Phylogenetic Evolution*, 68 (1) : 64-80.
  5. Ganasan, V. & Hughes, R. M. (1998). Application of an index of biological integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), *Indian Freshwater Biology*, 40 : 367-383.
  6. Gooré Bi, G. (2009). Impact des activités humaines sur les communautés de poissons dans les systèmes aquatiques de la zone côtière ivoirienne (Côte d'Ivoire) : Établissement d'un indice d'intégrité biotique (IIB). Thèse de Doctorat d'État. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 177 p.
  7. Hugueny, B. (1990). Richesse des peuplements de poissons dans le Niandan (Haut Niger, Afrique) en fonction de la taille de la rivière et de la diversité du milieu. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 23 : 351-364.
  8. Karr, J. R., Fausch, K. D., Angermeier, P. L., Yant, P. R. & Schlosser, I. J. (1986). Assessing biological integrity in running waters a method and its rationale. *Illinois Natural History Survey*, special publication, 5 Urbana, 28 p.
  9. Keith, D. W. (2000). Geoeengineering the Climate: *Energy and Environment*, 25 : 245-284.
  10. Kouadio, A. N., Gooré Bi, G., Yao, S. S., Koffi, K. B. & Konan, Y. A. (2018). Premières données du peuplement ichthyologique d'un plan d'agglomération : le lac Kaby de Bongouanou (Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24 (4) : 1591-1602.
  11. Kouadio, A. N., Koffi, K. B., Yao, S. S., Goore Bi, G., N'doua, E. R. & Konan, Y. A. (2019a). Inventory of ichthyological population and on some physicochemical parameters characteristics of a drinking water supply dam : the lake Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire). *International Journal of Biosciences*, 15 (4) : 339-349.
  12. Kouadio, A. N., Konan, Y. A., Yao, S. S., Gogbé, Z. M. & Gooré Bi, G. (2019b). Food and feeding habits of *Hemichromis fasciatus* Peters, 1857 and *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829) in lake Ehuikro (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (7) : 3039-3052.

13. Lotze, H. K., Lenihan, H. S., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R. G., Kay, M. C., Kidwell, S. M., Kirby, M. X., Peterson, C. H & Jackson, J. B. C. (2006). Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas. *Science*, 312 : 1806-1809.
14. PARU (2020). Sous- projet d'aménagement de la cuvette d'Anoukoua dans la commune d'Abobo : constat d'impact environnemental et social. 22-309.
15. Paugy, D., Lévêque, C. & Teugels, G. G. (2003a). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1. Collection faune tropicale 40. Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (Paris, France) MRAC et MHN (Tervuren), 457 p.
16. Paugy, D., Lévêque, C. & Teugels, G. G. (2003b). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 2. Collection faune tropicale 40. Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (Paris, France) MRAC et MHN (Tervuren), 815 p.
17. Oberdorff, T. & Porchet, J.-P. (1994). An index of biotic integrity to assess biological impacts of Salmonid farm effluents on receiving waters. *Aquaculture*, 119 : 219-235.
18. Osuolale, O. & Okoh, A. (2017). Human enteric bacteria and viruses in five wastewater treatment plants in the Eastern Cape, South Africa. *Journal of Infection and Public Health*, 10 : 541–547.
19. Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37 : 130-137.
20. Yáñez-Arancibia, A. (1985). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons ; towards an ecosystem integration. UNAM Press, Mexico, 654 p.
21. Youmbi, J. G. T., Feumba, R., Njitat, V.T., Marsily de, G. & Ekodeck, G. E. (2013). Pollution de l'eau souterraine et risques sanitaires à Yaoundé au Cameroun. *Comptes Rendus Biologies*, 336 : 310-316.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Some Medicinal Plants with Anti-breast Cancer Activity and the Input of Phytotherapy in the Treatment of Breast Cancer

*Afiwa Dodzi Anago*

*Julien A. Gaetan Segbo*

Research Unit of Non-Communicable Diseases and Cancer, Research-Laboratory in Applied Biology, Polytechnic School of Abomey-Calavi, University of Abomey-Calavi, Republic of Benin

*Freddy Gnanon*

Faculty of Health Sciences,  
University of Abomey-Calavi, Republic of Benin  
Inserm U1094, IRD U270, Univ. Limoges, CHU Limoges, EpiMaCT - Epidemiology of chronic diseases in tropical zone, Institute of Epidemiology and Tropical Neurology, Omega Health, Limoges, France

*Casimir D. Akpovi*

Research Unit of Non-Communicable Diseases and Cancer, Research-Laboratory in Applied Biology, Polytechnic School of Abomey-Calavi, University of Abomey-Calavi, Republic of Benin

*Clement Agbangla*

Faculty of Sciences and Techniques,  
University of Abomey-Calavi, Republic of Benin

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p66](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p66)

Submitted: 18 January 2023

Accepted: 16 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Anago A.D., Gaetan Segbo J.A., Gnanon F., Akpovi C.D. & Agbangla C. (2023). *Some Medicinal Plants with Anti-breast Cancer Activity and the Input of Phytotherapy in the Treatment of Breast Cancer*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 66.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p66>

### Abstract

**Aim:** Breast cancer is the most commonly diagnosed cancer leading to death among women worldwide. Despite the advances in the diagnosis skills and in the treatment of breast cancer, it has been observed that the recurrence rate experienced by breast cancer patients is quite high. Many plants have been reported to have anti-breast cancer properties. This paper focuses on determining the role of phytotherapy in the treatment of breast cancer.

**Methods:** The following key search terms were used on Pubmed, Google scholar, and Researchgate: breast cancer, breast cancer cell lines, phytotherapy, medicinal plants in the treatment of breast cancer, treatment of breast cancer, cytotoxics effects of plant extracts on breast cancer *in vitro/ in vivo*, integrative oncology, and natural products as sources of drugs. Pertinent reviews in English language were examined.

**Results:** It has been observed that many studies were conducted *in vitro and in vivo* to demonstrate the anti-breast cancer activities of a myriad of plants. While investigations are being made to prove the anti-breast cancer effects of many plants, the use of phytomedicine is not generating enough attention by mainstream practitioners. Some significant results were observed by patients with breast cancer history through the combination of phytotherapy and conventional medicines.

**Discussion:** The conventional treatment of breast cancer is often accompanied with side effects. Many patients in low-income countries are faced off with the enormous cost of conventional treatment. Hence, there is a need to search for new bioactive substances in the treatments of breast cancer. Phytotherapy is a promising approach and herbal preparations are to be used in the same way as conventional medicine in the treatment of breast cancer.

**Conclusion:** Phytotherapeutics products are used more often in the treatment of breast cancer as adjuvant therapy. In Africa, the use of herbal products in the treatment of breast cancer still remains in the hands of traditional-practitioners, without any control of quality and efficacy. Standard methods for the preparation of herbal products are to be determined in order to adopt phytotherapy in the treatment of breast cancer as much as conventional treatment.

---

**Keywords:** Breast cancer, phytotherapy, anti-breast cancer properties, plant extracts

## Introduction

Breast cancer is the most common cancer in women worldwide (Ferlay et al., 2019). Over 2.3 million new cases and 685,000 deaths from breast cancer occurred in 2020 (Arnold et al., 2022). The management of breast cancer has seen significant advancements in recent decades, with various approaches such as surgery, hormone therapy, chemotherapy, radiation therapy, and immunotherapy being employed to combat this condition. Nonetheless, the treatment faces substantial challenges in terms of its expense, adverse effects, and the systemic toxicity associated with existing chemotherapeutic agents, along with the development of drug resistance (Kingham et al., 2013). Natural products and their structural analogues have historically made a major contribution to pharmacotherapy, especially for



cancer and infectious diseases (Atanasov et al., 2021). The recognition of medicinal plants as effective and inexpensive sources of synthetic novel chemotherapeutic compounds is increasing in the last decades and many researchers focus their research on this promising area (Omogbadegun, 2013). For example, in the area of cancer, over the time frame from 1981 to 2019, out of the 185 small molecules used for the treatments of cancer, 62 or 33.5% are natural compounds. However, adding 58 natural products such as pharmacophore and pharmacophore/mimic brings the figure to 64.9% (Newman et al., 2020). It has been noticed that most of time, patients use plant products for self-medication (Rossi et al., 2015). They use products derived from all or parts of plants and this is a common practice in all civilizations around the world including Asia, Africa, Europe, and America (Rossi et al., 2015). Herbal-based and plant-derived products can be thus exploited with sustainable comparative and competitive advantages, especially in developing countries to reduce the exorbitant cost of breast cancer treatment. This study presents an overview of the input of phytotherapy in the treatment of breast cancer.

## **1. Methods**

For the elaboration of this study, the under listed key words were searched on Pubmed, Google scholar, and Researchgate: breast cancer, breast cancer cell lines, phytotherapy, medicinal plants in the treatment of breast cancer, treatment of breast cancer, cytotoxic effects of plant extracts on breast cancer *in vitro/ in vivo*, integrative oncology, and natural products as sources of drugs. Searches were limited to articles in English language. 369 articles that were published from 1993 to 2023 were identified. After extracting 150 articles, the remaining 219 pertinent articles were scrutinized.

## **2. Results**

### **2.1 Plants Products as Adjuvant Therapy in the Treatment of Breast Cancer**

Conventional treatment of breast cancer may include surgery, radiation, chemotherapy, and hormone therapy. The stage of diagnosis influences both the prognosis and the treatment strategies for breast cancer. Breast cancer is usually treated by combining surgery with radiation, chemotherapy, and hormone therapy, whereby surgery is usually the first step in cancer treatment (Ma et al., 2011). However, the conventional treatment is often coupled with severe side effects such as nausea, fatigue, vomiting, and hair loss. Furthermore, with patient survival rates increasing, oncologists and other therapists have to become more sensitive to the needs of breast cancer survivors, which goes beyond the mere alleviation of symptoms (Ma et al., 2011).

A new trend in the breast cancer therapy is the combination of the conventional and complementary alternative medicine (CAM). Breast cancer survivors who combine the standard medicine, namely, chemotherapy and radiotherapy with the complementary are increasing (Ma et al., 2011). “Complementary” or “alternative” medicine refers to the methods advocated by other medical approaches, which include a multitude of diverse medical and health care systems, practices and products, not generally considered as part of conventional medicine (Ma et al., 2011). Among CAM treatments, herbal preparations or phytotherapy are commonly used to treat cancer patients (Ma et al., 2011). Generally, phytotherapeutic products were used as a combination therapy with the conventional chemotherapy to hopefully increase the therapeutic benefit and quality of life (QoL), as well as to decrease the side effects or complications of the conventional medicine (Nagykálnai et al., 2014). In the breast cancer domain, the biological effects of herbal medicinal products could be diverse (Nagykálnai et al., 2014). It can be used as defence against malignancy by increasing detoxification or cleaning and modification of the action of some hormones and enzymes (Rossi et al., 2015). Phytotherapeutic products are also used to reduce the side effects and complications of chemotherapy and radiotherapy (Rossi et al., 2015). Herbal preparations help improve the function of the body’s immune cells (i.e., stimulation of the production of cytokines including interleukin, interferon, tumour necrosis factor, and colony stimulating factor) (Rossi et al., 2015). It has been identified by the National Cancer Institute that several commonly used herbs possess cancer-preventive properties. These include members of the *Allium* sp. [garlic, onions and chives], members of the Labiatae family [basil, mints, oregano, rosemary, sage, and thyme], members of the Zingiberaceae family [turmeric and ginger], and members of the Umbelliferae family (anise, caraway, celery, chervil, cilantro, coriander, cumin, dill, fennel, and parsley) (Chan et al., 1993). Curcumin, a polyphenolic compound, is a secondary metabolite isolated from the rhizomes of turmeric. It exhibits a number of therapeutic effects, including anti-cancer properties, via modulating different molecular regulators (Shanmugam et al., 2015; Devassy et al., 2015). Several clinical studies researched the effects of curcumin in breast cancer. In a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial, oral curcumin (6.0 g/day) during radiotherapy was found to reduce the severity of radiation dermatitis in breast cancer patients (Ryan et al., 2013). Another study showed that curcumin could be used as an *in vivo* inhibitor of breast cancer resistance protein (Kusuhara et al., 2012). Bayet-Robert et al. (2010) recommended a daily dose of 6000 mg of curcumin for seven consecutive days every 3 weeks in combination with a standard dose of docetaxel for the combination therapy in advanced and metastatic breast cancer patients. Garlic has been indicated to mitigate the adverse effects of several anticancer therapies (Raisuddin et al.,

2018). Allicin, a bioactive compound of garlic has been found to enhance the anticancer effect of tamoxifen in mice and reduce the liver injury caused by tamoxifen treatment. Allicin also improved the tamoxifen-induced changes in the levels of superoxide dismutase, glutathione, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, and alanine aminotransferase (Nasr et al., 2014). Onion (*Allium cepa*) and scallion (*Allium fistulosum*) were also included in *Allium* genus, which showed cancer-preventive effects, attributed to sulfur-containing compounds (Nicastro et al., 2015). In addition, there are also other constituents in onion, such as quercetin and fisetin which possess anticancer effects. Fisetin showed cancer-preventive effects via modulating the PI3K/Akt/mTOR pathway in cancer cell models (Syed et al., 2013) and in animal models (Khan et al., 2013). Ginger (*Zingiber officinale*) is rich in several bioactive phenolics, including non-volatile pungent compounds such as gingerols, paradols, and shogaols (Karna et al., 2012) which possess anticarcinogenic properties (Prasad et al., 2015; Haniadka et al., 2012; Pereira et al., 2011). Cancer development and progression could be decreased by 6-shogaol via inhibiting the production of inflammatory mediator chemokine (C-C motif) ligand 2 (CCL2), derived from breast tumor-associated dendritic cells (TADCs) (Hsu et al., 2015). A clinical trial showed that inhaled ginger aromatherapy might be a complementary therapy for chemotherapy-induced nausea and vomiting in women with breast cancer (Lua et al., 2015).

Many herbs contain a variety of phyosterols, triterpenes, flavonoids, saponins, and carotenoids, which have been shown from studies of legumes, fruit, and vegetables to be cancer chemoprotective (Nishimura et al., 1993). Vegetable and fruits have a high content of healthy components such as vitamins, minerals, and fibers. Subsequently, phytoconstituents resulting from herbs such as *Vinca rosea*, *Taxus species*, *Allium sativum*, *Aloe vera*, *Angelica sinensis*, *Astragals membranaceus*, *Glycine max*, *Glycyrrhiza glabra*, *Hordeum vulgare*, *Hydrocotyle asiatica*, *Medicago sativa*, *Morinda citrifolia*, *Panax pseudoginseng*, *Saussurea lappa*, *Taxus wallichiana*, *Tinospora cordifolia*, *Viscum album*, *Withania somnifera*, *Zingiber officinale* etc. have been used in numerous preparations to improve function of the body's immune cells that stimulates production of cytokines including interleukin, interferon, tumor necrosis factor, and colony stimulating factor. These preparations assist the body to battle cancer more efficiently and also decrease the harmful side effects of chemotherapy and radiotherapy (Sabarkar & Deshmukh, 2011). According to a meta-analysis, the combined prevalence for "current use" of complementary and alternative medicine (CAM) by patients with cancer is 40% (Horneber et al., 2012). In the past few years, this rate seems to have increased, with more than 90% of patients with breast cancer using some type of CAM. Nonetheless, a high heterogeneity exists between Western countries with respect to CAM usage. Thus, the United States are regarded as the highest

while Italy and the Netherlands are identified as the lowest (Horneber et al., 2012). Dobos et al. (2012) reported the practice of the concept of integrative oncology for breast cancer patients by German cancer centres such as the Department of Internal and Integrative Medicine, Kliniken Essen-Mitte, academic teaching hospital of the University of Duisburg-Essen, and the Breast Centre at Kliniken Essen-Mitte (Dobos et al., 2012). In Africa, despite the heterogeneous nature of the continent and a deluge of information on the composition and biological activity of many plant substances, few efforts have been devoted to the development of chemotherapeutic and prophylactic agents from plants. Therefore, many breast cancer patients in Africa use plant products for self-medication. However, many studies on the anti-breast cancer properties of plants used in traditional medicine have been carried out on the African continent. Zengue et al. (2018) demonstrated that the ethanolic extract of *Acacia Seyal* stem bark has cytotoxic effects against a variety of tumor cells. Furthermore, it protected rats against DMBA-induced breast hyperplasia as well as breast tumor incidence, with an optimal effect at the dose of 300 mg/kg (Zengue et al., 2018). Bassong et al. (2022) examined the effects of *Hibiscus Sabdariffa* Calyxes Aqueous Extract on Antioxidant Status and Histopathology in Mammary Tumor induced rats. They found out that *Hibiscus sabdariffa* calyxes aqueous extract reduced animal death, tumor incidence, tumor burden and volume, as well as the level of breast cancer biomarker CA 15-3. This implies that rats were protected against diffuse breast neoplasia induced by DMBA.

In addition, this extract showed antioxidant effects characterized by a decrease in the Malondialdehyde level and a significant increase in the activity of superoxide dismutase (Bassong et al., 2022). Kuete et al. (2011) tested the cytotoxicity effect of two compounds, xanthone V<sub>1</sub> and 2-acetylfuro-1,4-naphthoquinone, isolated from cameroonian medicinal plants, *Visma laurentii* and *Newbouldia leavis*. The study provided evidence for the cytotoxicity of compounds xanthone V<sub>1</sub> and 2-acetylfuro-1,4-naphthoquinone (Kuete et al., 2011).

## **2.2 Overview of Some Selected Plants With Anti-breast Cancer Activities**

Natural compounds with potent anti-cancer activities are widely available from different plant tissues. Eighty percent (80%) of the population worldwide traditionally use natural compounds contained in medicinal plants (Fulda, 2010). Therefore, investigations are being made to determine the anti-proliferative activity of many plant extracts. It has been found that multiple plant products exist that have shown very promising anti-breast cancer properties *in vitro* and *in vivo*. This is an overview of some selected plants with anti-breast cancer activities.

**a. *Vernonia amygdalina***

*Vernonia amygdalina* (*compositae*) is a small shrub that grows predominantly in tropical Africa. The macerated leaves of the plant are used in making soup while the water extract serves as a tonic drink for the prevention of certain illnesses (Thirumal et al., 2012). *V. amygdalina* had been reported to possess several pharmacological effects such as antimicrobial, antimalarial, antithrombotic, antioxidant, anti-diabetic, laxative, *hypoglycemic*, antihelmintic, anti-inflammatory, cathartic, anticancer, antifertility, antifungi, and antibacterial, among others (Alara et al., 2017). *Vernonia amygdalina* ethanol leaves extracts were found to inhibit the proliferation of MCF-7 and MDA-MB-231, which involved the stimulation of cell-type specific G1/S phase cell cycle arrest in only MCF-7 cells but not in MDA MB-231 cells. This is because an approximate of 70% of diagnosed breast cancer express ER- $\alpha$  (Wong et al., 2013). Joseph et al. (2021) demonstrated that the ethanol leaves extract and *V. Amygdalina* silver nanoparticles inhibit MCF-7 cell proliferation with an average half-maximal inhibitory concentration (IC<sub>50</sub>) value of 67 $\mu$ g/ml and 6.11 $\mu$ g/ml after 72 hours of treatment respectively. The ethanol leaves extract and *Vernonia Amygdalina* silver nanoparticles also caused G1 phase cell cycle arrest, induced apoptosis, and nuclear fragmentation in MCF7 cells (Joseph et al., 2021). Further research is needed to highlight the difference in mechanisms of action for both treatments. There is also a need to investigate the mechanism of action of the *Vernonia Amigdalina* silver nanoparticles in drug delivery due to its enhanced potency when compared to *Vernonia Amygdalina* ethanol extract (Joseph et al., 2021).

**b. *Solanum torvum***

*Solanum torvum* (*S. Torvum*) belongs to *Solanaceae* (nightshade family) and is a spiny herb or shrub 3-4 meters tall. It is found throughout the tropical parts of India and in Andaman. The leaves are ovate, sinate or bilobed, lobes are shallow, rarely deep, and flowers are white, in dense lateral racemes. Its berries are smooth, yellow or orange and the seeds are smooth as well (Nawal & Atta, 2013). Various preparations based on *S. Torvum* fruits, seeds or vegetative parts are indeed reported to be effective medicines against fever, cough, wounds, pain, liver troubles, tooth decay, reproductive problems, arterial hypertension, and poisoning (used as antidote) (Ndebia et al., 2007; Mohan et al., 2010). The fruits and root extracts of *S. torvum* was found to be extremely effective in the prevention of cell proliferation of the mammary gland breast adenocarcinoma cell lines (Nawal & Atta, 2013). Furthermore, Nunuk et al. (2020) demonstrated that the ethyl acetat fraction of *solanum torvum* fruit has the best cytotoxic activity on T47D breast cancer cells. Among the ten best compounds identified from GC-MS analysis of

aqueous extract of unripe fruits of *solanum torvum* against breast cancer target protein BRCA1, three compounds showed very good binding affinity with breast cancer target protein. These include ergost-25-ene-3,6-dione,5,12-dihydroxy-,(5.alpha.,12.beta.) (-7.3 kcal/mol), aspidospermidin-17-ol,1-acetyl-16-methoxy (-6.7 kcal/mol), and 2-(3,4-dichlorophenyl)-4-[[2-[1-methyl-2-pyrrolidinyl] ethyl amino]-6-[trichloromethyl]-s-triazine (-6.7 kcal/mol) (Saravanan et al., 2022). Also, docking study was performed for the synthetic drug doxorubicin to compare the efficiency of phytochemicals. The binding affinity of ergost-25-ene-3,6-dione,5,12-dihydroxy-,(5.alpha.,12.beta.) is higher than the synthetic drug doxorubicin (-7.2 kcal/mol), and the binding affinity of other compounds is also very near to the drug. Hence, the phytochemicals from the aqueous extract of *Solanum torvum* unripe fruits have the potential ability to treat breast cancer (Saravanan et al., 2022). Notwithstanding, further studies are needed to develop standard trial mechanism for the use of the isolated compounds/herbal preparations of unripe fruits of *solanum Torvum* as drug in the treatment of breast cancer.

### c. *Avicennia marina*

*Avicennia marina* is a mangrove species of the Acanthaceae family, and discoveries of its chemical compounds have received much attention (Fardin et al., 2015). *A. marina* has been used as a traditional medicine for the treatment of skin diseases, rheumatism, ulcers, and smallpox. *In vitro* antimalarial, antibacterial, analgesic, and cytotoxic activities of *A. marina* have been reported (Bhimba et al., 2012). The ethyl acetate extracts of *A. marina* leaves have the highest phenolic and flavonoid contents and anticancer activities. It also showed higher cytotoxic effects. Hence, its leaves extracts suppressed xenograft MDA-MB-231 tumor growth in nude mice, thus suggesting that ethyl acetate extracts of *A. marina* leaves may provide a useful treatment for breast cancer (Huang et al., 2016). Ethyl acetate extract of *A. marina* leaves and stems displayed, after 48 h, 65% and 75% growth inhibition of the breast adenocarcinoma cell line MCF-7, at 100 µg/ml and 200 µg/ml, respectively. Furthermore, 100 µg/ml of the extract showed 10% apoptosis at 24 h, while no increasing value in apoptosis was found at 48 h or at 72 h. Nevertheless, increasing the extract concentration to 200 µg/ml displayed 25% apoptosis at 24 h, with an increase of 55% and 75% at 48 h and 72 h, respectively (Esau et al., 2015). Eldohaji et al. (2021) isolated lupeol, a pentacyclic triterpenoid, from hexane extract of *A. marina* stems, which caused considerable ( $p < 0.001$ ) growth inhibitory activity on breast MCF-7 (45%) cell lines, with slight toxic effects on normal fibroblast cells (F180). The number of compounds isolated from *A. marina* extracts and tested against cancer cell lines is still limited. This encourages further investigation in this

context to find new, natural, active molecules extracted from *A. marina* that can be employed as new drugs in cancer treatments (Cerri et al., 2022).

**d. *Annona muricata***

*Annona muricata* is a lowland tropical, fruit-bearing tree of the Annonaceae family. It is found in the rainforests of Africa, South America, and Southeast Asia. *A. muricata*, commonly known as soursop, graviola, guanabana, or Brazilian paw-paw, has large, glossy, dark green leaves with edible, green heart-shaped fruits (Moghadamtousi et al., 2015). *A. muricata* preparations have been utilized to treat numerous ailments, making this plant an ethnomedically important species.

In developing tropical countries, including Africa, different parts of *A. muricata* are being used to treat conditions such as diabetes, coughs, skin diseases, and cancers (Liu et al., 2016; Yang et al., 2015; Syed et al., 2016). Endrini et al. (2014) showed that the ethanolic extract of soursop leaves displayed cytotoxic effects against MCF-7 within 24 and 48 hours incubation time, with IC50 values of 88.788 µg/ml and 14.678 µg/ml, respectively. Alshaeri et al. (2020) demonstrated that *Annona muricata* ethyl acetate leaves extract decreased the cell viability of BT-20 triple negative breast cancer in a concentration and time-dependent manner. The concentration of 10 µg/ml had the greatest inhibition on cellular viability (23.7%, 10.9%, and 11.2% for 24, 48, and 72 h, respectively). The antiproliferative influence of *Annona muricata* ethyl acetate leaves extract is produced through EGFR-mediated signaling pathways, which include AKT, MAPK, NF-κB, and cyclin D1 inhibition. Further studies will be required to demonstrate the possible applications of this natural product in breast cancer therapy (Alshaeri et al., 2020).

**e. *Moringa Oleifera***

*Moringa oleifera* L(MO) (Family: Moringaceae) is a perennial angiosperm plant, which includes several other species (Olson, 2002). It is a native of the Himalayan region that is widely cultivated throughout tropical and sub-tropical countries of the world, including Saudi Arabia (Alaklabi, 2015; Mbikay, 2012). Study showed the remarkable effects of Moringa leaves and bark on MDA-MB-231, ER-, and PgR+ breast cancer cell line. The extracts of leaves and bark tested in a study induced a significant level of apoptosis (Al-Asmari et al., 2015). Adebayo et al. (2017) found that the ethanolic extract of *Moringa Oleifera* seed significantly inhibited the proliferation of the MCF7 cell line. Elsayed et al. (2015) also found that seed essential oil from *M. oleifera* has potent cytotoxic activities against MCF-7 cell lines. However, its specific mechanism needs further research and determination (Wu et al., 2021).

**f. *Glycyrrhiza glabra***

*Glycyrrhiza glabra* is one of the most popular medicinal plants belonging to the Fabaceae family (also known as Leguminosae), and its members are now commonly used as feed and food. The genus *Glycyrrhiza* is derived from the Greek words *glykos* (sweet) and *rhiza* (root). This species is a native of Mediterranean areas, but it is now also present in India, Russia, and China. The extracts are currently used in pharmaceutical and food industries, as well as in the manufacture of functional foods and food supplements (Hayashi et al., 2009; Herrera et al., 2009). Different studies suggest that the extract of *G. glabra* may be a potential supplemental source for different cancer treatments (Lee et al., 2008). The bioactive components of the root extracts of *Glycyrrhiza glabra* have shown anti-cancer properties in both *in vivo* and *in vitro* studies (Sharma et al., 2018). 18- $\beta$ -glycyrrhetic acid and glycyrrhizic acids present in *Glycyrrhiza* are responsible for this property, which generally induces mitochondrial permeability transition and results to tumor cell apoptosis (Lee et al., 2008). Furthermore, Wang et al. (2015) demonstrated that glycyrrhizic acid effectively inhibits breast cancer cell MMP-2/MMP-9 expression and regulates the levels of Fra-1 and c-Jun, which are two main components of AP1 transcription complex in invasive breast cancer cells. This, in turn, suppresses breast tumor outgrowth (Wang et al., 2015). Nonetheless, further studies are needed to determine the use of the isolated compounds in the breast cancer therapy.

**g. *Curcuma Longa***

*Curcuma longa* is a plant from the Zingiberaceae family. This perennial plant usually requires humid and rainy environment. The main habitat of *Curcuma longa* is hot areas of Asia such as India, Pakistan, Indonesia, and southern China, and it is a native of Africa and South America. *Curcuma longa* has underground stems called rhizome. Several aerial shoots as high as 1 to 1.5 m exit from these rhizomes (Fallah et al., 2010). Edible part of turmeric is dried rhizomes. The rhizome extract showed anti-proliferative and inhibitory effects of telomerase activity in breast cancer cells (Ranjbari et al., 2014). Curcumin, a chemical compound isolated from the rhizomes of *Curcuma Longa* has been reported to possess anticarcinogenic and antiproliferative activities in a broad spectrum of tumor tissues and animals. Additionally, current studies reveal that curcumin when used in combination with other anticancer drugs can efficiently induce apoptosis (Pröhl et al., 2016; Ananthakrishnan et al., 2012; Koohpar et al., 2015). However, its poor bioavailability and poor pharmacokinetic profile in a clinical application result shows its low anticancer potency. In this context, curcumin-related derivatives pose a new-platform for chemotherapy, and it is evident that curcumin derivatives overcome the aforementioned limitations and improve therapeutic



efficacy. It has been demonstrated that the heterocyclic curcumin-based derivative exhibited remarkable anticancer activity against MCF-7 cell line, which displayed *in vitro* cytotoxic activity with an IC50 value of 20 µg/mL for the MCF-7 cell line (Mbeze et al., 2019). More studies are required to evaluate the mechanism of action of heterocyclic curcumin-based derivative.

#### **h. *Morinda Citrifolia L.***

*Morinda citrifolia L.* commonly known as Noni is one of the species in the Rubiaceae family and is the only widely distributed member of the pantropical genus *Morinda sensu stricto* (Rubiaceae) (Razafimandimbison et al., 2010). It is widely distributed in the tropics including Indonesia, the United States, Brazil, Tahiti, Malaysia, and Australia. Seeds, bark, leaves, roots, and flowers are used in the treatment, but the fruits are considered to contain the most valuable chemical compounds (Assi et al., 2017). *Morinda citrifolia L.* has long been used by various ethnic groups in Indonesia and other countries as food or as a medicinal ingredient. MC can be used as a food supplement, functional food ingredient, or as a natural health enhancer all over the world (Assi et al., 2017). Noni has activity as an antibacterial, antiviral, antifungal, antitumor, anthelmintic, analgesic, hypotensive, anti-inflammatory, and immune enhancing effect (Singh, 2012; Assi et al., 2017). The ethyl acetate extract of the fruit of *Morinda Citrifolia L.* showed a higher order of *in vitro* anticancer activity profile. It strongly inhibited the proliferation of MCF-7 and MDA-MB-231 cell lines with IC50 values of 25 and 35 µg/ml, respectively. Although there was increase in apoptotic cells in MCF-7 and MDA-MB-231 cells, the cell cycle was arrested in the G1/S phase in MCF-7 and G0/G1 phase in MDA-MB-231 cells. The ethyl acetate extract of the fruit also decreases the intracellular ROS generation and mitochondrial membrane potential (Sharma et al., 2016). An anthraquinone isolated from the roots of *Morinda citrifolia L.*, nordamnacanthal, was found to possess cytotoxic effects on MDA-MB231, MCF-7 and 4T1 cells *in vitro*. In addition, based on the cell cycle and Annexin V results, nordamnacanthal managed to induce cell death in both MDA-MB231 and MCF-7 cells (Abu et al., 2018). However, no mortality, signs of toxicity, and changes of serum liver profile were observed in nordamnacanthal treated mice in the subchronic toxicity study. Furthermore, different models of antitumor studies can support the potential of nordamnacanthal for treatment of breast cancer (Abu et al., 2018).

#### **i. *Melissa Officinalis L.***

*Melissa officinalis L.* (MO), a perennial aromatic plant belonging to the Lamiaceae family, also called lemon balm due to its lemon scent, commonly grows in the Mediterranean region and Western Asia. It is intensively cultivated in Europe (Shakeri et al., 2016; Perez-Sanchez et al.,

2016). For more than 2000 years, MO has been used as culinary herb and traditionally recommended as sedative, anxiolytic, antistress, antispasmodic, digestive, antimicrobial, and antiviral remedy (Caleja et al., 2017). Traditional uses from Europe are mainly linked to treating nervous ailments, insomnia, melancholia, and digestive and cardiac symptoms (Shakeri et al., 2016). The potential anticancer effects of lemon balm were previously studied using several types of extracts on various tumor cells. Breast cancer, next to lungs, prostate, or colon cancer, is among the most investigated types of cancer, particularly *in vitro* (Magalhaes et al., 2018; Encalada et al., 2011), but also *in vivo* (Saraydin et al., 2012). Some studies reported that alcoholic extracts were more effective than hydroalcoholic extracts against certain types of tumor cells, such as the hormone dependent MCF7 breast cancer cells (Magalhaes et al., 2018). On the other hand, others highlighted the sensitivity of MCF7 cell line to MO hydroalcoholic extracts (Jahanban-Esfahlan et al., 2015). In addition, MO aqueous extracts were proven to be effective against hormone-dependent (MCF7 cell line) and non-dependent (MDA-MB-468 and MDA-MB-231 cell lines) breast cancers (Saraydin et al., 2012). Ghiulai et al. (2020) showed that 96% ethanolic leaves extract of *Melissa Officinalis L.*, with a higher concentration of Ursolic Acid, has the highest cell inhibitory activity in particular against the estrogen receptor positive MCF7 breast cancer cell line, with no cytotoxic effect on healthy cells comparing with the methanolic extract. The estrogen receptor positive MCF7 cell line proved to be more sensitive to the extract antiproliferative activity than the triple negative MDA-MB-231 breast cancer cell line (Ghiulai et al., 2020). Further studies are to be conducted to determine the way to integrate *Melissa Officinalis L.* in the treatment of breast cancer.

**j. *Newbouldia Laevis***

*Newbouldia laevis* (Seem. or Boundary Tree) is a medium sized angiosperm and tropical plant belonging to the family of Bignoniaceae. It often grows to a height of about 7-20 m, depending on the region where it was found. The stem also grows vertically with few branches. It is widely used traditionally for the treatment of malaria, prostate cancer, wounds, and eye problems (Nwauzoma & Dappa, 2013). Okeke et al. (2023) evaluated the chemo-preventive activity of ethanolic extracts of *Newbouldia laevis* leaves on methylnitrosourea (MNU)-induced stroma fibrosis in female albino rats. It has been found that the ethanolic extract of *Newbouldia laevis* leaves have chemo-preventive activity in NMU-induced stroma fibrosis in the breast tissue of female albino rats. However, more studies on the discovery and validation of bioactive components of the plants are needed (Okeke et al., 2023).

**k. *Olax subscorpioidea***

*Olax subscorpioidea* is a shrub belonging to the family of Olacaceae, usually up to 10m high bole and 60 cm girth with long thin, drooping branches, of deciduous forest (Ahmad et al., 2021). It has been documented as part of traditional recipe for the treatment of various diseases in Africa. It possesses anti-oxidant, anti-inflammatory and anti-proliferative, anti-asthma, anti-diabetes, anti-cancer, antirheumatism, and anti-typhoid property (Kazeem et al., 2015; Poopla et al., 2021). It has been showed that the ethanolic leaves extract of *Olax subscorpioidea* significantly ( $p < 0.05$ ) ameliorated CA 15-3, CA 27-29, and CEA levels in methylnitrosourea (MNU)–induced stroma fibrosis of female albino rats. Supplementary researches are needed for the validation and discovery of the bioactive molecules (Okeke et al., 2023).

**l. *Hibiscus Sabdariffa***

*Hibiscus sabdariffa* (Malvaceae) also known as Roselle, sour tea, or karkade is a tropical wild plant (Sindi et al., 2014). It is native to West and Central Africa, growing in many tropics and subtropics. It is an annual, bushy, herbaceous plant characterized by red flowers and cylindrical stems (Da Costa-Rocha et al., 2014). The calyces of *H. sabdariffa* (HS) are used to give color and flavour to beverages, jam, flavouring agents, and jellies and are popular for making herbal tea mixtures (Nguyen et al., 2020). The HS is used traditionally for a variety of ailments including hypertension, liver disease, nerve disorders, alleviating constipation, and for the promotion of blood circulation. It is a medicinal plant known for its high content of bioactive compounds, such as polyphenolic acids, anthocyanins, flavonoids, amino acids, and minerals (Patel et al., 2014). Studies have shown that HS exhibits antioxidant activities and could be a potential medicinal plant for the development of novel therapies against cancer (Nguyen et al., 2020; Patel et al., 2014). It was demonstrated that the decoction of *H. Sabdariffa* (125 and 250 mg/kg BW) reduced tumor incidence *in vitro* by 63% and 75%, respectively. It further inhibited tumor burden by 84.86% and 38.78%, respectively (Bassong et al., 2022). Malacrida et al. (2022) evaluated the antitumoral effects of *Hibiscus sabdariffa* ethyl acetate calyces extract in human breast cancer cell lines, MCF-7(ER $\alpha$  +), and MDA-MB-231 (triple negative). They concluded that the *Hibiscus sabdariffa* ethyl acetate calyces extract is more effective on MCF-7 cells than MDA-MB-231 cells. Finding of the studies showed that the *Hibiscus sabdariffa* ethyl acetate calyces extract induced ER $\alpha$  trans-location from nucleus to perinuclear area and in cytoplasmic compartment. However, qRT-PCR and western blotting highlighted that the *Hibiscus sabdariffa* ethyl acetate calyces extract reduced ER $\alpha$ , BRCA1, and caveolin1 gene and protein expression in MCF-7 cells, but

not in MDA-MB-231 cells. Further studies are necessary to deepen its mechanism of action (Malacrida et al., 2022).

**m. *Artemisia absinthium L.***

*Artemisia absinthium L.* (wormwood) is a perennial herb found all over the world. In ethnic medicine, it is used as a vermifuge, insecticide and also has antiparasitic, antispasmodic, and antiseptic effects (Mughees et al., 2018). It is also used in the treatment of chronic fevers, inflammation of the liver, anorexia, and indigestion. The aerial part crude extract of the *A. absinthium* has shown inhibition of cell proliferation and induction of apoptosis in the breast cancer cell lines MCF-7 and MDA-MB-231. Hence, Treatment with 25 µg/ml crude extract of the *A. absinthium* resulted in activation of caspase-7 and upregulation of Bad in MCF-7 cells, while exposure to 20 µg/ml crude extract of the *A. absinthium* induced upregulation of Bcl-2 protein in a time-dependent response in MDA-MB-231 cells (Shafi et al., 2012). The active compounds viz. artemisinic acid and alpha thujone are present in different parts of this plant (Mughees et al., 2018). Subsequently, the hot methanolic leaves extract of *Artemisia absinthium L.* was actively inhibiting the proliferation of breast cancer cells MCF-7 at the concentration of  $80.96 \pm 3.94$  µg/ml as IC50 value (Sultan et al., 2020). *Artemisia absinthium L.* proved to have anti-breast cancer properties that can be exploited in further studies.

**n. *Piper Nigrum***

*Piper nigrum* is a perennial climbing herb native to the Malabar Coast of India. The herb grows up to a height of 10 m by means of its aerial roots (Meghwal et al., 2013). *Piper nigrum* (Piperaceae family) is a valuable medicinal plant. It is one of the most commonly used spices considered as “The King of spices” among various spices. Black pepper is grown in many tropical regions (Ahmad et al., 2012).

The black pepper fruits, which are obtained from dried green unripe drupe and seeds have been extensively used in folk medicine to treat conditions ranging from gastrointestinal diseases to epilepsy (Meghwal et al., 2013). Sriwiriyan et al. (2014) showed that alkaloid fraction without piperine of the dichloromethane crude extract had a significant pro-apoptotic activity (Sriwiriyan et al., 2014). The crude extract of piperine free *P. nigrum* (PFPE) was found to up-regulate p53 and down-regulate estrogen receptor (ER), E-cadherin (E-cad), matrix metalloproteinase 9 (MMP-9), matrix metalloproteinase 2 (MMP-2), c-Myc, and vascular endothelial growth factor (VEGF) levels in breast cancer rats. Furthermore, PFPE decreased protein levels of E-cad, c-Myc, and VEGF in MCF-7 cells. These results suggest that PFPE can enhance breast cancer cell response to phytochemical, induce cell

cycle arrest, and inhibit cancer cell proliferation (Deng et al., 2016). In addition, PFPE possessed cancer prevention effects through generation of reactive oxygen species (ROS) to higher cancer cell cellular stress (Deng et al., 2016). PFPE attenuated the side effects of doxorubicin (Saetang et al., 2022). Hence, further studies are necessary to determine the use of PFPE in the treatment of breast cancer.

#### ***o. Terminalia Chebula***

*Terminalia Chebula* is a prime medicinal plant known as “Harard” in Indian sub-continent (Batt et al., 2017). It is a native tree of India, Bangladesh, Myanmar, Nepal, Pakistan, Vietnam, and South Western China (Akbar et al., 2020). *Terminalia chebula* was known as the king of medicinal plants in Ayurveda due to its utilization in herbal decoctions to treat various health disparities (Cock et al., 2015). The unripe fruit is most valued for its astringent and aperient properties, which is useful in handling dysentery and diarrhea. The ripened fruit is also used to improve the health of the gastrointestinal tract due to its purgative nature and adsorption ability. The Unani physicians consider it as tonic for the brain, memory, and vision. Furthermore, it was utilized in the treatment of diarrhea, piles, headache, epilepsy, and to purge yellow bile (Akbar et al., 2020). Ethanol fruit extract of *Terminalia chebula* exhibited prominent anticancer activity against breast cancer (MCF-7), with significant IC<sub>50</sub> value of 228.82 µg (Sanakoussar et al., 2022). Furthermore, the homeopathic preparations of *Terminalia chebula* decreased the viability of breast cancer (MDA-MB-231 and MCF-7) (Wani et al., 2016). The MnO<sub>2</sub> NPs derived from *Terminalia chebula* was found to be cytotoxic against MCF-7 cell lines, and was able to induce apoptosis in MCF7 cell lines. MCF-7 cell lines were 86% inhibited at 320 µg/mL concentration (Pruhtvish et al., 2022). Isolation, characterization of its phytoconstituents, and *in vivo* studies of its anti-breast cancer properties require further perspectives.

### **3. Discussion**

Breast cancer is a major public health problem worldwide. Nonetheless, large geographic variation across countries and world regions exists, with incidence rates ranging from <40 per 100,000 females in some Asian and African countries, to over 80 per 100,000 in Australia/New Zealand, Northern America, and parts of Europe (Arnold et al., 2022). Different patterns and trends have been observed in transitioning countries in South America, Africa, and Asia, where breast cancer incidence is historically low but has been rising rapidly in past decades (Arnold et al., 2022). Evidence from sub-Saharan Africa shows that incidence rates have increased by more than 5% every year in Malawi, Nigeria, and the Seychelles. This is further witnessed by 3–4% per year in South Africa and Zimbabwe (Arnold et al., 2022).

According to Egue et al. (2019), breast cancer is the most common cancer of all cancers in women for the period 2014-2016 in Cotonou, capital of the Republic of Benin with an age standardized rate (ASR) of 22.6 per 100,000 (Egue et al., 2019).

Nevertheless, breast cancer treatment is extremely expensive, especially for patients in low-income countries. Health insurance does not exist in some countries. Diallo et al. (2022) estimated the average cost for the treatment of breast cancer in Senegal at \$33713,43 for a period of 31 months. Hence, apart from the side effects of the conventional treatments of breast cancer, patients in low-income countries are confronted with financial burden. It has therefore been observed that majority of breast cancer patients in Africa use medicinal herbs as self-medication or turn to traditional-practitioners to offset the exorbitant cost of breast cancer treatment.

Furthermore, many chemotherapeutic drugs in use today have serious side effects. Targeted therapies can limit some side effects, but there are cancers that do not respond well to the current treatments available. There are also treatments that become ineffective with pro-longed use. The side effects and sometimes ineffectiveness of current treatments indicate the need for novel therapies that are effective against breast cancer. Therefore, it is necessary to investigate for better ways. Botanical mixtures can be an alternative to overcome the limitations of the conventional treatment.

Thus, the use of phytotherapy in 'modern medicine' is a promising approach to alleviate the cost of treatments of breast cancer and bring new plant-derived substances to market. Herbal preparations are to be included in the treatment of breast cancer in the same way as the conventional treatment.

## **Conclusion**

Phytotherapy is employed as a complementary treatment alongside conventional medicine for breast cancer. Although several studies have demonstrated the potential anti-breast cancer activities of various medicinal plants, there is still a lack of research focused on their use as drugs in breast cancer treatment. Limited efforts have been made to explore their full therapeutic potential in clinical settings. Therefore, it is essential to invest in novel and improved clinical trials and studies that adhere to rigorous standards in the 21st century. These efforts should also incorporate traditional medicine practices from different regions, leveraging their empirical knowledge and historical data. By doing so, the discovery and development of new phytomedicines can be accelerated.

Herbal-based and plant-derived products are essential for the treatment of breast cancer and should be further explored for their potential therapeutic applications.

**Acknowledgement:** The authors are grateful to authors/editors/publishers whose articles, journals, and books were used as literature for this review article.

**Authors contribution:** Conceptualization: AA Writing-Original draft preparation: AA Writing-review and editing: AA, JS Supervision: JS, CA, FG, CA

### References:

1. Adebayo, I. A., Arsad, H., & Samian, M. R. (2017). Antiproliferative effect on breast cancer (MCF7) of Moringa oleifera seed extracts. Afr. J. Tradit. Complementary Altern. Med. 14(2):282-287. doi: 10.21010/ajtcam.v14i2.30. PMID: 28573245; PMCID: PMC5446454.
2. Ahmad, N., Fazal, H., Abbasi, B. H., Farooq, S., Ali, M., & Khan, M. A. (2012). Biological role of Piper nigrum L. (Black pepper): A review. Asian Pacific J Trop Biomed. 2:1945-53.
3. Akbar, S. (2020). Terminalia Chebula Retz. (Combretaceae). In Handbook of 200 Medicinal Plants; Springer: Cham, 1779–93. doi: 10.1007/978-3-030-16807-0.
4. Alaklabi, A. (2015). Genetic diversity of Moringa peregrina species in Saudi Arabia with ITS sequences. Saudi Journal of Biological Sciences, 22 (2): 186-190. doi: 0.1016/.sbs.2014.09.015.
5. Alara, O., Nour, A., Abdul, M., Siti, K., & Olalere, O. (2017). Phytochemical and pharmacological properties of Vernonia amygdalina: a review. Journal Chemical Engineering and Industrial Biotechnology (JCEIB) 2 80-96; doi:10.15282/JCEIB-V2-07.29/9/2017/2.2.
6. Al-Asmari, A. K., Albalawi, S. M., Athar, M. T., Khan, A. Q., Al-Shahrani, H., & Islam, M. (2015). Moringa oleifera as an anti-cancer agent against breast and colorectal cancer cell lines. PloS ONE, 10 (8): e0135814.
7. Alshaeri, H. K., Alasmari, M. M., Natto, Z. S., & Pino-Figueroa, A. (2020). Effects of *Annona muricata* Extract on Triple-Negative Breast Cancer Cells Mediated Through EGFR Signaling. Cancer Manag Res. 4(12):12519-12526. doi: 10.2147/CMAR.S278647. PMID: 33304106; PMCID: PMC7723033.
8. Ananthkrishnan, P., Balci, F. L., & Crowe, J. P. (2012). Optimizing Surgical Margins in Breast Conservation. Int. J. Surg. 2012:585670. doi: 10.1155/2012/585670. Epub 2012 Dec 9. PMID: 23304479; PMCID: PMC3523540.
9. Arnold, M., Morgan, E., Rungay, H., Mafra, A., Singh, D., Laversanne, M., Vignat, J., Gralow, J.R., Cardoso, F., Siesling, S., &

- Soerjomataram, I. (2022). Current and future burden of breast cancer: Global statistics for 2020 and 2040. *Breast*. 66. 15-23.
10. Atanasov, A. G., Zotchev, S. B., & Dirsch, V. M. (2021). Natural products in drug discovery: advances and opportunities. *Nat Rev Drug Discov*. 20(3):200-216. doi: 10.1038/s41573-020-00114-z. Epub 2021 Jan 28. PMID: 33510482; PMCID: PMC7841765.
  11. Bassong, T. R., Kenmogne, L. V., Awounfack, C. F., Ndinteh, D. T., Njamen, D., & Zingue, S. (2022). Effects of Hibiscus sabdariffa Calyxes Aqueous Extract on Antioxidant Status and Histopathology in Mammary Tumor-Induced in Rats. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2022:9872788. doi: 10.1155/2022/9872788. PMID: 35502172; PMCID: PMC9056213.
  12. Bhatt, I. D., Rawat, S., Badhani, A., & Rawal, R. S. (2017). Nutraceutical potential of selected wild edible fruits of the Indian Himalayan region. *Food Chem*. 215:84-91. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.07.143. Epub 2016 Jul 28. Erratum in: *Food Chem*. 2017 Oct 15;233:550-551. PMID: 27542453.
  13. Bayet-Robert, M., Kwiatkowski, F., Leheurteur, M., Gachon, F., Planchat, E., Abrial, C., Mouret-Reynier, M. A., Durando, X., Barthomeuf, C., & Chollet, P. (2010). Phase I dose escalation trial of docetaxel plus curcumin in patients with advanced and metastatic breast cancer. *Cancer Biol Ther*. 9(1):8-14. doi: 10.4161/cbt.9.1.10392. Epub 2010 Jan 21. PMID: 19901561.
  14. Bhimba, B.V., Agnel Defora Franco, D. A., Mathew, J. M., Jose, G. M., Joel, E. L., & Thangaraj, M. (2012). Anti-cancer and antimicrobial activity of mangrove derived fungi *Hypocrea lixii* VB1. *Chin J Nat Med*. 10 (1) :77–80. doi: 10.1016/S1875-5364(12)60017-X. PMID: 23302537.
  15. Caleja, C., Barros, L., Prieto, M. A., Barreiro, M. F., Oliveira, M. B. P. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2017). Extraction of rosmarinic acid from *Melissa officinalis* L. by heat, -microwave- and ultrasound-assisted extraction techniques: a comparative study through response surface analysis. *Separation and Purification Technology*. 186: 297–308. doi.org/10.1016/j.seppur.2017.06.029.
  16. Cerri, F., Giustra, M., Anadol, Y., Tomaino, G., Galli, P., Labra, M., Campone, L., & Colombo, M. (2022). Natural Products from Mangroves: An Overview of the Anticancer Potential of *Avicennia marina*. *Pharmaceutics*. 14(12):2793. doi: 10.3390/pharmaceutics14122793. PMID: 36559286; PMCID: PMC9787599.



17. Chan, T.Y., Chan, J.C., Tomlinson, B., & Critchley, J. A. (1993). Chinese herbal medicines revisited: a Hong Kong perspective. *Lancet.*, 342(8886-8887):1532-1534.
18. Cock, I. E. (2015). The medicinal properties and phytochemistry of plants of the genus *Terminalia* (Combretaceae). *Inflammopharmacology.* 23(5):203-29. doi: 10.1007/s10787-015-0246-z. Epub 2015 Jul 31. PMID: 26226895.
19. Coria-Télliz, A. V., Montalvo-González, E., Yahia, E. M., & Obledo-Vázquez, E. N. (2018). *Annona muricata*: a comprehensive review on its traditional medicinal uses, phytochemicals, pharmacological activities, mechanisms of action and toxicity. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(5): 662-97 doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.01.004.
20. Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., & Heinrich, M. (2014). *Hibiscus sabdariffa* L. - a phytochemical and pharmacological review. *Food Chem.* 15: 165:424-43. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.002. Epub 2014 May 27. PMID: 25038696.
21. Degli-Esposti, M., Ghelli, A., Ratta, M., Cortex, D., & Estornell, E. (1994). Natural substances (acetogenins) from the family Annonaceae are powerful inhibitors of mitochondrial NADH dehydrogenase (complex I). *Biochem J.*, 301(1):161–167. doi:10.1042/bj3010161.
22. Deng, Y., Sriwiriyan, S., Tedasen, A., Hiransai, P., & Graidist, P. (2016). Anti-cancer effects of *Piper nigrum* via inducing multiple molecular signaling in vivo and in vitro. *J Ethnopharmacol.* 188:87-95. doi: 10.1016/j.jep.2016.04.047. Epub 2016 May 4. PMID: 27155135.
23. Devassy, J. G., Nwachukwu, I. D., & Jones, P. J. (2015). Curcumin and cancer: barriers to obtaining a health claim. *Nutr Rev.* 73(3):155-65. doi: 10.1093/nutrit/nuu064. Epub 2015 Feb 13. PMID: 26024538.
24. Diallo, M., Fall, D., Mballo, I., Niang, C. I., & Charfi, M. E. (2022). Coûts médicaux directs du traitement du cancer du sein à l'Institut Joliot Curie de l'hôpital de Dantec, Dakar, Senegal. *Pan African Medical Journal.* 266 (42). doi:10.11604/pamj. 2022.42. 266.322967.
25. Dobos, G. J., Voiss, P., Schwidde, I., Choi, K. E., Paul, A., Kirschbaum, B., Saha, F. J., & Kuemmel, S. (2012). Integrative oncology for breast cancer patients: Introduction of an expert-based model. *BMC Cancer*, 12: 539 doi: 10.1186/1471-2407-12-539. PMID:23170989; PMCID:PMC3582454.
26. Egue, M., Gnangnon, F. H. R., Akele-Akpo, M-T., & Parkin, D. M. (2019). Cancer Incidence in Cotonou (Benin), 2014-2016 First Result From The Cancer Registry of Cotonou. *Cancer Epidemiology.* 59: 46-50. Doi.org/10.1016/j.canep.2019.01.006.

27. Encalada, M. A., Hoyos, K. M., Rehecho, S., Berasategi, I., de Ciriano, M. G., Ansorena, D., Astiasarán, I., Navarro-Blasco, I., Cavero, R. Y., & Calvo, M. I. (2011). Anti-proliferative effect of *Melissa officinalis* on human colon cancer cell line. *Plant Foods Hum Nutr.* 66(4):328-34. doi: 10.1007/s11130-011-0256-y. PMID: 21964875.
28. Endrini, S., Suherman, S., & Widowati, W. (2014). *Annona muricata* leaves have strongest cytotoxic activity against breast cancer cells. *Universa Medicina,* 33(3): 179–184. <https://doi.org/10.18051/UnivMed.2014.v33.179-184>.
29. Eldohaji, L. M., Fayed, B., Hamoda, A. M., Ershaid, M., Abdin, S., Alhamidi, T. B., Mohammad, M. G., Omar, H. A., & Soliman, S. S. (2021). Potential targeting of Hep3B liver cancer cells by lupeol isolated from *Avicennia marina*. *Arch Pharm (Weinheim).* 354(9): e2100120. doi: 10.1002/ardp.202100120. Epub 2021 Jun 4. PMID: 34085721.
30. Elsayed, E.A., Sharaf-Eldin, M.A., & Wadaan, M. (2015). In vitro Evaluation of Cytotoxic Activities of Essential Oil from *Moringa oleifera* Seeds on HeLa, HepG2, MCF-7, CACO-2 and L929 Cell Lines. *Asian Pac. J. Cancer Prev. APJCP,* (16): 4671–4675.
31. Esau, L., Sagar, S., Bajic, V. B., & Kaur, M. (2015). Autophagy inhibition enhances the mitochondrial-mediated apoptosis induced by mangrove (*Avicennia marina*) extract in human breast cancer cells. *Eur. J. Med. Plants* 5(3) 304. doi:10.9734/EJMP/2015/14181.
32. Fallah, H. H., Zahmatkash, M., & Haghighi, M. (2010). A review on pharmacological effects of *Curcuma longa* L. (turmeric). *JMP.,* 9 (33):1-15.
33. Fardin, K. M. & Young, M. C. (2015). Antifungal potential of *Avicennia schaueriana* Stapf & Leech. (Acanthaceae) against *Cladosporium* and *Colletotrichum* species. *Lett Appl Microbiol.;* 61:50–7.
34. Ferlay, J., Colombet, M., Soerjomataram, I., Mathers, C., Parkin, D.M., Piñeros, M., Znaor, A., & Bray, F. (2019). Estimating the global cancer incidence and mortality in 2018: GLOBOCAN sources and methods. *Int J Cancer.*144(8):1941-1953. doi: 10.1002/ijc.31937. Epub Dec 6. PMID: 30350310.
35. Fulda, S. (2010). Evasion of apoptosis as a cellular stress response in cancer. *Int. J. Cell Biol.,* 2010:37085. Doi.10.155/2010/37085. Epub 2010 Feb 18. PMID:2018259; PMCID: PMC282555.
36. Ghiulai, R., Avram, S., Stoian, D., Pavel, I. Z., Coricovac, D., Oprean, C., Vlase, L., Farcas, C., Mioc, M., Minda, D., Motoc, A., Szuhaneck, C., Danciu, C., Soica, C., & Sima, L. (2020). Lemon Balm Extracts Prevent Breast Cancer Progression In Vitro and In Ovo on

- Chorioallantoic Membrane Assay. Evid Based Complement Alternat Med. 14(2020):6489159. doi: 10.1155/2020/6489159. PMID: 32351599; PMCID: PMC7178502.
37. Haniadka, R., Rajeev, A. G., Palatty, P. L., Arora, R., & Baliga, M. S. (2012). Zingiber officinale (ginger) as an anti-emetic in cancer chemotherapy: a review. J Altern Complement Med. ;18(5):440-4. doi: 10.1089/acm.2010.0737. Epub 2012 Apr 27. PMID: 22540971.
  38. Hayashi, H., Tamura, S., Chiba, R., Fujii, I., Yoshikawa, N., Fattokhov, I., & Saidov, M., (2016). Field survey of *Glycyrrhiza* plants in Central Asia (4). Characterization of *G. glabra* and *G. bucharica* collected in Tajikistan. Biological & Pharmaceutical Bulletin, 39(11) : 1781–1786.
  39. Herrera, M., Herrera, A., & Ariño, A., (2009). Estimation of dietary intake of ochratoxin A from liquorice confectionery. Food and Chemical Toxicology, 47(8) : 2002–2006.
  40. Horneber, M., Bueschel, G., Dennert, G., Less, D., Ritter, E., & Zwahlen, M. (2012). How many cancer patients use complementary and alternative medicine: a systematic review and meta-analysis. Integr Cancer Ther. 11(3):187-203. doi: 10.1177/1534735411423920. Epub 2011 Oct 21. PMID: 22019489.
  41. Hsu, Y. L., Hung, J. Y., Tsai, Y. M., Tsai, E. M., Huang, M. S., Hou, M. F., & Kuo, P. L. (2015). 6-Shogaol, an active constituent of dietary ginger, impairs cancer development and lung metastasis by inhibiting the secretion of CC-chemokine ligand 2 (CCL2) in tumor-associated dendritic cells. J. Agric. Food Chem. (63), 1730–1738.
  42. Huang, C., Lu, C. K., Tu, M. C., Chang, J. H., Chen, Y. J., Tu, Y. H., & Huang, H. C., (2016). Polyphenol-rich *Avicennia marina* leaf extracts induce apoptosis in human breast and liver cancer cells and in a nude mouse xenograft model. Oncotarget. 14;7(24):35874-35893. doi: 10.18632/oncotarget.8624. PMID: 27078842; PMCID: PMC5094970.
  43. Jahanban-Esfahlan, A., Modaeinama, S., Abasi, M., Abbasi, M. M., & Jahanban-Esfahlan, R. (2015). Anti Proliferative Properties of *Melissa officinalis* in Different Human Cancer Cells. Asian Pac J Cancer Prev. 16(14):5703-7. doi: 10.7314/apjcp.2015.16.14.5703. PMID: 26320439.
  44. Joseph, J., Khor, K. Z., Moses, E. J., Lim, V., Aziz, M. Y., & Abdul-Samad, N. (2021). In vitro Anticancer Effects of *Vernonia amygdalina* Leaf Extract and Green-Synthesised Silver Nanoparticles. Int J Nanomedicine. 25(16):3599-3612. doi: 10.2147/IJN.S303921. Erratum in: Int J Nanomedicine. 2021 Sep 13;16:6263-6264. PMID: 34079252; PMCID: PMC8164701.

45. Karna, P., Chagani, S., Gundala, S. R., Rida, P. C., Asif, G., Sharma, V., Gupta, M. V., & Aneja, R. (2012). Benefits of whole ginger extract in prostate cancer. *Br J Nutr.* 2012 Feb;107(4):473-84. doi: 10.1017/S0007114511003308. Epub 2011 Aug 18. PMID: 21849094; PMCID: PMC3426621.
46. Kingham, T. P., Alatise, O. I., Vanderpuye, V., Casper, C., Abantanga, F. A., Kamara, T. B., Olopade, O. I., Habeebu, M., Abdulkareem, F. B., & Denny, L., (2013). Treatment of cancer in sub-Saharan Africa. *Lancet Oncol.* ;14(4):e158-67. doi: 10.1016/S1470-2045(12)70472-2. PMID: 23561747.
47. Khan, N., Syed, D. N., Ahmad, N., & Mukhtar, H. (2013). Fisetin: a dietary antioxidant for health promotion. *Antioxid Redox Signal.* 19(2):151-62. doi: 10.1089/ars.2012.4901. Epub 2012 Dec 18. PMID: 23121441; PMCID: PMC3689181.
48. Koohpar, k. Z., Entezari, M., Movafagh, A., & Hashemi, M. (2015). Anticancer Activity of Curcumin on Human Breast Adenocarcinoma: Role of Mcl-1 Gene. *Iran. J. Cancer. Prev.* 8(3), doi:10.17795/ijcp2331.
49. Kuete, V., Wabo, H. K., Eyong, K. O., Feussi, M. T., Wiench, B., Krusche, B., Tane, P., Folefoc, G. N., & Efferth, T. (2011). Anticancer activities of six selected natural compounds of some Cameroonian medicinal plants. *PLoS One.* 6(8): e21762. doi: 10.1371/journal.pone.0021762. Epub 2011 Aug 19. PMID: 21886765; PMCID: PMC3158745.
50. Kusuhara, H., Furuie, H., Inano, A., Sunagawa, A., Yamada, S., Wu, C., Fukizawa, S., Morimoto, N., Ieiri, I., Morishita, M., Sumita, K., Mayahara, H., Fujita, T., Maeda, K., & Sugiyama, Y. (2012). Pharmacokinetic interaction study of sulphasalazine in healthy subjects and the impact of curcumin as an in vivo inhibitor of BCRP. *Br. J. Pharmacol.* 166(6):1793-803. doi: 10.1111/j.1476-5381.2012.01887.x. PMID: 22300367; PMCID: PMC3402804.
51. Lee, C. S., Kim, Y. J., Lee, M. S., Han, E. S., & Lee, S. J., (2008). 18 $\beta$ -Glycyrrhetic acid induces apoptotic cell death in SiHa cells and exhibits a synergistic effect against antibiotic anti-cancer drug toxicity, *Life Sci.* 83 (13–14): 481–489.
52. Liu, N., Yang, H. L., Wang, P., Lu, Y. C., Yang, Y. J., Wang, L., & Lee, S. C. (2016). Functional proteomic analysis reveals that the ethanol extract of *Annona muricata* L. induces liver cancer cell apoptosis through endoplasmic reticulum stress pathway. *J Ethnopharmacol.* 2(189):210-7. doi: 10.1016/j.jep.2016.05.045. Epub 2016 May 17. PMID: 27224241.

53. Lua, P. L., Salihah, N., & Mazlan, N. (2015). Effects of inhaled ginger aromatherapy on chemotherapy-induced nausea and vomiting and health-related quality of life in women with breast cancer. *Complement Ther Med.* 23(3):396-404. doi: 10.1016/j.ctim.2015.03.009. Epub 2015 Apr 21. PMID: 26051575.
54. Ma, H., Carpenter, C. L., Sullivan-Halley, J., & Bernstein, L. (2011). The roles of herbal remedies in survival and quality of life among long-term breast cancer survivors - results of a prospective study. *BMC Cancer*, 11 (1): 1-10.
55. Magalhães, D. B., Castro, I., Lopes-Rodrigues, V., Pereira, J. M., Barros, L., Ferreira, I. C. F.R., Xavier, C. P. R., & Vasconcelos, M. H. (2018). *Melissa officinalis* L. ethanolic extract inhibits the growth of a lung cancer cell line by interfering with the cell cycle and inducing apoptosis. *Food Funct.* 9(6):3134-3142. doi: 10.1039/c8fo00446c. PMID: 29790547.
56. Malacrida, A., Erriquez, J., Hashemi, M., Rodriguez-Menendez, V., Cassetti, A., Cavaletti, G., & Miloso, M. (2022). Evaluation of antitumoral effect of *Hibiscus sabdariffa* extract on human breast cancer cells. *Biochem Biophys Rep.* 27(32):101353. doi: 10.1016/j.bbrep.2022.101353. PMID: 36186735; PMCID: PMC9519930.
57. Mbese, Z., Khwaza, V., & Aderibigbe, B. A. (2019). Curcumin and Its Derivatives as Potential Therapeutic Agents in Prostate, Colon and Breast Cancers. *Molecules.* 30;24(23):4386. doi: 10.3390/molecules24234386. PMID: 31801262; PMCID: PMC6930580.
58. Mbikay, M. (2012). Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: A review. *Front Pharmacol.*, (3):24. doi: 10.3389/fphar.2012.00024. PMDI: 22403543; PMCID: PMC 3290775.
59. Meghwal, M. & Goswami, T. K. (2013). *Piper nigrum* and piperine: an update. *Phytother Res.* 27(8):1121-30. doi: 10.1002/ptr.4972. Epub 2013 Apr 29. PMID: 23625885.
60. Moghadamtousi, S. Z., Fadaeinasab, M., Nikzad, S., Mohan, G., Ali, H. M., & Kadir, H. A. (2015). *Annona muricata* (Annonaceae): A Review of Its Traditional Uses, Isolated Acetogenins and Biological Activities. *Int J Mol Sci.* 16(7):15625-58. doi: 10.3390/ijms160715625. PMID: 26184167; PMCID: PMC4519917.
61. Mohan, M., Kamble, S., Gadhi, P., & Kasture, S. (2010). Protective effect of *Solanum torvum* on doxorubicin-induced nephrotoxicity in

- rats. *Food Chem Toxicol.* 48(1):436-40. doi: 10.1016/j.fct.2009.10.042. Epub 2009 Oct 31. PMID: 19883716.
62. Nagykalnai, T., Landherr, L., & Nagy, A. C. (2014). Vitamin D and breast cancer. *Orvosi Hetilap.*, 155 (28):1091–1096.
63. Nasr, A. Y., & Saleh, H. A. (2014). Aged garlic extract protects against oxidative stress and renal changes in cisplatin-treated adult male rats. *Cancer Cell Int.* 14(1):92. doi: 10.1186/s12935-014-0092-x. PMID: 25298749; PMCID: PMC4189163.
64. Nawal, H. & Atta, E. M. (2013). Cytotoxic and Antioxidant Activity of *Marrubium vulgare* and its Flavonoid Constituents. In: 2nd Environmental Conference on Chemical and Biological Sciences, 17-18; Dubai, (UAE).
65. Ndebia, E. J., Kamgang, R., & Nkeh-Chungaganye, B. N. (2006). Analgesic and anti-inflammatory properties of aqueous extract from leaves of *Solanum torvum* (Solanaceae). *Afr J Tradit Complement Altern Med.* 4(2):240-4. doi: 10.4314/ajtcam.v4i2.31214. PMID: 20162098; PMCID: PMC2816439.
66. Newman, D. J. & Cragg, G. M., (2020). Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *J Nat Prod.* 27;83(3):770-803. doi: 10.1021/acs.jnatprod.9b01285. Epub 2020 Mar 12. PMID: 32162523.
67. Nicastro, H. L., Ross, S. A., & Milner, J. A. (2015). Garlic and onions: their cancer prevention properties. *Cancer Prev Res (Phila).* 8(3):181-9. doi: 10.1158/1940-6207.CAPR-14-0172. Epub 2015 Jan 13. PMID: 25586902; PMCID: PMC4366009.
68. Nishimura, H., Ariga, T., Huang, M., Osawa, T., Ho, C., & Rosen, R. (1993). Phytochemicals food for Cancer Prevention. IACS Symposium Series, pp.128-143.
69. Nguyen, Q. V. & Chuyen, H. V. (2020). Processing of Herbal Tea from Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.): effects of Drying Temperature and Brewing Conditions on Total Soluble Solid, Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Sensory Quality. *Beverages.* 6(1): 1–11. doi: 10.3390/beverages6010002.
70. Nunuk, H., Yuniata, Y., Harijono, H., & Wijarnako, S. B. (2020). Cytotoxic activity and selectivity index of *Solanum Torvum* Fruit on T47D breast cancer cells. *Ind J Public Health Research and Dev.*, 11 (2): 1397-1402. doi: 10.37506/v11/12/2020/ijphrd/195053.
71. Okeke, U., Minari, J. B., & Okpозor, J. (2023). Chemo-preventive Activity of Ethanolic Extracts of *Newbouldia laevis* and *Olax subscorpioidea* Leaves on Methylnitrosourea–winduced Stroma

- Fibrosis in Breast Tissues of Female Albino Rats. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 27 (1): 115-23. doi: 10.4314/jasem.v27i1.17.
72. Omogbadegun, Z. O. (2013). Medicinal plants-based foods for breast cancer treatment: an ethnobotanical survey and digitization. *Int J Med Plants and Alternative Medicine*, 1, (8)137-163.
73. Patel, S. (2014). Hibiscus Sabdariffa: an Ideal yet under-exploited Candidate for Nutraceutical Applications. *Biomed. Prev. Nutr.* 4: 23–27. doi: 10.1016/j.bionut.2013.10.004.
74. Prasad, S. & Tyagi, A. K. (2015). Ginger and its constituents: role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. *Gastroenterol Res Pract.* 2015:142979. doi: 10.1155/2015/142979. Epub 2015 Mar 8. PMID: 25838819; PMCID: PMC4369959.
75. Pereira, M. M., Haniadka, R., Chacko, P. P., Palatty, P. L., & Baliga, M. S. (2011). Zingiber officinale Roscoe (ginger) as an adjuvant in cancer treatment: a review. *J BUON.* 16(3):414-24. PMID: 22006742
76. Pérez-Sánchez, A., Barrajón-Catalán, E., Herranz-López, M., & Castillo, J. (2016). Micol V. Lemon balm extract (*Melissa officinalis*, L.) promotes melanogenesis and prevents UVB-induced oxidative stress and DNA damage in a skin cell model. *J Dermatol Sci.* 84(2):169-177. doi: 10.1016/j.jdermsci.2016.08.004. Epub 2016 Aug 4. PMID: 27528586.
77. Pruthvish, R., Sushma, P., Gopinath, S. M., Ramith, R., Shiva, P. K., & Chandan, S. (2022). Anti-breast cancer potential of MnO<sub>2</sub> nanoparticles using Terminalia chebula fruit extract against MCF-7 cell line through in vitro cell cycle and apoptotic studies. *Materialstoday: Proceeding.* 62(5): 5526-32. doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.330.
78. Pröhl, M., Schubert, U. S., Weigand, W., & Gottschaldt, M. (2016). Metal complexes of curcumin and curcumin derivatives for molecular imaging and anticancer therapy. *Coord. Chem. Rev.*, 307(1): 32–41. doi.org/10.1016/j.ccr.2015.09.001.
79. Raisuddin, S., Ahmad, S., Fatima, M., & Dabeer, S. (2018). Toxicity of anticancer drugs and its prevention with special reference to role of garlic constituents. *Ann. Phytomed.* 2018, (7), 13–26. DOI:10.21276/ap.2018.7.1.3.
80. Ranjbari, J., Alibakhshi, A., Arezumand, R., Pourhassan-Moghaddam, M., Rahmati, M., Zarghami, N., & Namvaran M. M. (2014). Effects of Curcuma longa extract on telomerase activity in lung and breast cancer cells. *Zahedan J Res Med Sci.*, 16 (10):1-6.
81. Rossi, R. E., Pericleous, M., Mandair, D., Whyand, T., & Caplin, M. E. (2015). The role of dietary factors in prevention and progression of breast cancer. *Anticancer Research*, 34 (12): 6861–6875.

82. Ryan, J. L., Heckler, C. E., Ling, M., Katz, A., Williams, J. P., Pentland, A. P., & Morrow, G. R. (2013). Curcumin for radiation dermatitis: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial of thirty breast cancer patients. *Radiat Res.* 180(1):34-43. doi: 10.1667/RR3255.1. Epub 2013 Jun 7. PMID: 23745991; PMCID: PMC3998827.
83. Sabarkar, D. M. & Deshmukh, V. N. (2011). Ethnopharmacological Review of Traditional Medicinal Plants for Anticancer Activity. *International Journal of Pharm Tech Research*, 3 (1): 298-308.
84. Saetang, J., Tedasen, A., Sangkhathat, S., Sangkaew, N., Dokduang, S., Prompat, N., Taraporn, S., & Graidist P. (2022). The attenuation effect of low piperine Piper nigrum extract on doxorubicin-induced toxicity of blood chemical and immunological properties in mammary tumour rats. *Pharm Biol.* 60(1):96-107. doi: 10.1080/13880209.2021.2018470. PMID: 34962450; PMCID: PMC8735876.
85. Sanakousar, K. P., Arun, K. S., Ria, P., Archana, D., Vishalakshi, M., Jyoti, P., Sumangala, P., Kusal, K. D., & Prachi, P. P. (2022). In-Vitro Antioxidant, Anti-Inflammatory and Cytotoxic effects of different Solvent Extraction Terminalia chebula, Terminalia billerica, Phyllanthus emblica. *Research Journal of Pharmacy and Technology.* 5(7):2940-4. doi: 10.52711/0974-360X.2022.00490.
86. Saravanan, R., Raja, K., & Shanthi, D. (2022). GC–MS Analysis, Molecular Docking and Pharmacokinetic Properties of Phytocompounds from Solanum torvum Unripe Fruits and Its Effect on Breast Cancer Target Protein. *Appl Biochem Biotechnol* 194, 529–555. <https://doi.org/10.1007/s12010-021-03698-3>
87. Saraydin, S. U., Tuncer, E., Tepe, B., Karadayi, S., Özer, H., Şen, M., Karadayi, K., Inan, D., Elagöz, Ş., Polat, Z., Duman, M., & Turan, M. (2012). Antitumoral effects of Melissa officinalis on breast cancer in vitro and in vivo. *Asian Pac J Cancer Prev.* 13(6):2765-70. doi: 10.7314/apjcp.2012.13.6.2765. PMID: 22938456.
88. Shafi, G., Hasan, T. N., Syed, N. A., Al-Hazzani, A. A., Alshatwi, A. A., Jyothi, A., & Munshi, A. (2012). Artemisia absinthium (AA): a novel potential complementary and alternative medicine for breast cancer. *Mol Biol Rep.* 39(7):7373-9. doi: 10.1007/s11033-012-1569-0. Epub 2012 Feb 5. PMID: 22311047.
89. Shakeri, A., Sahebkar, A., & Javadi, B. (2016). Melissa officinalis L. a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J Ethnopharmacol.* 88: 204–28. doi: 10.1016/j.jep.2016.05.010. Epub 2016 May 7. PMID: 27167460.



90. Shanmugam, M. K., Rane, G., Kanchi, M. M., Arfuso, F., Chinnathambi, A., Zayed, M. E., Alharbi, S. A., Tan, B. K., Kumar, A. P., & Sethi, G. (2015). The multifaceted role of curcumin in cancer prevention and treatment. *Molecules*. 20(2):2728-69. doi: 10.3390/molecules20022728. PMID: 25665066; PMCID: PMC6272781.
91. Sharma, V., Katiyar, A., & Agrawal, R. C. (2018). Glycyrrhiza Glabra: Chemistry and Pharmacological Activity. *Sweeteners*. pp. 87–100. doi:10.1007/978-3-319-27027-2-21.
92. Sharma, K., Pachauri, S. D., Khandelwal, K., Ahmad, H., Arya, A., Biala, P., Agrawal, S., Pandey, R. R., Srivastava, A., Saxena, J. K., & Dwivedi, A. K. (2016). Anticancer Effects of Extracts from the Fruit of *Morinda Citrifolia* (Noni) in Breast Cancer Cell Lines. *Drug Res (Stuttg)*. 66(3):141-7. doi: 10.1055/s-0035-1555804. Epub 2015 Jul 9. PMID: 26158795.
93. Sindi, H.A., Marshall, L. J., & Morgan, M. R. (2014). Comparative chemical and biochemical analysis of extracts of *Hibiscus sabdariffa*. *Food Chem*. 1(164):23-9. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.04.097. Epub 2014 May 6. PMID: 24996300.
94. Sriwiriyan, S., Ninpesh, T., Sukpondma, Y., Nasomyon, T., & Graidist, P. (2014). Cytotoxicity screening of plants of genus *Piper* in breast cancer cell lines. *Trop. J. Pharm. Res*. 13(1): 921–28. doi:10.4314/tjpr.v13i6.14.
95. Sultan, M. H., Zuwaiel, A. A., Moni, S. S., Alshahrani, S., Alqahtani, S. S., Madkhali, O., & Elmobark, M. E. (2020). Bioactive Principles and Potentiality of Hot Methanolic Extract of the Leaves from *Artemisia absinthium* L "in vitro Cytotoxicity Against Human MCF-7 Breast Cancer Cells, Antibacterial Study and Wound Healing Activity". *Curr Pharm Biotechnol*. 21(15):1711-1721. doi: 10.2174/1389201021666200928150519. PMID: 32988347.
96. Syed-Najmuddin, S. U., Romli, M. F., Hamid, M., Alitheen, N. B., & Nik Abd Rahman, N. M. (2016). Anti-cancer effect of *Annona Muricata* Linn Leaves Crude Extract (AMCE) on breast cancer cell line. *BMC Complement Altern Med*. 16(1):311. doi: 10.1186/s12906-016-1290-y. PMID: 27558166; PMCID: PMC4997662.
97. Thirumal, M., Kishore, G., Prithika, R., Das, S., & Nithya, G. (2012). In-vitro anticancer activity of *tecomastans* (L) Ethanolic leaf extract on human breast cancer cell line (mcf-7) *int. j of pharm., chem. and biol. Sciences*, 2 (4): 488-493.
98. Wang, X. F., Zhou, Q. M., Lu, Y. Y., Zhang, H., Huang, S., & Su, S. B. (2015). Glycyrrhetic acid potently suppresses breast cancer invasion and metastasis by impairing the p38 MAPK-API signaling

- axis. *Expert Opin Ther Targets*. 19(5):577-87. doi: 10.1517/14728222.2015.1012156. Epub 2015 Mar 31. PMID: 25828376.
99. Wani, K., Shah, N., Prabhune, A., Jadhav, A., Ranjekar, P., & Kaul-Ghanekar, R. (2016). Evaluating the anticancer activity and nanoparticulate nature of homeopathic preparations of *Terminalia chebula*. *Homeopathy*. 05(4):318-326. doi: 10.1016/j.homp.2016.02.004. Epub 2016 Apr 12. PMID: 27914571.
100. Wong, F. C., Woo, C. C., Hsu, A., & Tan, B. K. (2013). The anti-cancer activities of *Vernonia amygdalina* extract in human breast cancer cell lines are mediated through caspase-dependent and p53-independent pathways. *PLoS One*. 2013 Oct 24;8(10):e78021. doi:10.1371/journal.pone.0078021. PMID: 24205071; PMCID: PMC3812032.
101. Wu, Y. Y., Xu, Y. M., & Lau, A. T. Y. (2021). Anti-Cancer and Medicinal Potentials of *Moringa Isothiocyanate*. *Molecules*.11;26(24):7512. doi: 10.3390/molecules26247512. PMID: 34946594; PMCID: PMC8708952.
102. Yang, C., Gundala, S. R., Mukkavilli, R., Vangala, S., Reid, M. D., & Aneja, R. (2015). Synergistic interactions among flavonoids and acetogenins in *Graviola* (*Annona muricata*) leaves confer protection against prostate cancer. *Carcinogenesis*. 36(6):656-65. doi: 10.1093/carcin/bgv046. Epub 2015 Apr 11. PMID: 25863125; PMCID: PMC4566098.
103. Zengue, S., Michel, T., Cisilotto, J., Tueche, A. B., Ndinteh, D. T., Mello, L. J., Njamen, D., & Creczynski-Pasa, T. B. (2018). The hydro-ethanolic extract of *Acacia seyal* (Mimosaceae) stem barks induced death in an ER-negative breast cancer cell line by the intrinsic pathway of apoptosis and inhibited cell migration. *J Ethnopharmacol*. 223:41-50. doi: 10.1016/j.jep.2018.05.021. Epub 2018 May 18. PMID: 29783017.



## Drivers of Health Insurance Coverage in Low Income Settlements: A Case of Kibera Informal Settlement, Nairobi County, Kenya

*Emmah Wanjiku Ng'ang'a,  
Martine Oleche Odhiambo*

Department of Economics and Population Studies,  
University of Nairobi, Kenya

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p94](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p94)

Submitted: 13 April 2023

Accepted: 15 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Ng'ang'a E.W. & Odhiambo M.E. (2023). *Drivers of Health Insurance Coverage in Low Income Settlements: A Case of Kibera Informal Settlement, Nairobi County, Kenya*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 94. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p94>

### Abstract

Insurance is critical for any country's economic growth and development to be sustainable. In rural areas of Kenya, among the illiterate, unemployed, poor, and vulnerable in society, health insurance adoption is extremely low. This paper focuses on determining the drivers for health insurance uptake among low-income populations in Kibera, Nairobi County. Semi structured questionnaires were administered to households located in Kibera informal settlements to collect data. The Yamane (1967) formula was used to select the sample size. Simple random sampling was adopted in selecting 399 respondents. Both descriptive and inferential analysis were conducted. The binary probit regression model was employed. Health insurance ownership was used as the dependent variable while age, gender, marital status, household size, school attainment, occupation, income levels, religion, cultural beliefs, frequency of hospital visits, cost of premiums, and pre-existing illness were used as the independent variables. Findings revealed that only 27.6 percent of the respondents had health insurance coverage. The findings further revealed that occupation, income levels, and religion significantly influence health insurance ownership among low-income populations in Kibera, Nairobi. Public health insurance cover was the most owned type of health insurance scheme. Recommendations were highlighted

for the ministry of health and other relevant stakeholders to raise knowledge on the various health insurance options available and improve flexibility of the products to drive insurance uptake. In addition, national and county governments need to develop programmes and policies that could empower households in the informal settlements. Further, it is necessary for the government to subsidise the cost of acquiring public health insurance covers since this would encourage uptake among low-income families. The ministry of health should also work in conjunction with various religious denominations to campaign for uptake of health insurance among the poor.

---

**Keywords:** Health insurance, Low-income populations, Kibera, Informal settlements, Kenya

## **Introduction**

Universal health coverage (UHC) is a critical pillar of the Sustainable Development Goals (SDGs), which aims to promote delivery of quality health services (WHO, 2020). Barasa, Nguhiu, and McIntyre (2018) note that every state's citizen should be in a position where they can access services that they require from hospitals without financial impoverishment or any risk. Insurance is a risk mitigation mechanism where clients receive protection against losses in exchange for payment of a premium, and payment is always due before the contingent claim is serviced by the insurer (Gitau, 2016).

Globally, on average, 150 million people lack a concrete health plan. In Africa, the effects of catastrophic healthcare expenditure are intense, given the overwhelming bulk of empirical proof pointing to the low penetration of health insurance (Barasa, Mwaura, Rogo, & Andrawes, 2017). In Africa, Statista (2019) noted that despite the continent being home to 17% of the global population, only less than 1% of the households have health insurance. Lack of policy uptake in Africa is due to poor income and domination of non-life insurance products across different firms. In Kenya, health insurance adoption is very low within the rural areas, among the illiterate, individuals in the informal sectors, and among the poor and most vulnerable populations (Barasa, Mwaura, Rogo & Andrawes, 2017). Most of the households pay for healthcare through out of pocket (OOP), and the rest have NHIF and other private insurances (KDHS, 2022). According to Jattani and Ochieng (2021), about 20-30% of Kenyans are in a health insurance scheme while the rest of the population rely fully on out-of-pocket payments due to the COVID-19 pandemic. This poses a huge financial burden to the rest of the population, with 43% of the population surviving on little over a dollar per day (World Health Organization, 2016). Maina, Kithuka, and Tororei (2016) note that the insured population is mostly insured due to requirements from their employers.

The healthcare services model developed by Andersen aimed at explaining determinants of effective use of health services at a given time or all the time (Andersen, 1968). There are various usages of health services demonstrated by the model such as inpatient care services, outpatient care services, and dental care services, among others. The model explains that most of the time, these healthcare services are determined by several critical factors, including predisposing factors, enabling factors, and the need factor (Andersen & Newman, 1973).

Predisposing factors, as indicated by Andersen (1968), compose of race, age, and health beliefs of the patient or people. By providing an example, people who believe in traditional medicines are unlikely to seek medical attention from urban health centres. Enabling factors outline the family support that one has when they are ill or sick, access to health insurance among people, and one's community at large (Andersen & Newman, 1973). The theory further explains that family support is critical in explaining health utilisation. Even though the need for better health services has left many families poor due to high cost of treatment, it has continued to remain a critical factor in determining health utilisation (Andersen, 1995). Medical accessibility can thus be viewed from the perspective of enabling resources and encouraging people to seek medication (Andersen & Newman, 1973). This theory gives a variety of reasons that may contribute to the uptake of the health policies that can foster access to medical care.

Empirical literature has been conducted globally and several factors have been associated with uptake of health insurance. In Pakistan, Jahangeer and Huq (2015) revealed that households headed by a male, with children and elderly dependants, expressed a tendency to register with health insurance companies. In Cambodia, size of household, level of education, and the number of dependants had a positive effect on the health insurance enrolment rate (Ozawa, Grewal, & Bridges, 2016). In their review, Fadlallah et al. (2018) reported a strong influence of socio-demographic factors on health insurance uptake. Older, married couples were more inclined to make regular insurance payments, while single, younger individuals were less inclined to partake in health insurance schemes.

In Gabon, Yaya (2020) revealed that the age of an individual was a vital factor of enrolment in health insurance schemes. In another study in Nepal, Ghimire, Sapkota and Poudyal (2019) revealed that age, family size, and number of dependants in a household significantly affects the family's decision to apply for insurance services. According to Dayour, Adongo and Kimbu (2020), lack of awareness as well as inadequate social infrastructure, poorly established administrative policies, and high cost of insurance serve as deterrents to insurance uptake in Ghana.

The low insurance penetration rate in Kenya has been attributed to a number of factors including restrictive regulatory environment, poor awareness by public members about insurance services and products, lack of supportive insurance culture, inadequate disposable income, weak marketing channels, and inefficient claims settling and pricing (Barasa, 2016). Gitau (2016) reported a strong link between culture, religion, and insurance attitude. Nguru (2018) and Omollo (2016) asserted high insurance uptake among individuals older than 38, while Ndung'u (2015) found gender and marital status to be determinants. However, fraud cases, lack of accountability, and mismanagement of resources have contributed to the low uptake of insurance cover in the country. Masengeli, Mwaura-Tenambergen, Mutai, and Simiyu (2017) in their research study reported that age, gender, and marital status all significantly influence insurance purchase decisions. However, Nyorera and Okibo (2015) reported that poor understanding of insurance products, long and cumbersome registration process, and traditional sentiments served to deter enrolment into the country's insurance fund (NHIF). The current study reviewed the effect of socio-demographic factors, level of awareness, and perception on health insurance uptake.

The World Health Organization (2016) reported that 43% of Kenyans cannot afford insurance since their daily spend often rarely exceeds one dollar. To date, the current health insurance uptake in the country still lags behind most other developing countries. Furthermore, the available data show that health insurance uptake has only been limited to the middle-class and upper-class citizens within the country (Maina, Kithuka, & Tororei, 2016). Niyinyumva (2019) contends that with more than 56% of Kenyans living below the poverty lines, the uptake of health insurance has become a luxury to many, and the low uptake of insurance has resulted in limited access to healthcare. Gichuru, Muturi, and Wawire (2015) pointed out that with less than 12% of low-income households accessing health insurance, overreliance on OOP to finance healthcare is becoming unsustainable and is limiting their ability to access quality healthcare as stipulated in the constitution. From the foregoing, understanding drivers of insurance uptake among low-income families is essential since it presents a major health policy challenge. This study seeks to expand the available knowledge by examining determinants of health insurance subscription within low-income populations in Kenya.

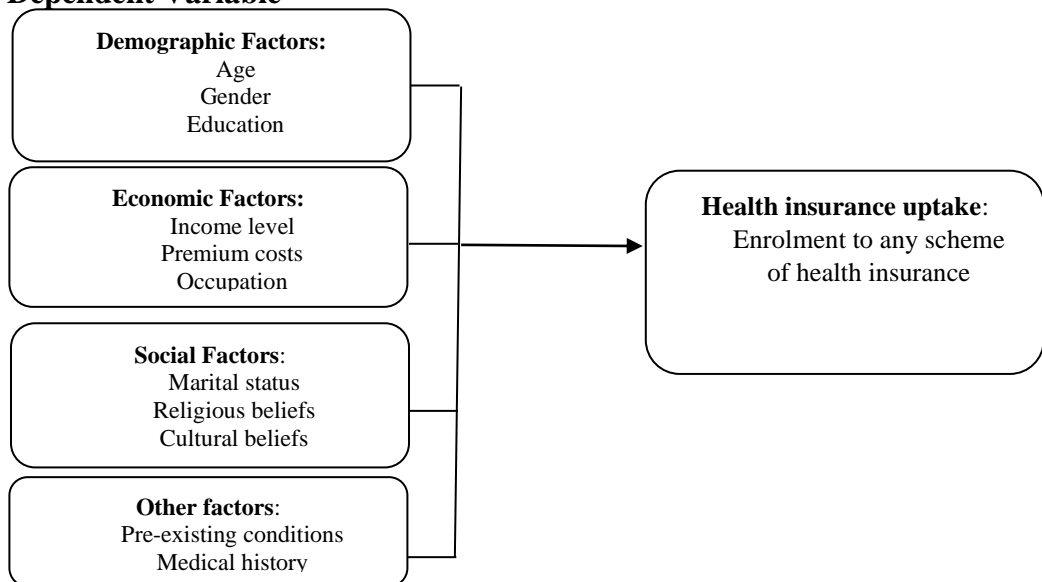
Other scholars have sought after factors determining health insurance uptake in Kenyan households. Maina, Kithuka, and Tororei (2016) focused on maternal insurance uptake and found out that marital status and benefits of the policy influenced insurance uptake while income and household size did not influence uptake of insurance. In addition, Ndungu (2015) examined drivers of national health insurance uptake and revealed that demographic factors, academic position, socio-economic influences, and information accessibility

significantly influenced insurance subscription. In a similar study, Namuhisa (2014) concluded that income, level of awareness, benefits, and proximity to NHIF offices significantly influenced participation in health insurance. Furthermore, Mohamed (2019) analysed the uptake of NHIF and found out that financial capability, awareness level, gender, and education level determined the uptake. In addition, Njogu (2019) examined health insurance uptake in rural households in Nyeri and concluded that marital status, age, income, education, financial literacy, and distribution channels predict insurance uptake.

Despite the myriad of studies focusing on insurance uptake, and the government's efforts to reform the NHIF to cater for both the formal and informal sectors for both inpatients and outpatients, there are still persistent concerns when it comes to health insurance uptake in low-income households. The above studies have not exhaustively solved the problem with insurance uptake in low-income households in Kenya. Hence, there is the need to expand the available empirical evidence. The purpose of this study therefore is to examine the factors determining health insurance uptake among low-income populations in Kibera, Nairobi County. The conceptual framework (Figure 1) presents the conceptualization of the drivers of health insurance coverage among low-income populations in Kibera informal settlements, Nairobi County.

### Independent Variables

#### Dependent Variable



**Figure 1.** Conceptual Framework

## Methods

The study adopted descriptive-exploratory research design. The target population involved the residents/dwellers within Kibera Informal Settlement Scheme in Kibra Constituency, Kenya. The Kenya National Bureau of Statistics (2019) identified 149,662 residents within the locale with 77,330 males, 72,324 females, and 8 intersex residents. The residents of the study area formed the unit of observation and were the representative of the study scope. This is because the residents dwelling within the informal settlement scheme were considered in the study.

This study adopted a simple random sampling technique since it promotes equal likelihood of representation from the population. The Yamane (1967) formula below was adopted in determining the sample size where;  $n$  = Size of the sample,  $N$  = population and  $e$  = precision level.

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{149,662}{1+149,662 (0.05)^2} = 399 \dots \dots \dots (2)$$

Hence, 399 respondents from Kibera Informal settlement scheme were selected.

For data collection, questionnaires were developed per the study's objectives. They were administered with the support of the trained research assistant. The data was collected within a period of one month (January, 2021). The pilot study was conducted to determine the validity and reliability for the study instruments (Shajahan, 2009). It involved 10% ( $n=39$ ) of the sample respondents. These responses were excluded from the final analysis and involved residents of the Mathare informal settlement, which has similar characteristics to the main study area. Validity was ascertained via a non-statistical approach where the tool was presented to the experts in the field of healthcare financing, whereas reliability was tested via test-retest method. It measured the accurateness of the information in the research instrument in measuring its intended purpose.

The theoretical model conceptualized that demand of non-durables such as health insurance can be determined as a function of various factors. The empirical modelling of the study assumed that participants within the informal sector are faced with challenges that impact their ability to subscribe to health insurance such as the price of closely related products and high cost of living. Furthermore, in the presence of pre-existing health conditions that require constant care, the individual had to choose between foregoing basic needs and buying insurance.

The research used a probit regression model to ascertain the primary drivers of health insurance ownership in Kenya. The dependent variable was



quantified using a binary option to indicate whether the participant had health insurance cover or not.

$$Y = X_i\beta + \varepsilon \dots \dots \dots (3)$$

Where Y - the dependent variable (health insurance coverage)  
X<sub>i</sub> - explanatory variables  
β - parameters to be estimated  
ε - error term

The study assumed that health insurance uptake in Kenya is a function of several determinants.

$$UHI = f(DF, EF, SCF, OF) \dots \dots \dots (4)$$

Where UHI = uptake of health insurance; DF= demographic factors (age, household size, marital status, gender, education level); EF= economic factors (employment status, level of income); SF= social-cultural factors (religion, cultural beliefs), and OF = other factors (frequency of accessing healthcare facilities, awareness of insurance information, pre-existing conditions, premium costs). The specified model is as follows.

$$UHI = \beta_0 + \beta_1AG + \beta_2GN + \beta_3MS + \beta_4HS + \beta_5ED + \beta_6ES + \beta_7LI + \beta_8RB + \beta_9CB + \beta_{10}CP + \beta_{11}AW + \beta_{12}FQ + \beta_{13}PEC + \mu \dots \dots \dots (5)$$

Where, UHI<sub>t</sub> is the rate at which the low-income population consumes health insurance.

β<sub>0</sub> represents the model constant; AG represents the age; GN represents the gender; MS represents the marital status; HS represents the household size; ED represents the education level; ES represents the employment status; LI represents the level of income; RB represents the religious beliefs; CB represents the cultural beliefs; CP represents the costs of premiums; AW represents the awareness level/access to insurance information; FQ represents the frequency of accessing healthcare services; PEC represents the Pre-existing conditions; and μ represents the stochastic error term.

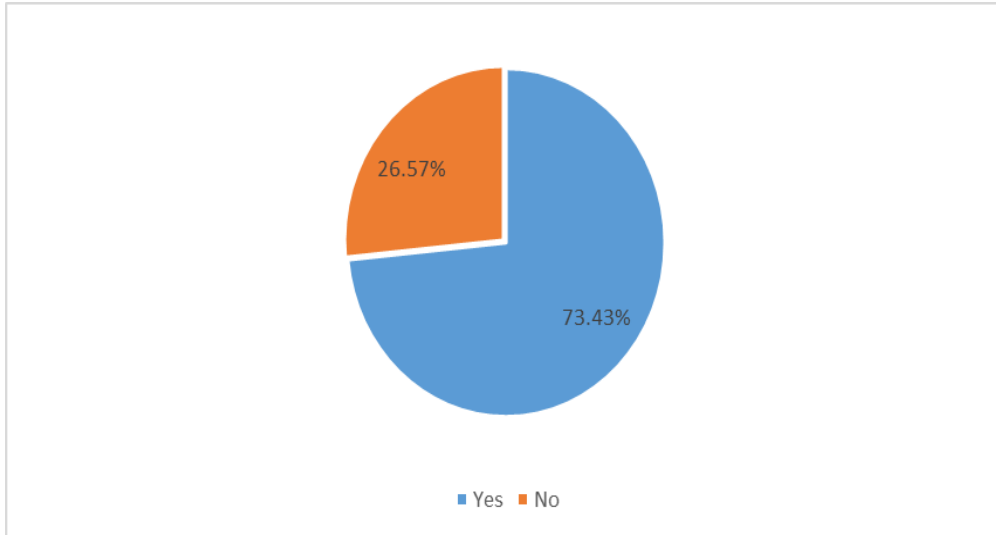
Both descriptive and inferential statistics were applied. Diagnostic tests also aided to ensure fit between the constructs of the research by testing the association between the study variables (Creswell, 2014). The study summarised the responses from the research respondents using frequencies, means, and standard deviations. The research further employed probit regression analysis to determine how predictor variables impact health insurance uptake in Kenya.

**Table 1.** Measurement of Variables

Variable	Variable Definition	Measurement
<b>Dependent Variable</b>		
Health insurance uptake	Uptake of health insurance	Yes – 1; No – 0
<b>Independent Variables</b>		
<b>Demographic Variables</b>		
Age	Age of the participant at the time of the survey	Years
Gender	Gender of the participant	Male = 0; Female = 1
Marital status	Current marital status of the participant	Single = 0; Married = 1; Widowed = 2; Divorced = 3
Household size	Number of people in a household	Number
Education level	Number of years spent in school	Years
<b>Economic Variables</b>		
Employment status	Employment status at the time of survey	Unemployed = 0; Formal employment = 1; Informal; employment = 2
Level of income	Average monthly income	Number
<b>Social- cultural Variables</b>		
Religion	Participant’s religious affiliation	No religion =0; Catholic =1; Protestant=2; Muslim=3; Others=4
Cultural beliefs	Participants’ beliefs that may hinder insurance uptake	None = 0; Traditional = 1; Modern = 2
<b>Other Variables</b>		
Frequency of accessing healthcare facilities	The number of times the participant or dependant visited a health facility in the last 12 months	Number
Awareness (Access to insurance information)	Whether the participant is aware of health insurance	Yes = 1; No = 0
Presence of pre-existing health conditions	Participant having pre-existing health conditions like chronic illnesses that require constant care or hospitalisation	Yes = 1; No = 0
Cost of premium	How much the participant needs to spend on an insurance premium in a month	Value in cash (kshs)

## Results and Discussion

The study explored awareness levels on health insurance by low-income populations in Kibera, Nairobi County. The extent to which health insurance awareness exists in Kibera is depicted in Figure 2. It was discovered that approximately 73% of respondents were aware of a particular type of health insurance, while only 27% were unaware.



**Figure 2.** Health Insurance Awareness Levels

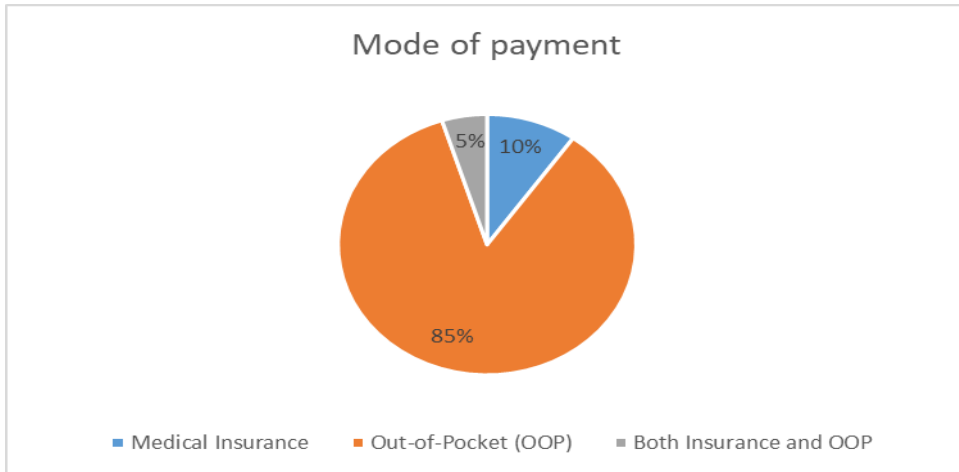
The study sought to profile health insurance schemes in Kibera slums. Table 2 presents the results.

**Table 2.** Health Insurance Uptake among low-income populations in Kibera, Nairobi

Health Insurance Type Owned	Frequency	Percentage
No	289	72.43
Private	1	0.25
Public	100	25.06
Community	2	0.50
Private and Public	7	1.76
Total	399	100.00

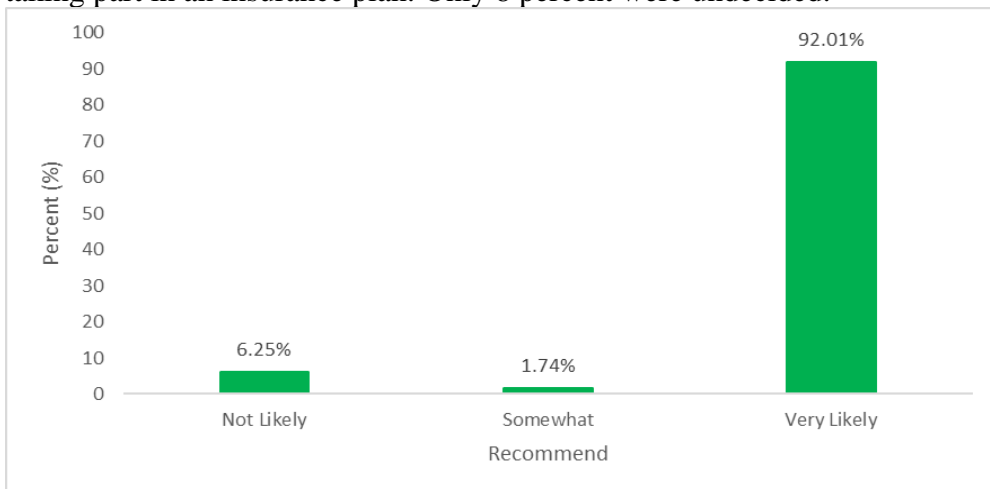
The results showed that only 110 respondents (27.6 percent) subscribed to health insurance, while the majority, 289 (72.4 percent) did not own any form of health insurance. However, 25.1 percent subscribed to the National Hospital Insurance Fund, while 1.75 percent had both private and public health insurance covers. Private and community health insurance plans had the least coverage at 1 percent and 2 percent, respectively. According to KNBS (2013), most households pay for healthcare out of pocket (OOP), and the rest pay through NHIF and private insurers. From the literature, about 20-30% of Kenyans have access to health insurance coverage (Zollmann & Ravishankar, 2016; Jattani & Ochieng, 2021).

On mode of payment, the study evaluated whether the respondents used out of pocket, medical insurance or both out of pocket and medical insurance. Figure 3 shows that 85 percent of respondents paid for medical services out of their pockets, while those who paid via medical insurance were 9.79 percent.



**Figure 3.** Mode of Payment for Healthcare Services

The respondents were asked if they intended to enrol in any health insurance plans. Figure 4 shows that approximately 92 percent were open to taking part in an insurance plan. Only 8 percent were undecided.



**Figure 4.** Willingness to Enrol in any Health Insurance Scheme

The main goal of the study was to establish the determinants of health insurance coverage among low-income populations in Kibera, Nairobi, Kenya. Probit model was applied in the study to estimate the influence of various demographic, socio-cultural, and other factors on health insurance uptake. Findings are tabulated in Table 3. The study found an overall p-value of 0.0001, which was less than 0.05, with the log likelihood ratio of -83.486084. This implies that the factors considered fitted the model well and thus, variables used in the model were collectively significant in health insurance uptake. The estimated model revealed that occupation, income, and

religion were significant determinants of health insurance. It was also found that age, gender, household size, education attainment, frequency of hospital visits, cost of premium, and pre-existing illnesses were not elevated drivers of health insurance uptake.

Furthermore, only age, gender, religion, frequency of hospital visit, cost of premium, and pre-existing illnesses were found to negatively impact health insurance uptake within Nairobi’s poor households. The latter however had a non-significant effect on health insurance uptake. Table 3 shows detailed marginal effects of the Probit model of the various factors.

**Table 3.** Marginal Effects of the Probit Model for Health Insurance

Probit regression				Number of obs	=	149
				Wald chi2(11)	=	37.44
				Prob > chi2	=	0.0001
Log pseudolikelihood = -83.486084				Pseudo R2	=	0.1904
Health Insurance Uptake	Marginal Effects	Std. Err	t	p>t	95% Conf. Interval	
Age	-0.0048	0.0047	-1.02	0.307	-0.0140	0.0044
Gender (male=1)	-0.0652	0.0755	-0.86	0.388	-0.2131	0.0827
Marital status (Married=1)	0.0040	0.0973	0.04	0.967	-0.1867	0.1947
Household size	0.0555	0.0289	1.92	0.055	-0.0011	0.1120
School attainment	0.0166	0.0135	1.23	0.219	-0.0099	0.0430
Occupation	0.1500**	0.0731	2.05	0.040	0.0067	0.2933
Ln income	0.2201**	0.0505	4.36	0.000	0.1211	0.3191
Religion	-0.6548**	0.2124	-3.08	0.002	-1.0711	-0.2385
Cultural beliefs	0	(omitted)				
Frequency of hospital visits	-0.0062	0.0189	-0.33	0.745	-0.0433	0.0310
Ln cost of premiums	-0.1708	0.1017	-1.68	0.093	-0.3701	0.0285
Pre-existing illness	0.1102	0.1158	0.95	0.341	-0.1168	0.3372

\*\*Significant at 5%. Ln=Natural logarithm

This study presents discussions on two parts: significant factors and non-significant determinants. Apart from the religion variable, two other significant factors (occupation and natural logarithm of income) had a positive effect. The other factors were, however, not significant. The discussion is done systematically.

Based on the estimation result, age was not a significant determinant of health insurance uptake ( $\beta=-0.0048$ ,  $t=-1.02$ ,  $p>0.05$ ). An additional year to an individual’s age led to 0.48 percent insignificant reduction in the probability of partaking health insurance products in Nairobi County, holding other factors constant. This implies that as respondents advance in age, they

have more health needs and thus, treat the health insurance ownership in higher regard. Nonetheless, this coefficient was small. These findings were confirmed by Saiti, Yitambe, and Korir (2020) in their investigation on drivers of health insurance cover among Kenyan elderly. The study revealed that age had an insignificant effect on health insurance demand.

The study also established that gender of the respondents was not a significant determinant of health insurance uptake ( $\beta=-0.0652$ ,  $t=-0.388$ ,  $p>0.05$ ). Being male led to 6.52 percent insignificant reduction in the intention to purchase insurance cover, holding other factors constant. This implies that male respondents had lower probability of acquiring health insurance compared to their female counterparts. These findings were supported by the results of Saiti, Yitambe and Korir (2020), who investigated health insurance uptake among Kenyan elderly. The study further revealed that gender had an insignificant effect on health insurance demand.

In addition, the respondents' marital status was not a significant determinant of health insurance uptake ( $\beta=0.004$ ,  $t=0.04$ ,  $p>0.05$ ). Being married led to 0.4 percent insignificant increase in health insurance uptake, implying a marginal increase in intention of married couples to acquire health insurance. The findings were confirmed by the results of Saiti, Yitambe, and Korir's (2020) study on health insurance uptake among the elderly. The study revealed that marital status had an insignificant effect on demand for health insurance. In addition, Dror et al. (2016), in an assessment of drivers of participation in community-based health insurance schemes, reported an increased association between marriage and insurance cover uptake.

The present study indicated that household size was not a significant determinant of health insurance uptake ( $\beta=0.0555$ ,  $t=1.92$ ,  $p>0.05$ ). An additional member to the household led to a 5.55 percent insignificant increase in the probability of purchasing health insurance among low-income populations in Kenya, holding other factors constant. This implies that as household size increases, the risk of sickness increases as well. Therefore, the family tends to obtain health coverage to cushion them from high out of pocket expenditures. These findings were supported by the findings of Dror et al. (2016), who investigated uptake factors in community-based health insurance schemes. Their findings showed that household size significantly impact participation in insurance purchasing.

Considering the levels of education, the study revealed a non-significant effect of school attainment on health insurance ownership ( $\beta=0.0166$ ,  $t=1.23$ ,  $p>0.05$ ). The study further showed that health insurance uptake increases insignificantly by 1.66 percent with every educational year attended among low-income populations in Kibera, Nairobi County, holding other factors constant. This implies that clients who are on a higher education level have the ability to comprehend the impact of owning health insurance.

However, the impact in this case was not statistically significant. The study findings were contrary to the results obtained by Nguru, Kodhiambo and Yitambe (2018), who investigated drivers of insurance uptake among patients in Embu County, Kenya. The results showed that higher education levels translated into increased intention to purchase health insurance.

From the results of the present study, occupation also significantly impacts uptake of health insurance covers ( $\beta=0.1500$ ,  $t=2.05$ ,  $p<0.05$ ). Being in informal employment led to 15 percent significant increase in the probability of health insurance uptake among low-income populations in Kibera, Nairobi County. This implies that as an individual secures formal employment, they may be forced to own either a private or public health insurance cover, which is paid for by the employer compared to those who are not employed. These findings are supported by the findings of Dror et al. (2016), who found that occupation influenced the uptake levels. Nguru, Kodhiambo, and Yitambe (2018) reported similar observations in Embu, noting that education, gender, employment, and awareness level all have a significant impact on uptake of health insurance.

Considering the income levels, the present study revealed a significant effect of income on health insurance ownership ( $\beta=0.2201$ ,  $t=4.36$ ,  $p<0.05$ ). The study showed that the likelihood of health insurance uptake increases significantly by 22.01 percent along with the income level, among low-income populations in Kibera, Nairobi County, holding other factors constant. The extra income earned is used to purchase or access health insurance. These findings corroborate the results obtained by Dror et al. (2016), who reported that income level influenced the uptake levels. Similarly, Kituku and Amata (2016) conducted a study on factors driving uptake of NHIF among informal sector workers in Murang'a. It was revealed that the main determinants of insurance uptake include the level of income.

Religion was also a strong determinant of uptake of health insurance ( $\beta=-0.6548$ ,  $t=-3.08$ ,  $p<0.05$ ) in the present study. It was found that being in any specific religion reduced the probability of obtaining health insurance significantly by 22.01 percent among low-income populations in Kibera, Nairobi County, implying that religious affiliation is a significant deterrent to uptake of insurance products. The finding was supported by Gitau (2016), who established a strong association between cultural, religious beliefs, and insurance uptake. Hassan, Mwaura-Tenambergen, and Eunice (2017) reported religious beliefs as contributors of low insurance uptake among Muslim communities.

On frequency of hospital visits, the present study established that hospital visits had a non-significant effect on health insurance ownership ( $\beta=-0.0062$ ,  $t=-0.33$ ,  $p>0.05$ ). The study showed that as an individual increases their hospital visits, the probability of an extra hospital visit led to a reduced

likelihood of health insurance uptake insignificantly by 0.62 percent among low-income populations in Kibera, Nairobi County, holding other factors constant. More hospital visits drain income used to purchase health insurance which requires consistent servicing. Similarly, Saiti, Yitambe, and Korir (2020) reported that the frequency of hospital visits had no influence on people's subscription to insurance services.

Furthermore, this study analysed the effect of the cost of premium on health insurance acquisition and a non-significant effect was established ( $\beta = -0.1708$ ,  $t = -1.68$ ,  $p > 0.05$ ). Analysis showed that increasing one percent of premium insurance costs results in a 17.08 percent reduction in intention to purchase insurance among low-income populations in Kibera, Nairobi County, holding other factors constant. Additional cost to the premium may discourage potential users since most of the users prioritise basic needs due to their meagre income. Since health insurance alone cannot cater for healthcare services, the amount meant for co-payment may lead to abandonment of the insurance subscription. This finding mirrored the results obtained by Kituku and Amata (2016), who examined factors driving uptake of NHIF in Murang'a's informal sector, which associated inflated cost of insurance with lack of interest in purchasing insurance by the workers.

The present study also found that pre-existing illness or health condition was associated with an insignificant effect on health insurance ownership ( $\beta = 0.1102$ ,  $t = 0.95$ ,  $p > 0.05$ ). Having a pre-existing illness led to an increased probability of obtaining health insurance by 11.02 percent among low-income populations in Kibera, Nairobi County, holding other factors constant. However, the effect was not statistically significant. This implies that compared to those who do not have a pre-existing illness, individuals with a pre-existing illness or health condition would tend to cushion themselves from too much expenditures associated with seeking healthcare services by obtaining a health insurance plan. The findings were supported by study results obtained by Nguru, Kodhiambo, and Yitambe (2018), who investigated drivers of insurance uptake among patients in Embu County. The study indicated a significant association between pre-existing health conditions and awareness level with uptake of health insurance.

## **Conclusion**

With more than 56% of Kenyans living below the poverty level, the uptake of health insurance has become a luxury to many, and the low uptake of insurance has resulted in limited access to healthcare. Thus, it is important to understand drivers of insurance uptake, especially among low-income populations. Following the findings, this study concludes that health insurance uptake among the low-income population in Kibera is approximately 28 percent. Similarly, public health insurance cover is the most owned type of



health insurance scheme. Furthermore, it was ascertained that religion and cultural values played a key role in forming subscriber's perception of insurance. Hence, health insurance uptake was significantly determined by these two factors. Occupation and income were also influential factors since the high cost of insurance was a deterrent for low-income citizens.

### **Policy Implications**

Insurance penetration in Kenya is low despite the introduction of various public, private, and community-based health insurance schemes. High cost of insurance covers is the main variable impacting insurance uptake, especially in Kenya where the people in informal settlements live on less than \$1 a day. Financial constraints affect 43% of the world's population, making insurance virtually unaffordable. To counter this, the study suggests the following: first, the ministry of health and other relevant stakeholders need to improve population awareness and understanding of the various health insurance options available and improve flexibility of the products in order to drive insurance uptake, since the findings revealed that the uptake levels were very low among the low-income population. Second, national and county governments need to develop programmes and policies that could empower households in the informal settlements since it was established that occupation had a significant effect on health insurance uptake level among low-income populations. Literature in health economics also supports this suggestion as employment is associated with higher utilisation compared to the unemployed population. Third, there is a necessity of the government to subsidise the cost of purchasing public health insurance cover to promote uptake of health insurance cover. This suggestion is based on the fact that income levels were significantly associated with increase in health insurance uptake among low-income populations. Lastly, there is the need for the ministry of health together with county departments of health to work closely with various religious denominations to campaign for uptake of health insurance among low-income populations. This is because the findings revealed that respondents who were associated with religious inclinations had significantly lower likelihood to purchase insurance products.

### **Acknowledgement**

We would like to acknowledge the support of inhabitants of Kibera informal settlements for availing time to provide us with data that aided in verifying the study hypothesis. In particular, we thank the county government of Nairobi city and the leadership of the villages in the Kibera informal settlements for not only allowing the study to be undertaken, but also supporting the identification of the respondents. We also thank the administration of the University of Nairobi, Department of Economics,

Population and Development Studies for their guidance. Furthermore, we would like to express our appreciation to Juliet Nduta (research assistant) and Mr. Joseph Abuga Orayo (data analyst) for their support and invaluable input in the research process (data collection and data analysis respectively).

### References:

1. Adebayo, E. F., Uthman, O. A., Wiysonge, C. S., Stern, E. A., & Lamont, K. T. (2015). A systematic review of factors that affect uptake of community-based health insurance in low-income and middle-income countries. . *BMC Health Services Research* volume , 543 (2015) .
2. Alesane, A. & Anang, B. T. (2018). Uptake of health insurance by the rural poor in Ghana: determinants and implications for policy. *The Pan African Medical Journal*, 31.
3. Andersen, R. (1968). Healthcare service model: explaining factors determining accessibility to healthcare utilization. *Journal of health social behaviour*, 30 (4).
4. Andersen, R. (1995). Revisiting the behavioural model and access to medical care: does it matter? . *Journal of Health Social Behaviour*, 36 (1): 1–10.
5. Andersen, R. & Newman, J. F. (1973). Societal and individual determinants of medical care utilization in the United States. . *Milbank Mem Fund Q Health Society*, 51 (1).
6. Barasa, E. W., Mwaura, N., Rogo, K., & Andrawes, L. (2017). Extending voluntary health insurance to the informal sector: experiences and expectations of the informal sector in Kenya. *Wellcome open research*, 2.
7. Barasa, E., Nguhiu, P., & McIntyre, D. (2018). Measuring Progress towards Sustainable Development Goal 3.8 on Universal Health Coverage in Kenya. . *BMJ Global Health* , 3(3), 1–13.
8. Barasa, K. (2016). To identify a framework for adoption by insurance industry for enhancing insurance penetration. . *Strathmore Business School*.
9. Creswell, J. (2014). *Research design. International student edition (4th ed)*. . Los Angeles: SAGE Publication, Inc.
10. Dayour, F., Adongo, C. A., & Kimbu, A. N. (2020). Insurance uptake among small and medium-sized tourism and hospitality enterprises in a resource-scarce environment. *Tourism management perspectives*, 34, 100674.
11. Dror, D. M., Hossain, S. S., Majumdar, A., Pérez Koehlmoos, T. L., John, D., & Panda, P. K. (2016). What factors affect voluntary uptake of community-based health insurance schemes in low-and middle-

- income countries? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 11(8), e0160479.
12. Fadlallah, R., El-Jardali, F., Hemadi, N., Morsi, R., Samra, C. A., & Ahmad, A. (2018). Barriers and facilitators to implementation, uptake and sustainability of community-based health insurance schemes in low-and middle-income countries. *International journal for equity in health*, 17(1), 13.
  13. Ghimire, P., Sapkota, V. P., & Poudyal, A. K. (2019). Factors associated with enrolment of households in Nepal's national health insurance program. *International Journal of Health Policy and Management*, 8(11), 636.
  14. Gitau, P. (2016). An Assessment of Cultural Factors Affecting Insurance Uptake: A Survey of the Nairobi Central Business Districts. *European Journal of Business and Strategic Management*, Volume 1, Issue 1, Number 1, 70-87.
  15. Hassan, M. A., Mwaura-Tenambergen, W., & Eunice, M. M. (2017). Uptake of health insurance among Muslims in Nairobi county, Kenya. *. Pan African Medical Journal*, 28(1).
  16. Jattani, D. & Ochieng, O. (2021). Can People Afford to Pay Out of Pocket for Health Care in Kenya? <https://ieakenya.or.ke/blog/can-people-afford-to-pay-out-of-pocket-for-health-care-in-kenya/>
  17. Kenya Demographic and Health Survey (2022). *Key Indicators Report*. KDHS. <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/PR143/PR143.pdf>
  18. Kenya National Bureau Of Statistics (2013). *Kenya Household Expenditure And Utilization Survey*. KNBS. <https://statistics.knbs.or.ke/nada/index.php/catalog/56>.
  19. Kituku, A. M. & Amata, E. (2016). Determinants of the uptake of NHIF medical cover by informal sector workers: a case of UNAITASSACCO members in Murang'a County. *. Journal of Public Policy and Administration*, 1(1), 17-31.
  20. Maina, J. M., Kithuka, P., & Tororei, S. (2016). Perceptions and uptake of health insurance for maternal care in rural Kenya: a cross sectional study. *Pan African medical journal*, 23(1).
  21. Masengeli, N. L., Mwaura-Tenambergen, W., Mutai, J., & Simiyu, B. W. (2017). Determinants of uptake of health insurance cover among Adult patients attending Bungoma County Referral Hospital. *. International Journal of Health Economics and Policy*, 2(4), 145-1.
  22. Ministry of Health (2019). *UHC QI Policy Brief*. Retrieved from Ministry of Health: <https://www.health.go.ke/wp-content/uploads/2019/01/UHC-QI-Policy-Brief.pdf>
  23. Mohamed, A. A. (2019). Determinants of Uptake of National Hospital Insurance Fund by Self-employed Persons in Kenya: Case of Health

- Projects in Wajir County, Kenya. *Doctoral dissertation, University of Nairobi.*
24. Mukangendo, M., Nzayirambaho, M., Hitimana, R., & Yamuragiye, A. (2018). Factors contributing to low adherence to community-based health insurance in Rural Nyanza District, Southern Rwanda. *Journal of environmental and public health, 2018.*
  25. Muketha, D. M. (2016). *Determinants Of The Uptake Of National Health Insurance Among Informal Sector Workers In Kenya* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
  26. Namuhisa, J. A. (2014). Determinants of uptake of National Hospital Insurance Fund scheme by the informal sector in Nairobi county, Kenya. *Unpublished MBA Project, Kenyatta University, Kenya.*
  27. Ndungu, T. T. (2015). *Factors influencing uptake of national health insurance in the informal sector: a case of ithanga division in murang'a county, Kenya* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
  28. Nguru, C. N., Kodhiambo, M. O., & Yitambe, A. (2018). Uptake of Health Insurance among Patients Attending Public and Private Hospitals in Embu County, Kenya. *International Journal of Innovative research and Studies, 8.*
  29. Niyinyumva, B. (2019). *Influence of Culture on Health Insurance Uptake Among Patients at Chogoria Mission Hospital, Tharaka Nithi County* (Doctoral dissertation, Kabarak University).
  30. Njogu, D. M. (2019). *Factors Influencing Health Insurance Uptake In Nyeri County* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
  31. Nyaboga, J. M. (2019). *Effects of Socio-economic Factors on the Uptake of Health Insurance by Motorcycle Taxi Operators in Machakos County, Kenya* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
  32. Omollo, J. (2016). Factors Contributing to Low Insurance Penetration in Kenya. *International Journal of Social Sciences and Entrepreneurship, Vol.1, Issue 2, 2013, 1(2), 463-469.*
  33. Ozawa, S., Grewal, S., & Bridges, J. F. (2016). Household size and the decision to purchase health insurance in Cambodia: results of a discrete-choice experiment with scale adjustment. *Applied health economics and health policy, 14(2), 195-204.*
  34. Panda, P., Chakraborty, A., & Dror, D. M. (2015). Building awareness to health insurance among the target population of community-based health insurance schemes in rural India. *Tropical Medicine & International Health, 20(8), 1093-1107.*
  35. Saiti, N., Yitambe, A., & Korir, J. (2020). Demand For Health Insurance Among The Elderly In Nairobi City County, Kenya.

- International Journal of Innovative Research and Advanced Studies*,  
Volume 7 Issue 7, July 2020.
36. Shajahan, S. (2009). *Research Methods for Management (3 ed.)*. . Ahamedabad: Jaico Publishing House.
  37. Statista (2019). *Insurance industry in Africa- Statistics & Facts*. Retrieved from Statista: <https://www.statista.com/topics/4206/insurance-industry-in-africa/>
  38. Van Der Wielen, N., Falkingham, J., & Channon, A. A. (2018). Determinants of National Health Insurance enrolment in Ghana across the life course: Are the results consistent between surveys?. *International journal for equity in health*, 17(1), 49.
  39. World Health Organization (2016). *The World Health Report 2015: Research for Universal Coverage*. Luxembourg: World Health Organization.
  40. World Health Organization (2020). *Sustainable Development Goal 3: Health*. . Retrieved from World Health Organization: [//www.who.int/topics/sustainable-development-goals/targets/en/](https://www.who.int/topics/sustainable-development-goals/targets/en/)
  41. Yamane, T. (1967). *Elementary Sampling Theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
  42. Yaya, S. (2020). Wealth status, health insurance, and maternal health care utilization in Africa: evidence from Gabon. *BioMed research international*, 2020.
  43. Yusuf, H. O., Kanma-Okafor, O. J., Ladi-Akinyemi, T. W., Eze, U. T., Egwuonwu, C. C., & Osibogun, A. O. (2019). Health insurance knowledge, attitude and the uptake of community-based health insurance scheme among residents of a suburb in Lagos, Nigeria. *West Afr J Med*, 36(2), 103-111.
  44. Zollmann, J. & Ravishankar, N. (2016). Struggling to thrive: How Kenya's low-income families (try to) pay for healthcare. *Nairobi: FSD Kenya*.

## Strangulated Richter's Hernia in an Indirect Inguinal Hernia

*Mounir Bouali*  
*Kabira Falousse*  
*Anas El Wassi*  
*Abdelilah El Bakouri*  
*Khalid El Hattabi*  
*Fatima Zahra Bensardi*  
*Abdelaziz Fadil*

Department of Visceral Surgical Emergency, Faculty of Medicine and Pharmacy, University Hospital Center Ibn Rochd, Hassan II University, Casablanca, Morocco

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p113](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p113)

Submitted: 23 March 2023

Accepted: 21 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bouali M., Falousse K., El Wassi A., El Bakouri A., El Hatabi K, Bensardi F.Z. & Fadil A. (2023). *Strangulated Richter's Hernia in an Indirect Inguinal Hernia*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 113. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p113>

### Abstract

Introduction: Richter's hernia is an abdominal hernia in which part of the circumference of the intestine is incarcerated in the hernia sac. Case report: We report a case of Richter's hernia incarcerated through an indirect inguinal hernia. The patient presented with an occlusive syndrome with an imaging appearance of a right inguinal hernial strangulation bowel obstruction. Surgical exploration revealed the presence of an indirect inguinal Richter's hernia with a viable bowel. Discussion: Richter's hernia is a rare hernia of the abdominal wall, it is known by the unusual clinical presentation and the often erroneous late diagnosis that leads to high morbidity and mortality rates. Therefore, with high clinical suspicion, an abdominal CT scan is recommended to establish a prompt diagnosis, as timely surgical intervention is important to reduce mortality. Conclusion: Surgery is the basis of its treatment, but prompt surgical intervention remains. Assessment of bowel viability is an essential part of the repair.

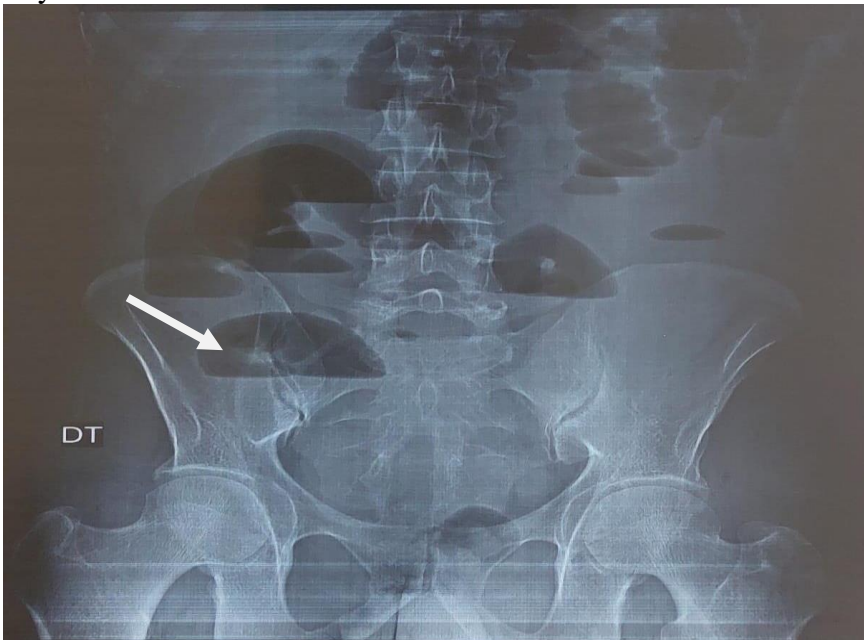
**Keywords:** Richter hernia, inguinal hernia, Strangulation, Mortality

## Introduction

Groin hernias account for 75% of abdominal wall hernias, 95% are inguinal hernias and the remaining 5% are crural hernias. Two-thirds of inguinal hernias are indirect hernias and the rest are direct inguinal hernias. Richter's hernia is characterized by entrapment and strangulation of a circumference of the wall of the bowel loop through a potential hernial defect in the abdominal wall. It is an unusual clinical entity whose clinical course most often leads to a misdiagnosis. ( Gupta G. et al., 2021).

## Case report

The patient aged 48 years, chronic smoker, never operated, presents with an occlusive syndrome made of material and gas arrest with food vomiting evolving for 3 days, without other associated signs, at a clinical examination the patient was hemodynamically and respiratory stable: blood pressure: 130/60 mmHg, heart rate at 76 bpm, respiratory rate at 20 cpm, normal temperature, on abdominal examination the abdomen was distended and tympanic, the hernial orifices were free, rectal touch without abnormalities, the patient benefited from an abdominal X-ray which showed grelic hydroaeric levels.



**Fig 1.** Abdominal x-ray showing dilated small bowel loops with gas-fluid levels

An abdominopelvic CT scan showed the presence of diffuse small bowel distension, with hydroaeric levels, measuring 40 mm in maximum diameter, upstream of a right inguinal transitional level on hernial strangulation of an ileal loop measuring 20x15mm. No parietal enhancement

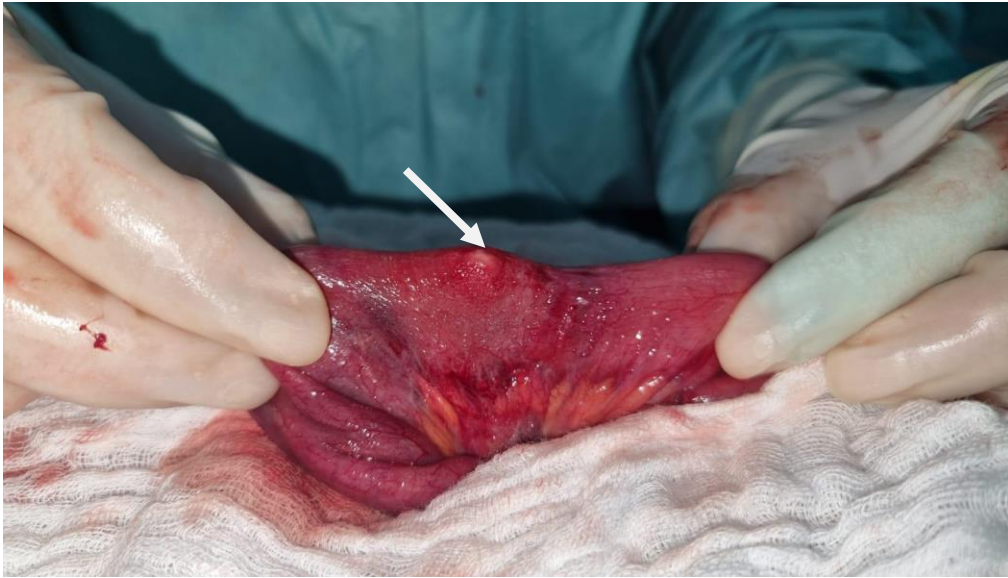
defect. Absence of pneumoperitoneum. Small peritoneal effusion at the level of the pouch of Douglas. The collapsed appearance of the colonic frame and the last ileal loop.



**Fig 2.** CT scan depicting a bowel loop herniating into inguinal hernia

After optimization of his general condition with a Naso-Gastric tube suction and intravenous fluids resuscitation, it was decided to operate on the patient urgently, under general anesthesia and endotracheal intubation. The patient was approached by a right inguinal incision with the presence of a lateral pinch of an intestinal loop at the level of its antimesenteric edge, realizing an aspect of an inguinal hernia according to Richter. The procedure consisted of a reintroduction of the hernial contents with a cure of the right inguinal hernia according to the BASSINI technique. The outcome was good and the patient was declared discharged on postoperative day 2.





**Fig 3 .** Aspect of Richter hernia discovered during surgery

## Discussion

Richter's hernia was first reported by Fabricius Hildanus in 1598, and August Gottlob Richter gave the first scientific description in 1778 (Agrawal S. et al., 2013; Boughey JC. et al., 2003; Janardhanan Det. Al. 2011).

In Richter's hernia, the antimesenteric edge of the bowel protrudes into the hernial sac but never involves the entire circumference of the bowel. The hernia sac usually contains a segment of the distal ileum, but the entire gastrointestinal tract may be involved, including the stomach, colon, or appendix ( Gupta G. et al., 2021; AbuFarha S. et al., 2019).

Richter's hernia can occur at any common hernial site but is most likely to occur in small hernial rings with rigid fascial defects. The most common site is the femoral ring (36%-88%), followed by the inguinal canal (12%-36%) and an abdominal wall incision (4%-25%); however, the least common hernias are umbilical, obturator, suprapubic, spigelic, and gastric, Petit's triangle, sacral foramen, Morgagni, internal, and diaphragmatic hernias. Richter's hernia has also been reported at trocar ports in laparoscopy and also at drainage sites (Gupta G. et al., 2021; Boughey JC. et al., 2003; Goel VK. et al. 2014).

The diagnosis is difficult because the symptoms and clinical course are variable (Floridi A. et al., 2019; Kishi H. et al., 2016). Patients usually do not have intestinal obstruction because the continuity of the bowel is maintained; however, as in our case, intestinal obstruction may occur concomitantly. In addition, the trapped portion of the bowel is often antimesenteric and can rapidly become gangrenous due to limited blood supply. ( Murji A. et al., 2017) Therefore, abdominal CT and gastrointestinal

imaging are recommended for prompt diagnosis (Fischer DI. et al., 2020; Hayes C. et al., 2020).

Management is based on surgery. Assessment of bowel viability is important for the therapeutic decision. Richter hernias without signs of necrosis or perforation are treated as uncomplicated hernias. Perforated hernias usually require an exploratory laparotomy to properly treat the affected bowel. (Kang CH. et al., 2014) Diagnostic laparoscopy is an option to evaluate the bowel, accompanied by laparoscopic hernia repair, especially if the affected portion of the bowel is viable. Management consists in avoiding attempts to reduce the contents of the hernia sac, as these must be examined by inspection to verify their viability (Gupta G. et al., 2021).

## Conclusion

The high mortality rate associated with Richter hernia can be reduced with early diagnosis and early surgical intervention. A thorough diagnostic approach and careful physical examination are necessary to make an accurate diagnosis. Radiological imaging can be used to confirm the diagnosis and is highly recommended in cases where Richter hernia is suspected. Early surgical intervention is the cornerstone of successful management.

## References:

1. Gupta G, Kaur I, Khuroo S, Razdan A, Wani AA. (2021). Unusual Richter's Hernia: Impacted foreign body leading to incarceration and perforation - A rare clinical entity. *Int J Surg Case Rep*,79:492-5.
2. Agrawal S, Daruwala C. Richter's hernia.(2013). *Clinical Imaging*. 1,37(3):593-4.
3. Boughey JC, Nottingham JM, Walls AC.(2003). Richter's hernia in the laparoscopic era: four case reports and review of the literature. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*,13(1):55-8.
4. Janardhanan D, Martis JJS, Rajeshwara KV, Shridhar MK, Sudarshan S.(2011). Strangulated Richter's Umbilical Hernia - A Case Report. *Indian J Surg*,73(6):455-7.
5. AbuFarha S, Chorti A, Michalopoulos A, Papavramidis TS.(2019). Richter's hernia in a 5-mm trocar site. *SAGE Open Med Case Rep*,7:2050313X18823413.
6. Goel VK, Gupta AK, Masood S, Pandey A.(2014). Richter's hernia after an intraperitoneal mesh repair. *Asian J Endosc Surg*,7(4):330-3.
7. Floridi A, Giuliani D, Magnoli M, Monti M, Segalini E.(2019).Laparoscopic treatment for an inguinal Richter's hernia: an unusual indication in case of acute small bowel obstruction. *ANZ J Surg*,89(10):E470-1.

8. Kishi H, Kodama M, Murano S, Toyoda A, Yonekura S.(2016). Richter's Type of Incarcerated Obturator Hernia that Presented with a Deep Femoral Abscess: An Autopsy Case Report. *Am J Case Rep*,17:830-3.
9. Murji A, De Gasperis-Brigante C, Leyland N.(2017). Richter's Hernia After Laparoscopic Surgery. *J Minim Invasive Gynecol*,24(4):518-9.
10. Fischer DI, Perry ZH, Rivin M.(2020). A Port Site Richter's Hernia. *Am Surg*,3134820979186.
11. Hayes C, Ivanovski I, Neduchelyn Y, Schmidt K .(2020). Obturator hernia of Richter type: a diagnostic dilemma. *BMJ Case Rep*,13(12):e238252.
12. Kang CH, Tsai CY.(2014). Richter's femoral hernia manifested by a progressive ileus. *Formosan Journal of Surgery*,47(5):193-6.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Analyse Socio-Démographique des Agriculteurs et des Pesticides Utilisés dans la Zone de Marnage du Lac Buyo (Côte d'Ivoire)**

***Alban Aké, Doctorant***

Département Aquaculture, Centre de Recherches Océanologiques (CRO),  
Abidjan, Côte d'Ivoire. Unité de Formation et de Recherches (UFR)  
Biosciences, Laboratoire de Biologie et Santé, Université Félix Houphouët-  
Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Atsé Roméo Franck Amian, Maître Assistant***

Département de Formation des Formateurs aux Métiers de l'Agriculture,  
Institut Pédagogique National de l'Enseignement Technique et  
Professionnel, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Gopéyué Maurice Yéo, Attaché de Recherches***

Département Aquaculture,  
Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire

***Assoi Olivier Etchian, Maître de Conférences***

Unité de Formation et de Recherches (UFR) des Sciences de la Nature,  
Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, Université Nangui  
Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Laurent Alla Yao, Maître de Recherches***

Département Aquaculture,  
Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire

***Adou Francis Yapo, Professeur Titulaire***

Unité de Formation et de Recherches (UFR) Biosciences,  
Laboratoire de Biologie et Santé,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Mélécony Célestin Blé, Directeur de Recherches***

Département Aquaculture,  
Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p119](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p119)

Submitted: 15 March 2023

Accepted: 30 May 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Aké A., Amian A.R.F., Yéo G.M., Etchian A.O., Yao L.A., Yapo A.F. & Blé M.C. (2023). *Analyse Socio-Démographique des Agriculteurs et des Pesticides Utilisés dans la Zone de Marnage du Lac Buyo (Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 119.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p119>

---

## Résumé

La zone de marnage du lac de Buyo est devenue le site d'intenses activités agricoles avec utilisation de pesticides pour optimiser la production. Une enquête socio-démographique des agriculteurs a été réalisée afin de prendre en compte l'âge, le genre, le niveau d'instruction, les encadrements, les équipements de protections individuelles (EPI) et les pesticides utilisés pour identifier des matières actives. Pour 323 producteurs enquêtés, les résultats révèlent que 35 % des hommes ont plus de 55 ans, 98% des femmes et 77% des hommes sont des non scolarisés. L'encadrement des paysans par les structures étatiques est très faible avec 71,21% d'agriculteurs non formés, ce qui explique le pourcentage de 26,32% de personnes utilisant les équipements de protections individuelles. Le risque de contamination sanitaire et environnemental est autant plus élevé en raison de la rémanance et la dangerosité des pesticides identifiés comme le Degesch (phosphore d'aluminium) considéré très dangereux (classe Ib) par l'OMS et ceux de la classe II et III . En effet les producteurs n'observent pas les bonnes pratiques phytosanitaires et cela aura pour conséquence la contamination de l'eau et des ressources aquatiques par les résidus de pesticides.

---

**Mots clés:** Environnement, agriculture, pesticides, ressources aquatiques, santé publique

---

## **Socio-Demographic Analysis of Farmers and Pesticides Used in the Lake Buyo Tidal Zone (Côte d'Ivoire)**

*Alban Aké, Doctorant*

Département Aquaculture, Centre de Recherches Océanologiques (CRO),  
Abidjan, Côte d'Ivoire. Unité de Formation et de Recherches (UFR)  
Biosciences, Laboratoire de Biologie et Santé, Université Félix Houphouët-  
Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Atsé Roméo Franck Amian, Maître Assistant*

Département de Formation des Formateurs aux Métiers de l'Agriculture,  
Institut Pédagogique National de l'Enseignement Technique et  
Professionnel, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Gopéyué Maurice Yéo, Attaché de Recherches*

Département Aquaculture,  
Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire

*Assoi Olivier Etchian, Maître de Conférences*

Unité de Formation et de Recherches (UFR) des Sciences de la Nature,  
Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, Université Nangui  
Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Laurent Alla Yao, Maître de Recherches*

Département Aquaculture,  
Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire

*Adou Francis Yapo, Professeur Titulaire*

Unité de Formation et de Recherches (UFR) Biosciences,  
Laboratoire de Biologie et Santé,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Mélécony Célestin Blé, Directeur de Recherches*

Département Aquaculture,  
Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Abidjan, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The Lake Buyo tidal zone has become the site of intense agricultural activities with the use of pesticides to optimize production. A socio-demographic survey of farmers was carried out to take into account age, gender, level of education, management, personal protective equipment (PPE), and pesticides used to identify active ingredients. For 323 producers surveyed, the results reveal that 35% of men are over 55 years old, 98% of women and 77% of men are uneducated. The supervision of farmers by state structures is very weak with 71.21% of farmers not trained, which explains the percentage of 26.32% of people using personal protective equipment. The risk of health

and environmental contamination is even higher due to the persistence and dangerousness of pesticides identified as Degesch (aluminum phosphide) considered very dangerous (class Ib) by the WHO and those of class II and III. Indeed, producers do not observe good phytosanitary practices and this will result in the contamination of water and aquatic resources by pesticide residues.

---

**Keywords:** Environment, agricultural, pesticides, aquatic resources, public health

### **Introduction**

Depuis plusieurs années, la préservation de notre patrimoine environnemental devient un enjeu de plus en plus important. Cependant, les prises de conscience aux niveaux national et international, pour la conservation de la biodiversité reste un défi difficile à relever dans le contexte global de croissance démographique (Jaulin & Palos, 2008).

Dans cette biodiversité, les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines, les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs. Ces eaux continentales sont d'une très grande importance pour les activités humaines notamment les activités domestiques comme la consommation et les loisirs, les activités agricoles et halieutiques, et les activités industrielles. L'activité agricole est généralement pratiquée autour des eaux continentales comme les lacs car ces terres sont plus fertiles. Cette activité est aujourd'hui confrontée au défi démographique (Gleick, 1993; Costanza *et al.*, 1997). Ainsi, l'agriculture mondiale doit nourrir 7 milliards de personnes alors que les activités agricoles n'occupent que 4% de la surface de la planète. Cet enjeu alimentaire induit des problèmes environnementaux car, pour nourrir une population de plus en plus nombreuse, il faut une extension des espaces agricoles entraînant ainsi la déforestation ou encore l'usage abusif des produits chimiques pour améliorer le rendement agricole (Adjovi *et al.*, 2020). Face à cette situation, l'Organisation des Nations Unies (ONU) et le Fond des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) préconisent l'agriculture urbaine et périurbaine pour faire face aux besoins de sécurité alimentaire et aux défis de l'urbanisation et de la périurbanisation, notamment dans les villes des pays dits pauvres (Ba, 2007). Pour optimiser leur rendement, les agriculteurs en Afrique ont pour la plupart, recours à l'utilisation des produits phytosanitaires et autres biocides (Ahouangninou *et al.*, 2011). L'agriculture ivoirienne n'est pas exceptée de l'utilisation de ces produits phytosanitaires pour accroître la viabilité des cultures et pour maximiser les rendements (Traoré *et al.*, 2015).

Toutefois, l'utilisation de ces produits phytosanitaires, représentent une menace croissante pour les humains, les animaux et l'environnement. Ils peuvent polluer l'air, les sols au point de les rendre stériles, aussi empoisonner l'eau et contaminer les sources d'eau potable (N'guessan *et al.*, 2016). Certains agriculteurs, connaissent mal la toxicité réelle des pesticides utilisés et leur mode d'utilisation. Ils ne disposent pas de fiches techniques faisant la relation entre le ravageur, ses dégâts, le produit à utiliser, sa dose et sa fréquence. L'information écrite sur les bouteilles, le plus souvent en langues étrangères (français, anglais) et les pictogrammes aux normes internationales sont mal compris (Tourneux, 1993). L'usage des pesticides peut avoir de sérieuses répercussions (teratogénicité, neurotoxicité, reprotoxicité et cancérogénicité) sur la santé des agriculteurs, des consommateurs et la qualité de l'environnement car la toxicité de ces intrants agricoles a été démontrée par plusieurs études toxicologiques et écotoxicologiques (Kpan Kpan *et al.*, 2019).

C'est dans ce cadre que cette étude se propose d'étudier la population agricole et de caractériser les pratiques phytosanitaires des producteurs.

## **Méthodes**

### ***Présentation de la zone d'étude***

Le lac de barrage hydroélectrique de Buyo (Figure 1) est localisé dans la partie Nord de la région Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Il est situé entre 06°14' et 07°03' de latitude Nord et 06°54' et 07°31' de longitude Ouest. Ce barrage hydroélectrique a été construit à la limite du Parc National de Taï, à 4 Km en aval du confluent du fleuve Sassandra et de l'un de ses principaux affluents, le N'Zo, noyant environ 8400 hectares de forêt du parc (Goli Bi *et al.*, 2019). Sa mise en fonction a généré un lac artificiel de 920 km<sup>2</sup> en crue pour une côte de 200m contenant environ 8,4 milliards de m<sup>3</sup> d'eau, avec une capacité productive de 610 GWh. (Ossey *et al.*, 2008 ; Tia & Touré, 2016 ; Goli Bi *et al.*, 2019). Le bassin versant est agricole et caractérisé par un climat de régime tropical, avec des températures élevées (Goli Bi *et al.*, 2019).

Selon Ossey *et al.* (2008), le lac de Buyo occupe un bassin versant de 46 250 Km<sup>2</sup> et des polluants organiques et minéraux sont drainés dans cette retenue d'eau.



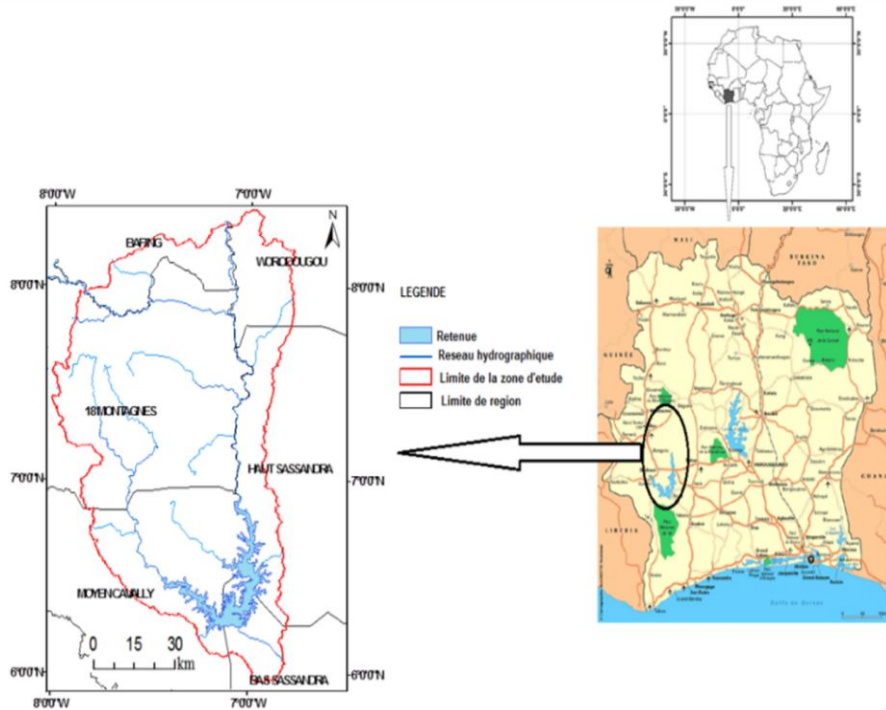


Figure 1. Localisation géographique du lac de Buyo

### **Enquête**

L'enquête s'est déroulée de Mars 2021 à Septembre 2021 auprès des agriculteurs utilisant la zone de marnage et d'étiage du lac de Buyo pour les différentes cultures.

Les fiches d'enquête et les guides d'entretien ont été élaborées sous forme de questionnaires en prenant en compte l'objectif recherché. Ces fiches ont permis de collecter des données auprès des producteurs utilisant les pesticides.

La méthode de collecte des données est une enquête individuelle semi-structurée, réalisée auprès de 323 cultivateurs, hommes et femmes propriétaires des champs et parcelles exploitées qui sont aux alentours du lac, avec un échantillonnage représentatif des enquêtés qui a été effectué par la technique boule de neige.

Les principales données collectées lors de cette phase d'enquête ont pris en compte l'âge, le genre, le niveau d'instruction, les encadrements, les équipements de protections individuels (EPI) et les pesticides utilisés.

### **Analyse des données collectées**

Pour l'analyse des données, nous avons d'abord procédé à un dépouillement, suivi de la saisie de ces données sur le logiciel Microsoft Excel qui a permis de les grouper à partir d'un tableau croisé dynamique dans l'optique de les comparer et de les combiner. Les données quantitatives et qualitatives ont été interprétées selon les tendances des données recueillies sur

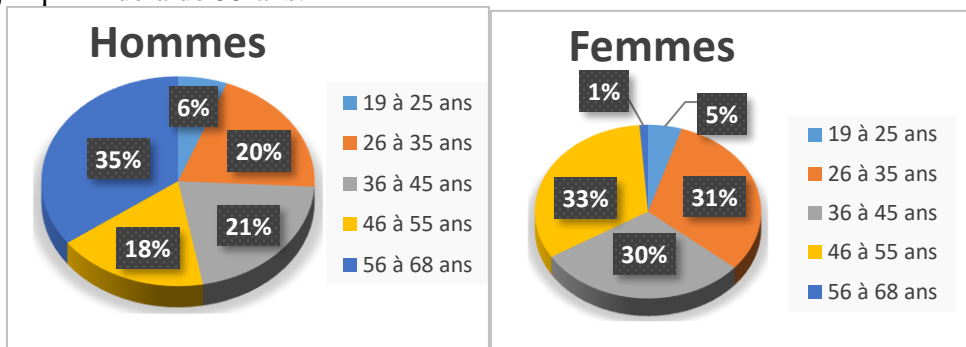
le terrain. La répartition de l'âge des producteurs a été établie selon Morillon, (2016).

La détermination des matières actives et de leurs concentrations, des familles chimiques et des classes de toxicité OMS a été établie en rapport avec les noms des spécialités recensées à l'aide de la liste des produits phytosanitaires du Ministère de l'Agriculture de Côte d'Ivoire (DPVCQ, 2018) et de la base de donnée Footprint PPDB (Footprint, 2010).

## Résultats

### *Tranche d'âge des producteurs*

La répartition des producteurs suivant l'âge et le genre variait de 19 à 68 ans (Figure 2). Pour cet effectif enquêté, 35 % ont un âge supérieur à 55 ans pour les hommes contre 1 % pour les femmes. Il ressort également que 6 % des hommes ont moins de 25 ans contre 5 % pour les femmes. Les femmes sont plus actives de 26 à 45 ans (61%), alors que les hommes y demeurent jusqu'au-delà de 55 ans.

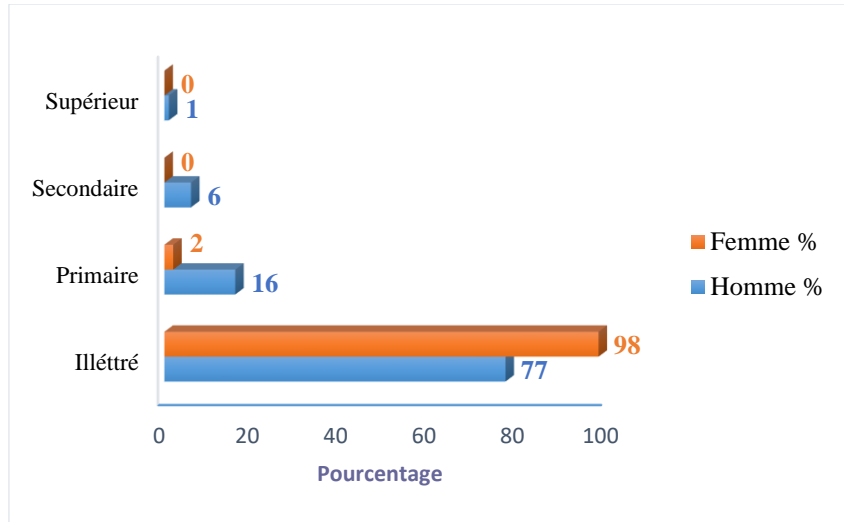


**Figure 2.** Répartition des agriculteurs suivant la classe d'âge des hommes et des femmes

### *Niveau d'instruction des agriculteurs*

Le niveau d'instruction est très bas chez les agriculteurs enquêtés avec 98% de non scolarisé chez les femmes contre 77% chez les hommes (Figure 3).

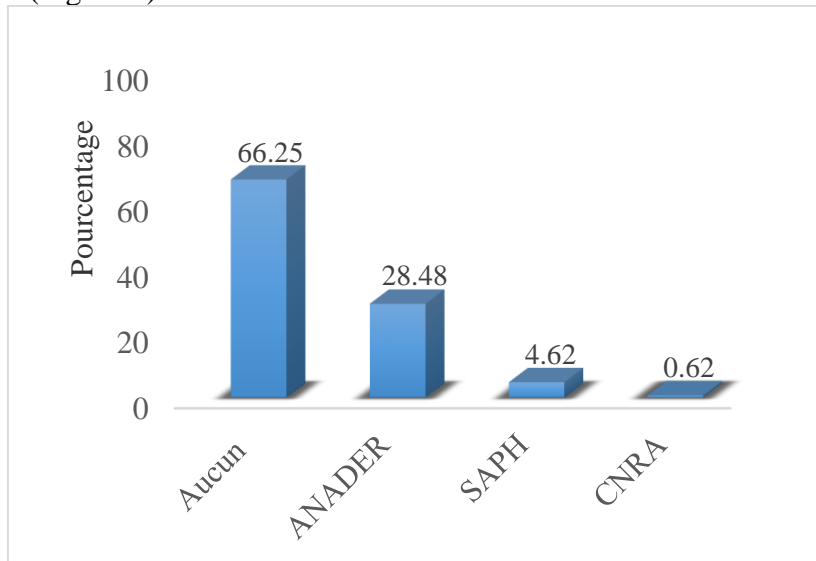
Parmi les scolarisés, 16% avaient un niveau primaire, 6% avaient le niveau secondaire et 1% pour le niveau supérieur chez les hommes contre 2% de scolarisés chez les femmes, tous au niveau primaire.



**Figure 3.** Niveau d'instruction des hommes et des femmes

### ***Encadrements, moyens de protection et formation des producteurs***

Une minorité des producteurs ont reçu un encadrement du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), de la Société Africaine de Plantation d'Hévéa (SAPH) et de l'Agence National d'Appui au Développement Rural (ANADER) avec des taux très faibles respectifs de 0,62%, 4,62% et de 28,48%. Toutefois, dans la pratique, les agriculteurs se réfèrent aux conseils des autres paysans ou des fournisseurs avec un taux de 66,25% (Figure 4).



**Figure 4.** Encadrements agricoles

Les proportions d'individus qui utilisent les protections individuelles et de personnes formées sont indiquées par la Figure 5. Seul 26,32 % des personnes enquêtées portent des équipements de protections individuelles (EPI). Pour la formation, on constate que 71,21 % d'individus n'ont pas reçu de formation.

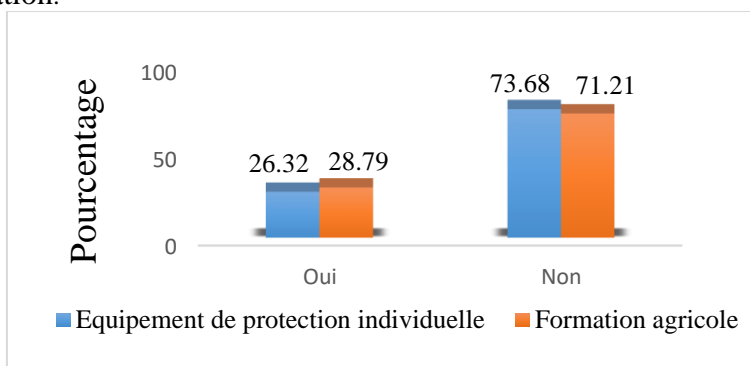


Figure 5. Répartition des agriculteurs selon l'EPI et la formation agricole

### *Produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs*

La figure 6 indique les différents groupes de pesticides utilisés par les agriculteurs. Les insecticides représentent 44 % des produits utilisés suivi des herbicides avec 36% et des fongicides (20%).

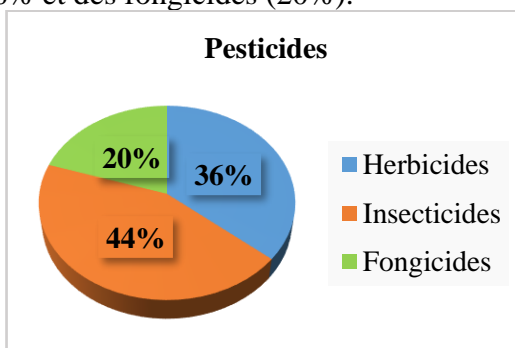


Figure 6. Proportion des familles de pesticides utilisées par les agriculteurs

Le nom commercial des produits, les matières actives, les familles chimiques, la classe OMS et le degré de dangerosité des pesticides sont répertoriés dans le Tableau I. Les résultats ont permis d'identifier 37 noms commerciaux regroupant 22 matières actives, 14 familles chimiques pour trois types de pesticides avec trois degrés de dangerosité. Sur les 37 noms commerciaux 14 sont des herbicides, 09 des fongicides et 14 des insecticides. Un seul des pesticides est classé très dangereux (classe Ib), 16 modérément dangereux (classe II) et 20 légèrement dangereux (classe III) selon OMS, (2019) :

**Tableau 1.** Produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs enquêtés

Nom commercial	Matières actives	Famille chimique	Type de pesticides	Classe OMS
Décis forte 100 EC	Deltaméthrine : 100g/L	Pyréthrine	Insecticide	II
D-Ban super 400 EC	Chlorpyrifos-éthyl : 480g/L	Organophosphore	Insecticide	II
Cao-Net 30 SC	Imidaclopride : 30g/L	Neonicotinoïde	Insecticide	III
Calfos 500 EC	Profenofos : 500g/L	Organophosphore	Insecticide	II
Cypercal 250 EC	Cyperméthrine : 250g/L	Pyréthrine	Insecticide	III
Caiman B 19 EC	Emamectine : 19,2g/L	Avermectine	Insecticide	II
Caoforce plus 50 SC	Imidaclopride:30g/L Bifenthrine : 20g/L	Neonicotinoïde+ Pyréthrine	Insecticide	III
DragonMercedes 250 WG	Thiaméthoxame : 250g/L	Neonicotinoïde	Insecticide	II
Degesch (Plaquettes)	Phosphore d'aluminium : 56%	Phosphides	Insecticide	Ib
Cacao Massa 50 EC	Imidaclopride:30g/L Bifenthrine : 20g/L	Neonicotinoïde+ Pyréthrine	Insecticide	III
Pyrifos 480 EC	Chlorpyrifos-éthyl : 480g/L	Organophosphore	Insecticide	II
Grossudine super 50 SC	Imidaclopride:30g/L Bifenthrine : 20g/L	Neonicotinoïde+ Pyréthrine	Insecticide	III
Thodan super 35 SC	Lambdacyhalothrine :15g/L Acétamipride :20g/L	Pyréthrine+ Neonicotinoïde	Insecticide	II
Cacaolafi 20 EC	Lambdacyhalothrine :10g/L Acétamipride :10g/L	Pyréthrine+ Neonicotinoïde	Insecticide	III
Champion 800 WP	Mancozèbe : 800g/kg	Dithiocarbamates	Fongicide	III
Hebaxine 75 EC	Tridémorphe :750g/L	Morpholines	Fongicide	II
Foxy 80 WG	Folpet : 80%	Phthalimides	Fongicide	II
Heveapanga 10 GR	Triadiménol : 10g/kg	Triazoles	Fongicide	III
Rubazol T 10 GR	Triadiménol : 10g/kg	Triazoles	Fongicide	III
Foma 10 GR	Triadiménol : 10g/kg	Triazoles	Fongicide	III
KO Fomes 10 GR	Triadiménol : 10g/kg	Triazoles	Fongicide	III
Mancozan 80% WP	Mancozèbe : 800g/kg	Dithiocarbamates	Fongicide	III
Banko plus 650 SC	Carbendazime : 100g/L Chlorothalonil : 550g/L	Benzimidazoles+ Organochlores	Fongicide	III
Gramoxone Super 200 EC	Paraquat dichlorure	Bipyridyles	Herbicide	II
Rical	Propanil 200g/L Thiobencarbe 120g/L	Anilide+ Thiocarbamates	Herbicide	III
Herbextra 720 SL	2,4 sel d'amine : 720g/L	Phénoxyacétique	Herbicide	II
Grami 108 EC	Haloxypol-méthyl : 108g/L	Organophosphore	Herbicide	II
Galaxy 450 EC	Clomazone 150g/L Pendiméthaline : 300g/L	Dinitroaniline	Herbicide	II

### Suite du Tableau 1

Roundup Turbo 450 SL	Glyphosate : 450g/L	Phosphanoglycine	Herbicide	II
Glyphader 360 SL	Glyphosate : 360g/L	Organophosphore	Herbicide	III
Rapid max 480 SL	Glyphosate : 480g/L	Organophosphore	Herbicide	III
Rangro 360 SL	Glyphosate : 360g/L	Organophosphore	Herbicide	II
Killer 780 WG	Glyphosate : 780g/L	Organophosphore	Herbicide	II
Ladaba 757 SG	Glyphosate : 757g/L	Organophosphore	Herbicide	III
Kalach 360 SL	Glyphosate : 360g/L	Organophosphore	Herbicide	III
Tasman 360 SL	Glyphosate : 360g/L	Organophosphore	Herbicide	III
Bibana 360 SL	Glyphosate : 360g/L	Organophosphore	Herbicide	III

Ib : Très dangereux ; II : Modérément dangereux ; III : Légèrement dangereux.

### Discussion

Les agriculteurs âgés de plus de 56 ans étaient de 35% chez les hommes et de 1% chez les femmes. Ce taux élevé chez les hommes montre que l'âge est un facteur qui pourrait augmenter l'utilisation des pesticides. L'utilisation d'une main d'œuvre vieillissante pour une activité vigoureuse dans le contexte agricole entraîne le recours systématique aux herbicides pour la maîtrise des mauvaises herbes des champs (Tchamadeu *et al.*, 2017). Cette présence de personnes âgées est préoccupante pour une agriculture nécessitant l'utilisation massive des pesticides car la capacité fonctionnelle de certains organes vitaux des humains baisse avec l'âge (Casarett *et al.*, 2008).

Chez les femmes 33% ont un âge compris entre 46 à 55 ans contre 18% chez les hommes avec cet âge le recours aux pesticides n'est pas exclu avec les risques pour la sante.

Selon Charlier, (2009) et Chevalier, (2018) tout produit manifestant des propriétés estrogéniques peuvent interférer avec tous les systèmes endocrines de l'organisme qui est susceptible d'accroître le risque de développement de cancer du sein et la puberté précoce, mais également au niveau du système nerveux central, du système lymphoïde, du système cardiovasculaire et du tube digestif. C'est le cas de la bifenthrine qui interfère avec les récepteurs des hormones stéroïdes et présente des effets anti-oestrogéniques, anti-glucocorticoïdes et anti-mineralocorticoïdes (Yang *et al.*, 2018).

Pour le niveau d'instruction, la majorité des personnes enquêtées n'a pas été scolarisées, avec 77% chez les hommes et 98% chez les femmes. Ce pourcentage élevé de non scolarisés peut expliquer l'ignorance des instructions recommandées pour l'utilisation des pesticides ou l'assimilation des formations. On peut alors comprendre les mauvaises pratiques d'utilisation des pesticides et le risque environnemental constatées chez les producteurs d'autant plus que les étiquettes sont toujours en français et anglais (Tourneux, 1993 ; Ouédraogo *et al.*, 2009 ; Toé *et al.*, 2013).

Selon Compaoré, (2019) l'analphabétisme et le manque de formation constituent une limite aux respects des bonnes pratiques d'utilisation des pesticides notamment le port des équipements de protections individuels (EPI) appropriés et le mode de préparation et d'utilisation des pesticides. L'enquête a montré que 73,68 % n'avaient pas d'équipements de protection au moment de l'utilisation des pesticides. Cela augmente les risques sanitaires liés à l'exposition des pesticides. Ces risques sanitaires sont en accord avec Ahouangninou *et al.* (2011) et Tyagi *et al.* (2015) qui ont montré que les agriculteurs ne se protégeaient pas régulièrement lors de l'utilisation des pesticides en raison du coût élevé des équipements et surtout de la méconnaissance des dangers auxquels ils s'exposent. Ils se contentent le plus souvent d'une protection minimum de tenue quotidienne comme des morceaux de tissus.

L'encadrement technique mené par les structures étatiques porte sur l'utilisation des pesticides et l'itinéraires techniques des cultures. Mais le pourcentage d'agriculteurs encadré reste très faible (28,48%), ce qui n'améliore pas la connaissance des populations sur les dangers phytosanitaires liés à l'utilisation des pesticides. Ce manque d'encadrement peut aussi expliquer le pourcentage élevé de personnes non formées (71,21%). L'insuffisance de formation et d'encadrement peuvent avoir des conséquences sur l'efficacité des traitements pour les cultures pérennes et vivrières et aussi entraîner des résistances chez les organismes ciblés. La santé des agriculteurs serait aussi menacée à cause du manque d'équipements de protection individuelle lors de la préparation et de l'exécution des traitements phytosanitaires (Gouda *et al.*, 2018). Selon Sougnabe *et al.* (2009), le manque de formation engendre des mauvaises pratiques telles que le sous dosage ou l'utilisation de matières actives inadaptées à la cible, entraînant ainsi le développement de résistances chez les organismes.

L'utilisation des pesticides nécessite un minimum de connaissances théoriques et pratiques pour écarter tout risque sur la santé humaine et sur l'environnement (Kanda *et al.*, 2013 ; Wognin *et al.*, 2013), alors que l'enquête montre un faible niveau d'instruction, de formation et de suivi des agriculteurs. Cela contribue à augmenter le risque d'intoxication et de pollution de l'environnement.

Après enquête, les herbicides sont les premiers produits phytosanitaires utilisés avant les activités agricoles dans la zone de marnage du lac de Buyo. Cette dominance des herbicides peut s'expliquer par la raréfaction de la main d'œuvre agricole pour effectuer les travaux pénibles tel que le désherbage. Ainsi les herbicides sont devenus le nouvel outil de travail agricole pour les petits exploitants et les agro-industries (Boraud *et al.*, 2010 ; Mangara *et al.*, 2014). Ils permettent de réduire le temps de désherbage et d'optimiser les rendements des exploitations. Ces pesticides ont des effets

nocifs avec une neurotoxicité peu connue, en dehors des manifestations cliniques à court terme suite à des intoxications aiguës. Les Organophosphorés inhibent l'acétylcholinestérase, enzyme hydrolysant l'acétylcholine, ce qui entraîne une accumulation de l'acétylcholine dans les synapses (Greff, 2012). Les Pyrethrinoides agissent sur le système nerveux au niveau des canaux sodium voltage-dépendants dont ils prolongent l'ouverture de quelques millisecondes nécessaires à la régénération du potentiel d'action, provoquant ainsi des décharges neuronales répétées et une hyperexcitabilité des neurones (Greff, 2012). Quant aux Bipyridyles avec le Paraquat dichlorure, il entraîne des réactions de réduction qui provoquent d'une part, la transformation d'oxygène moléculaire en anion superoxyde, à l'origine des lésions cellulaires par peroxydation des lipides membranaires et d'autre part, une déplétion du NADPH nécessaire au fonctionnement du métabolisme oxydatif cellulaire (Aligon *et al.*, 2010 ; Greff, 2012 ; Ratelle, 2015).

### **Conclusion**

L'utilisation des pesticides dans l'agriculture reste une nécessité pour améliorer la productivité et augmenter les revenus des agriculteurs. L'étude socio-démographique a montré une proportion élevée d'hommes vieillissants et de femmes actives dont le niveau d'instruction et de formation à l'usage des pesticides est faible, ce qui predisposent à des risques de contamination sanitaire et de l'environnement vue la dangerosité des différents pesticides identifiés dans la zone de marnage du lac Buyo. Ainsi une évaluation du niveau de pollution du lac par les pesticides est nécessaire afin de préserver les ressources aquatiques.

**Remerciements:** Nous tenons à remercier le Centre de Recherches Océanologiques, CRO, en Côte d'Ivoire pour l'assistance scientifique et le soutien éditorial.

**Conflits d'intérêts:** Nous déclarons qu'il n'y a pas d'intérêts concurrents dans ce manuscrit. AKE Alban, au nom de tous les co-auteurs.

**Contributions de l'auteur:** Conception et création : MCB, AFY; Acquisition des données : AK ; Analyse et interprétation de données : AK, ARFA, GMY; Révision de l'article : GMY, AOE, YLA ; Approbation finale de la version à publier: MCB.

### **References:**

1. Adjovi, I. S. M., Adjovi, C. Y. S., Ayi-Fanou, L., Ayandji, P., & Sanni, A. (2020). Les pratiques d'utilisation des pesticides par les maraichers



- au Bénin : perspectives sociologiques, *Global Journal of Arts, Humanities and Social Sciences* 8(2), 22-45.
2. Ahouangninou, C., Fayomi, B.E., & Martin, T. (2011). Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cahier Agriculture*, 20, 216-222.
  3. Alignon, D., Bonneau, J., Garcia, J., & Le Goff, D. (2010). Estimation des expositions de la population générale aux insecticides : les Organochlorés, les Organophosphorés et les Pyréthrinoides, Projet d'estimation des risques sanitaires, Ecole des hautes études en sante publique 78p
  4. Ba, A. (2007). Les Fonctions reconnues à l'agriculture intra- et périurbaine (AIPU) dans le contexte dakarais ; caractérisation, analyse et diagnostic de durabilité de cette agriculture en vue de son intégration dans le projet urbain de Dakar (Sénégal). Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal et AgroParisTech, Paris, France : 378 p
  5. Boraud, M. N. K., Aké-Assi, E., N'Dja, J. K., Aké, S., & Gasquaez, J. (2010). Impact agro écologique de simulation de culture transgénique de maïs résistant au glyphosate et effet répétitif d'un traitement herbicide sur la flore adventice en Côte d'ivoire. *Sciences & Nature*, 7(1),41 – 49.
  6. Casarett, L. J., Doull, J., & Klaasen, C. D. (2008). Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. McGraw-Hill companies, New York, 7eme edition.
  7. Charlier, C. (2009). Pathologies endocriniennes observées chez l'Homme en rapport avec l'exposition aux pesticides organochlorés *Annales de Toxicologie Analytique*, 21(3), 113-117
  8. Chevalier, N. (2018). Effets gonadiques des perturbateurs endocriniens *Médecine clinique d'endocrinologie et diabète*, 92, 43-47
  9. Compaoré, H., Ilboudo, S., Nati Bama, A. D., & Dama Balima, M. M. (2019). Les risques sanitaires liés à l'utilisation des pesticides dans les bas-fonds rizicoles de la commune de dano, province du Ioba Burkina Faso *African Crop Science Journal*, 27(4), 557 – 569.
  10. Costanza, R., D'Arge, R., Rudolf, D. G., Stephen, F. K., Monica G., Bruce H., Karin L., Shahid N., O'Neill R. V., Jose P., Robert G. R., Paul S. K. K. & Marjan V. D. B. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature* 387, 253-260.
  11. Direction de la Protection des Végétaux, du Contrôle et de la Qualité, (2018). Liste des pesticides homologués et autorisés en Côte d'Ivoire,

- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural - République de Côte d'Ivoire*, 100p.
12. Footprint, 2010. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/fr/index.htm>
  13. Gleick, P. H. (1993). Water resources: A long-range global evaluation. *Ecology Law Quarterly* 20 (1), 141-149.
  14. Goli Bi, B. E. P., Kien, K. B., Kamelan, T. M., Berté, S., & Kouamelan, E. P. (2019). Typologie de la pêche sur le lac de barrage de Buyo (Fleuve Sassandra, Côte d'Ivoire), *International Journal of Innovation and Applied Studies* 26(4), 1220-1229.
  15. Gouda, A. I., Toko, I. I., Salami, S. D., Richert, M., Scippo, M. L., Kestemont, P., & S. B. (2018). Pratiques phytosanitaires et niveau d'exposition aux pesticides des producteurs de coton du nord du Bénin *Cahier Agriculture* 27, 65002- 65011.
  16. Greff, B-L. A. (2012). Effets chroniques des pesticides sur le système nerveux central : Données épidémiologiques en milieu agricole. Thèse doctorat, Université de Bordeaux 2 Nouvelle-Aquitaine (France) 273p
  17. Jaulin, S., & Palos, G. (2008). Inventaire et cartographie des espèces patrimoniales d'insectes de sites remarquables du territoire du parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée (Aude). *L'Office Pour les Insectes et leur Environnement du Languedoc-Roussillon (OPIE-LR)*, Perpignan(France), 84p.
  18. Kanda, M., Djaneye-Boundjou, G., Wala, K., Gnandi, K., Batawila, K., Sanni, A., & Akpagana, K. (2013). Application des pesticides en agriculture maraîchère au Togo. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13(1), 1-17.
  19. Kpan Kpan, K. G., Yao, B. L., Diemeleou, A. C., N'guettia, K. R., Traoré K. S., & Dembélé, A. (2019). Pratiques phytosanitaires en agriculture périurbaine et contamination des denrées par les pesticides : cas des maraîchers de Port-Bouët (Abidjan) *Journal of Animal & Plant Sciences* 41(1), 6847-6863.
  20. Mangara, A., Kouamé, N. M. T., Soro, K., N'Da, A. A. A., Gnahoua, G. M., & Soro, D. (2014). Test d'efficacité d'un herbicide en culture d'ananas, à la station d'expérimentation et de production d'Anguédédou en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 80, 761-7172.
  21. Morillon A. (2016). Les risques liés à l'utilisation des pesticides : Enquête auprès des agriculteurs du Poitou-Charentes. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, Université de Poitiers (France) 108p
  22. N'guessan, B. R., Amani, Y. C., & Touré, A. (2016). Exploitation agricole à l'ère des herbicides dans le canton zabouo (issia) : vers une agriculture durable.? *Agronomie Africaine* 28 (3), 11-19.

23. Organisation Mondiale de la Santé. (2019). Classification OMS recommandée des pesticides en fonction des dangers qu'ils présentent et Lignes directrices pour la classification 106 p.
24. Ossey, B. Y., Mambo, V., Abiba, S. T., & Houénou, P. V. (2008). Etude Analytique des Caractéristiques Chimiques d'un Lac Eutrophe en Milieu Tropical : La Conductivité comme Indicateur de Trophie du Lac de Buyo (Côte d'Ivoire)," *Journal de la Société Ouest Africaine de Chimie*, 25(1), 87-108
25. Ouédraogo, M., Tankoano, A., Ouédraogo, Z. T., & Guissou, P. I. (2009). Étude des facteurs de risques d'intoxications chez les utilisateurs de pesticides dans la région cotonnière de Fada N'Gourma au Burkina Faso *Environnement, Risques & Santé*, 8(4), 343-347.
26. Ratelle, M. (2015). Étude de la cinétique des pesticides pyréthrinoides en conditions contrôlées et en milieu de travail dans un objectif de biosurveillance. Thèse doctorat, Université de Montréal Canada 303p.
27. Sougnabe, S. P., Yandia, A., Acheleke, J., Brévault, T., Vaissayre, M., & Ngartoubam, L.T. (2009). Pratiques phytosanitaires paysannes dans les savanes d'Afrique centrale, *Savanes africaines en développement : innover pour durer* 14p.
28. Tchamadeu, N. N., Nkontcheu, D. B. K., & Djomo, N. E. (2017). Évaluation des facteurs de risques environnementaux liés à la mauvaise utilisation des pesticides par les maraîchers au Cameroun : le cas de Balessing à l'Ouest Cameroun *Afrique science*, 13(1), 91 – 100.
29. Tia, L., & Touré, M. (2016). Construction du barrage hydro-électrique de Buyo et marginalisation des minorités du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 1, 18-28.
30. Toé, A. M., Ouédraogo, M., Ouédraogo, R., Ilboudo, S., & Guissou P. I. (2013). Pilot study on agricultural pesticide poisoning in Burkina Faso *Interdisciplinary Toxicology*, 6(4), 185-191.
31. Tourneux, H. (1993). La perception des pictogrammes phytosanitaires par les paysans du Nord Cameroun, *Coton et Fibres Tropicales*, 48(1), 41-48.
32. Traoré, A., Ahoussi, K. E., Aka, N., Traore, A., & Soro, N. (2015). Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Potou (sud-est de la côte d'ivoire). *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 3(4), 312-322.
33. Tsai, W. T. (2013). A review on environmental exposure and health risks of herbicide paraquat, *Toxicology and Environmental Chemistry*, 95(2), 197-206.

34. Tyagi, H., Gautam, T., & Prashar, P. (2015). Survey of pesticide use patterns and farmers' perceptions: a case study from cauliflower and tomato cultivating areas of district Faridabad, Haryana, India. *International Journal of MediPharm Research*, 1(3), 139–146.
35. Wognin, A. S., Ouffoue, S. K., Assemand, E. F., Tano, K. & Koffi-Nevry, R. (2014). Perception des risques sanitaires dans le maraîchage à Abidjan, Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7(5), 1829–1837.
36. Yang, Y., Wu, N. & Wang, C. (2018). Toxicity of the pyrethroid bifenthrin insecticide, *Environmental Chemistry Letters*. 1-15p



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Assainissement et Risques de Maladies dans la Commune vi du District de Bamako, Mali

*Aissata Ibrahima*

*Souleymane Sidi Traore*

Faculté d'Histoire et de Géographie,

Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

*Amagoron Dit Mathias Dolo*

Malaria Research and Training Center (MRTC), FMOS-FAPH, Mali

-NIAID-ICER, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies  
de Bamako, Bamako, Mali

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p136](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p136)

Submitted: 06 February 2023

Accepted: 06 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Ibrahima A., Traore S.S. & Mathias Dolo A.D. (2023). *Assainissement et Risques de Maladies dans la Commune vi du District de Bamako, Mali*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 136. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p136>

### Résumé

L'urbanisation rapide et incontrôlée de la ville de Bamako pose d'énormes difficultés d'accès aux infrastructures urbaines notamment celles liées à l'assainissement. L'absence de ce service de base engendre de mauvaises conditions d'hygiène, source de développement des germes pathogènes, responsables de nombreuses maladies. L'objectif de ce travail est d'analyser la relation entre l'absence ou les insuffisances du système d'assainissement et les risques sur la santé des populations en commune VI du District de Bamako. Une enquête a été conduite auprès d'un échantillon initial de 329 ménages. Un tri a été faite pour sélectionner uniquement les ménages ayant déclaré des cas de maladie les 30 jours précédant les enquêtes. Les informations collectées auprès de ces ménages ont été saisies, traitées et analysées selon les méthodes de statistique descriptive. Les résultats issus des analyses ont montré que dans la Commune VI, il existe un déficit du système d'évacuation de déchets à travers leur mauvaise gestion et une mauvaise utilisation des poubelles. Cette situation s'accompagne de risques de maladies. Il importe en effet de réaliser de véritables infrastructures d'assainissement qui cadrent bien avec l'évolution spatiale de la commune pour le bien-être des

populations. Ces résultats serviront dans les prises de décisions afin de produire un meilleur cadre de vie aux populations de la Commune VI.

---

**Mots-clés:** Hygiène et assainissement, risques de maladies, populations, Commune VI de Bamako

---

## **Sanitation and Disease Risks in the Commune VI of Bamako District, Mali**

*Aissata Ibrahima*

*Souleymane Sidi Traore*

Faculté d'Histoire et de Géographie,

Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

*Amagoron Dit Mathias Dolo*

Malaria Research and Training Center (MRTC), FMOS-FAPH, Mali

-NIAID-ICER, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako, Bamako, Mali

---

### **Abstract**

The rapid and uncontrolled urbanization of Bamako city has induced many problems with access to urban infrastructure, particularly those related to sanitation. The missing of this basic service leads to poor hygiene conditions, a root for the development of many pathogenic germs and diseases. The objective of this research was to analyze the relationship between the absence or inadequacies of the sanitation system and the risks to the health of the populations in commune VI of the District of Bamako. A survey was conducted with an initial sample of 329 households. Sorting was done to select only the households having declared cases of illness in the 30 days preceding the surveys. The collected information from this household was entered, processed, and analyzed using descriptive statistics methods. The results showed that in the area, there is a deficit in the waste disposal system through the mismanagement and misuse of garbage cans. This situation is accompanied by the risk of disease. It is indeed important to create real sanitation infrastructures that fit well with the spatial evolution of the municipality for the well-being of the population. These results will be used in decision-making in order to produce a better living environment for the populations of Commune VI.

---

**Keywords:** Hygiene and sanitation, disease risks, populations, Commune VI of Bamako

## Introduction

Dans la majorité des villes africaines, la croissance démographique s'est accompagnée d'une occupation anarchique de l'espace échappant au contrôle des autorités. En conséquence, dans ces grandes villes, on assiste à une propagation de dépôts anarchiques de déchets ménagers sur les artères et espaces publics et près des habitations (Bagalwa, 2013 ; Sy et al., 2011 ; N'Guettia, 2010 ; Dongo et al., 2008 ; Sané, 2002). Ces déchets constituent en effet une source potentielle de développement de maladies liées étroitement à l'état de détérioration de l'environnement (Sy et al., 2011 ; Dongo et al., 2008). Les conditions de mauvais assainissement et d'hygiène constituent, de ce fait, une des conditions bioécologiques favorables au développement de germes pathogènes responsables de nombreuses maladies (Mouchet, 1991 ; Feachem et al. 1987). La ville de Bamako avec ses 2 488 641 habitants (DNP, 2018) n'échappe pas à cette situation. Malgré une forte augmentation de sa population, la plupart des quartiers ses six communes, ne dispose pas de système d'assainissement efficace et les infrastructures sont vulnérables à la pollution. Ce qui n'est pas sans conséquences sur l'hygiène de l'espace domestique et la santé des ménages. Selon les statistiques de la Direction Régionale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et Nuisances, la quantité de déchets produite dans la Commune VI est passée de 322 709 m<sup>3</sup> en 2016 à 542 442 m<sup>3</sup> en 2017 (DRACPN, 2018). Malgré cette forte production de déchets, les infrastructures d'assainissement sont défectueuses pour la plupart, avec un déficit de conception et de réalisation. L'absence de ces services d'hygiène et d'assainissement pourrait être favorables au développement des germes responsables de nombreuses maladies. Pourtant, les questions d'environnement, d'hygiène, d'assainissement et de santé des populations ont fait l'objet de nombreuses recherches dans plusieurs pays d'Afrique (Dos Santos, 2011 ; Sy et al. 2011; Bitá et al. 2017 ; Koné-BodouPossilétya et al. 2019 ; DioboKpaka et NguendoYongsi, 2021 ; Doudou et NGuendoYongsi, 2021; Ibrahim et Traoré, 2022). Malgré ce nombre important de travaux de recherche déjà réalisés, de nouvelles recherches sont toujours nécessaires pour élucider le problème réel afin de trouver des solutions idoines plus durables d'où l'intérêt de ce travail. La question d'hygiène, assainissement et santé de la population demeure et reste toujours d'actualité au regard des énormes défis que font face la ville de Bamako et la commune VI en particulier. L'observation sur le terrain a révélé l'absence des bonnes pratiques d'hygiène. Les déchets ménagers sont déversés dans les rues, les caniveaux et les cours d'eau. Les latrines sont pour la plupart des cas vidées par les camions vidangeurs qui déversent de façon anarchique leur contenu dans la nature polluant ainsi l'environnement. Les caniveaux sont insuffisants et ceux qui existent sont obstrués et exacerbent des inondations à certains endroits pendant la saison des pluies. Cet état de choses résulte de l'absence

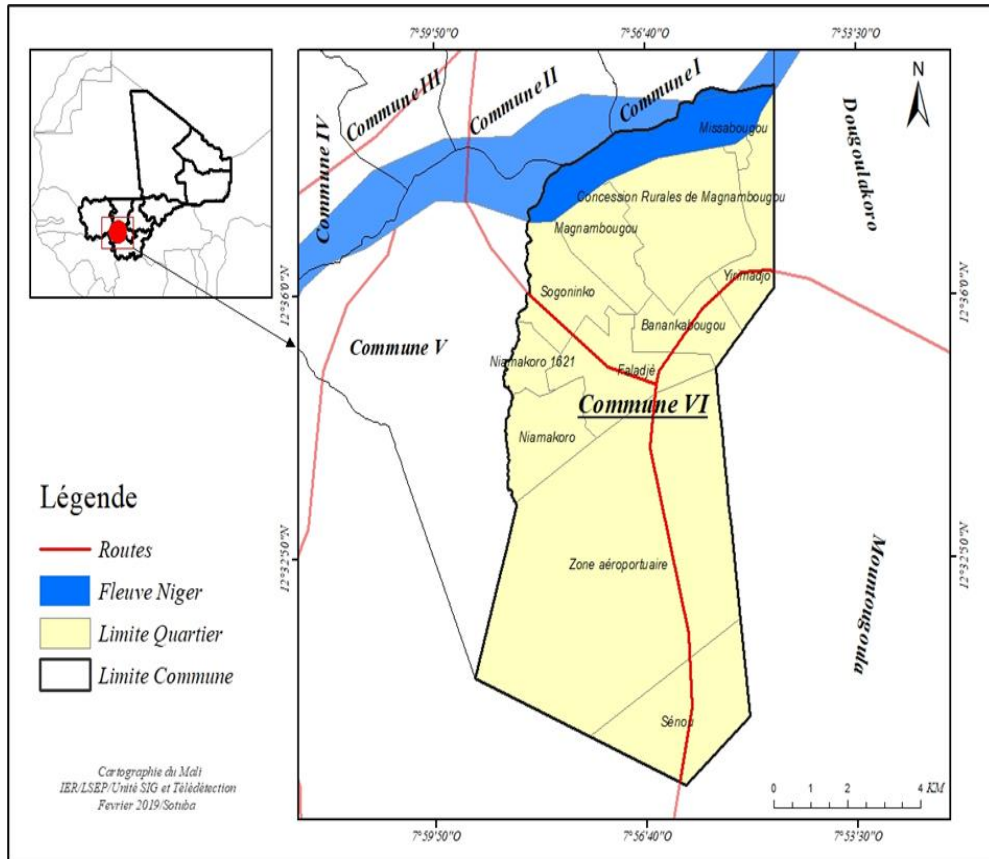
de solutions alternatives pour les populations et à la défaillance ou l'insuffisance des services d'assainissement. Ces mauvaises conditions d'hygiène et d'assainissement sont à l'origine de la prolifération des vecteurs de maladies comme les maladies diarrhéiques, les infections respiratoires aiguës et le paludisme (Sy et al. 2011 ; DioboKpaka et NguendoYongsi, 2021). Ce sont ces différents constats qui ont suscité cette recherche qui pourrait donner aux décideurs une base de données pouvant les aider à élaborer une politique de prévention pour réduire les maladies liées à la dégradation de l'environnement de vie des populations. Ce travail se fixe donc comme objectif d'analyser la relation entre l'absence ou les insuffisances du système d'assainissement et les risques sur la santé de la population en commune VI du District de Bamako.

## **1. Matériel et Méthodes**

### **1.1. Présentation de l'espace d'étude**

La commune VI (Figure 1) a été créée par l'ordonnance n°78-34/CMLN du 18 août 1978, modifiée par la loi n°82-29/AN-RM du 2 février 1982 déterminant les limites des communes du District de Bamako. Elle est située sur la rive droite du fleuve Niger entre les longitudes 7°54'39" et 7°59'03" ouest et les latitudes 12°30'01" et 12°38'35" nord avec une superficie de 88 82 km<sup>2</sup>, soit 38% de la superficie du District de Bamako. La commune VI est limitée au nord par le fleuve Niger, au sud et à l'est par la commune de Kalaban Coro et à l'ouest par la commune V. Elle est composée de dix (10) quartiers qui sont : Sogoniko, Faladié, Banankabougou, Magnambougou, Yirimadio, Sokorodji, Dianéguéla, Missabougou, Niamakoro et Sénou. Le relief est un peu accidenté comprenant des zones plates et des plateaux et des collines. Le climat, de type soudanien marqué par l'alternance d'une saison sèche allant de novembre à mai et d'une saison pluvieuse de 5 mois de juin à octobre, est caractérisé par une pluviométrie dépassant 1100mm. La température moyenne annuelle oscille entre 28°C et 39°C. Les vents dominants sont l'harmattan et la mousson. Les sols sont argilo limoneux vers le fleuve Niger et latéritiques vers le quartier de Yirimadio. La végétation est constituée de végétation arborée sur le flanc des collines et herbacée dans les plaines des quartiers périphériques.





**Figure 1.** Carte de localisation de la commune VI de Bamako (Ibrahim et Traoré, 2022).

## 1.2. Collecte des données et analyse

Les données qui sont présentées ici proviennent d'une enquête de terrain réalisé en février 2018 dans la commune. Dans l'optique de toucher 10% des secteurs, sur les 433 secteurs d'énumération de la commune selon les données cartographiques de l'Institut Nationale de la Statistique (INSTAT) et du Recensement Générale de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2009, un total de 43 secteur ont été sélectionnés au hasard. Ensuite un travail de terrain a permis de dénombrer les concessions, secteur par secteur, îlot par îlot. Ceci a permis de dénombrer un total de 6 563 concessions pour l'ensemble des 43 secteurs. Un tirage aléatoire systématique de 5% des concessions dans les 43 secteurs précédemment sélectionnés a permis d'obtenir 329 concessions pour les enquêtes. Dans chaque concession, un ménage est retenu et une personne est enquêtée à l'aide d'un questionnaire (le chef de ménage ou son remplaçant). Enfin, un tri a été effectué pour sélectionner uniquement les 182 ménages ayant signalé des cas de maladies durant les 30 jours précédant l'enquête pour les analyses. Les méthodes de statistiques descriptives ont été

utilisées pour les analyses. Il s'est assorti des tableaux des graphiques qui ont été interprétés en fonction des besoins et de l'objectif de l'étude.

## 2. Résultats

### 2.1. Présence des maladies liées à l'environnement urbain

La forte concentration humaine en ville, la déficience dans la production des services urbains et la pauvreté d'une marge importante de la population contribuent au développement de certaines maladies infectieuses. La typologie des maladies par l'Institut Canadien d'Information sur la Santé et l'Organisation Mondiale de la Santé (ICIS/OMS, 2018) a été utilisée pour catégoriser les maladies recensées dans les ménages. Il s'agit du Paludisme, des infections respiratoires aiguës (IRA), des maladies diarrhéiques, des maladies chroniques, de l'anémie et des autres maladies. Les résultats ont montré que le paludisme et les IRA sont les causes principales de consultation dans les ménages enquêtés dans la commune VI de Bamako. Les maladies les plus fréquemment signalées par les enquêtés lors de nos échanges sont : le paludisme suivi des toux, des lésions corporelles et autres maladies chroniques comme le diabète et l'hypertension artérielle. Le tableau (1) illustre cette situation ; le paludisme reste la maladie la plus signalée par les enquêtés soit 62% des enquêtés, suivi des infections respiratoires aiguës (17,6%). Ce qui reflète une pollution au sein de l'environnement physique de la commune CVI.

**Tableau 1.** Typologie des maladies

Types de maladies	Nombre de Cas	Pourcentage
Paludisme	113	62,1
IRA	32	17,6
Autres maladies*	16	8,8
Maladies chroniques	11	6,0
Maladies Diarrhéiques	6	3,3
Maladies Gastriques	3	1,6
Anémies	1	0,5
Total	182	100

Source : Enquêtes Personnelles, Février 2018.

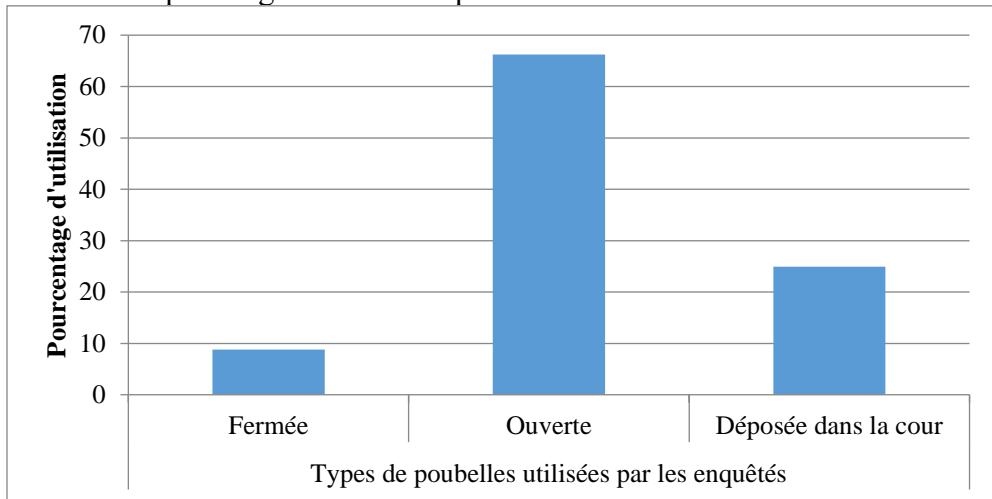
\* Autres maladies : maladies liées à des accidents de la vie courante, blessures, brûlures ou autres lésions.

### 2.2. Conditions d'assainissement défaillantes

La figure 2 donne l'état des poubelles utilisées par les ménages enquêtés. L'analyse a permis de constater que la majorité des poubelles utilisées par les enquêtés sont des poubelles ouvertes ; ce qui constitue des risques énormes pour la santé. Les enquêtes ont montré que, malgré une forte utilisation de poubelles dans la commune, la majorité d'entre elles sont des poubelles ouvertes, suivi de ceux qui déposent les ordures dans les cours d'habitation. Cette situation engendre des risques énormes pour la santé. L'état

de ces poubelles peut favoriser la contamination rapide des populations. La plupart de ces poubelles ne sont pas adaptées, car constituées de vieux récipients abandonnés et sacs en plastiques remplis d'ordures pouvant rester pendant des jours dans la devanture des concessions.

L'état de ces poubelles favorise le contact facile des microbes avec les individus et peut engendrer des risques d'infections.



**Figure 2.** Types de poubelles utilisées par les ménages  
Source : Enquêtes Personnelles, 2018

Dans la commune VI de Bamako, la présence des dépôts anarchiques de déchets reste un facteur d'insalubrité spatiale. En effet la commune compte 52 dépôts dont 42 anarchiques ; 09 non aménagés et 01 seul aménagé. L'enquête a révélé que la grande majorité (78%) de la population ne connaît pas l'existence de ce dépôt aménagé dans la commune. Cette méconnaissance de l'existence de ce dépôt de transit aménagé couplée à l'incivisme de la population fait que les déchets ménagers solides et liquides sont déversés dans les rues, les caniveaux (planche photo 1) et dans les dépôts anarchiques (Planche photo 2).



**Planche photo 1.** Collecteurs engorgés de déchets dans les quartiers de Niamakoro (A) et Dianéguéla (B) en commune VI de Bamako (Source : A. Ibrahim, 2018).



**Planche photo 2.** Déversement anarchiques de déchets à côté d'un marché de la commune  
(Source : A. Ibrahim, 2018)

### 2.3. Fréquence d'enlèvement des déchets et risque de maladie

Le tableau (4) indique la fréquence de l'enlèvement des ordures en rapport avec la fréquence des maladies signalées. Au regard des résultats, il peut être constaté que les ménages qui enlèvent leurs ordures par semaine ont enregistré plus de cas de maladies avant les 30 jours qui ont précédé l'enquête. En effet sur un total de 182 cas de maladies enregistrés 119 cas sont signalés par ceux qui enlèvent leurs ordures par semaine dont 76 cas de paludisme, 22 cas d'IRA et 11 cas d'autres maladies. Ils sont suivis de ceux qui enlèvent leurs ordures par jour avec au total 36 cas dont 23 cas de paludisme et 6 cas d'IRA. Ce qui implique que la fréquence de l'enlèvement des ordures a un impact certain sur la santé des ménages.

**Tableau 4.** Fréquence de l'enlèvement des ordures/ maladies signalées

Fréquence	Anémie	Autre	Gastrique	IRA	Maladies chroniques	Maladies Diarrhéiques	Paludisme	Total
Jour	1	3	0	6	2	1	23	36
Semaine	0	11	2	22	5	3	76	119
Quinzaine	0	0	0	1	1	0	4	6
Mois	0	1	1	3	2	2	6	15
Autre	0	1	0	0	1	0	4	6
Total général	1	16	3	32	11	6	113	182

Source : Enquêtes Personnelles, 2018

### 2.4. Gestion des eaux usées domestiques

Le tableau (5) met en évidence le mode de gestion des eaux usées en rapport avec le nombre de maladies signalées durant les 30 jours précédant les enquêtes. Au regard des résultats, les ménages qui déversent les eaux usées dans la nature aux abords des maisons ont enregistré plus de cas de maladies. Sur les 182 cas de maladies signalées, 94 cas ont été recensés dans les ménages qui déversent les eaux usées dans la rue dont 52 cas de paludismes et

15cas d'IRA. Les ménages utilisant les puisards ont enregistré 61cas, soit 38 cas de paludisme et 16 cas d'IRA.

**Tableau 5.** Gestion des eaux usées domestiques/Nombre de malades

Infrastructures	Anémie	Autre	Gastrique	IRA	Maladies chroniques	Maladies Diarrhéiques	Paludisme	Total général
Autre	0	1	0	1	0	0	2	4
Caniveaux	0	0	0	0	0	0	12	12
Dans la nature	1	12	2	15	7	5	52	94
Fosse	0	2	0	0	0	0	8	10
Puisard	0	1	1	16	4	1	38	61
Réseau d'égouts	0	0	0	0	0	0	1	1
Total général	1	16	3	32	11	6	113	182

Source : Enquêtes Personnelles, 2018

## 2.5. Relation entre tranches d'âges et prévalence des maladies

Le tableau (2) indique le nombre de malades signalés selon les tranches d'âge des personnes enquêtées. Il ressort des résultats que le plus nombre de malades, pendant les 30 jours qui ont précédé les enquêtes, sont des jeunes de moins de 31 ans. Sur un total de 182 cas de maladies signalés, 132 cas ont été signalés chez ces jeunes de moins de 31 ans avec 88 cas de paludisme, 26 cas d'IRA et 10 cas pour les autres maladies. Ils sont suivis par les personnes de 59 ans et plus qui ont enregistré au total 15 cas de maladies (5 cas de paludisme, 6 cas de maladies chroniques). Ce qui permet de comprendre que les jeunes enfants et les vieilles personnes sont les plus exposés aux risques de maladie liés à l'état de l'environnement.

**Tableau 2.** Nombre de malades par tranches d'âges

Tranche d'âges	Anémie	Autre	Gastrique	IRA	Maladies chroniques	Maladies Diarrhéiques	Paludisme	Total général
Moins 31	0	10	2	26	2	4	88	132
[31-45[	1	2	0	1	1	0	4	9
[45-59[	0	2	0	2	2	0	6	12
Plus de 59	0	1	1	1	6	1	5	15
ND	0	1	0	2	0	1	10	14
Total général	1	16	3	32	11	6	113	182

Source : Enquêtes Personnelles, février 2018 (ND : Age non indiqué)

## 2.6. Type d'aisance utilisé en relation avec les cas de maladie

Les résultats des enquêtes ont montré que la majorité des ménages utilisent les latrines communes. L'utilisation commune d'une toilette par un nombre important de personnes peut influencer sur la santé de ces utilisateurs en propageant les infections. Le tableau (3) met en évidence les types de toilettes utilisés les maladies en récurrentes dans la commune VI de Bamako. Il ressort des analyses que les ménages qui utilisent les latrines communes ont enregistré

plus de cas de maladies, soit 111 cas de maladies dont 68 cas de paludisme, 16 cas d'IRA, 11 cas d'autres maladies. Ils sont suivis de ceux qui utilisent les toilettes privées avec chasse d'eau qui ont enregistré au total 45 cas de maladies dont 32 paludéens et 9 cas d'IRA. Quoiqu'il en soit les types de toilettes utilisées impactent sur les risques de maladie des ménages.

**Tableau 3.** Types de toilettes utilisées en rapport avec le nombre de patients

Types de toilette	Anémie	Autre	Gastrique	IRA	Maladie chronique	Maladie Diarrhéique	Paludisme	Total
Privée avec chasse d'eau	0	1	1	9	2	0	32	45
Commune avec chasse	0	2	0	4	0	0	8	14
Latrine privée	0	2	0	3	1	1	4	11
Latrine commune	1	11	2	16	8	5	68	111
Autres	0	0	0	0	0	0	1	1
Total général	1	16	3	32	11	6	113	182

Source : Enquêtes Personnelles, février 2018

### 3. Discussion

#### 3.1. Conditions d'assainissement précaires

Les bonnes conditions d'hygiène et d'assainissement sont indispensables pour la santé de l'homme. Ceci demande une bonne gestion des déchets solides et liquides qui est liée à la construction des infrastructures d'assainissement et des services d'approvisionnement en eau potable. L'étude a révélé que dans la commune VI de Bamako, les conditions d'assainissement constituent aujourd'hui un problème de santé publique. L'existence permanente des déchets solides et liquides à travers la commune intervient véritablement dans la survenance de plusieurs maladies dont souffre la population de la commune. Cette situation engendre des risques énormes pour la santé. L'état de ces poubelles peut favoriser la contamination rapide des populations. La plupart de ces poubelles ne sont pas adaptées (vieux récipients abandonnés, sacs en plastiques remplis d'ordures pouvant rester pendant des jours dans la devanture des concessions). En outre, le manque de dépôts de transit fait qu'une bonne partie des ménages déposent leurs ordures dans les caniveaux et les collecteurs les plus proches ou dans les maisons en chantiers. Ces résultats corroborent ceux de Atta et al. (2013) qui révèlent que 78% des ménages à Yaosehi dans la commune de Yopougon à Abidjan (Côte d'Ivoire) utilisent couramment les poubelles, mais leur qualité influe sur le stockage et l'évacuation. Ils poursuivent en indiquant que 95% de ces poubelles sont des récipients solides qui sont sans couverture. Ce qui engendre des risques élevés de contamination et de maladies infectieuses et parasitaires. D'autre part,

Koné-BodouPossilétya et al. 2019 ont prouvé que 74% de la population de la commune d'Anyama (Côte d'Ivoire) stoquent leurs ordures ménagères solides dans une poubelle (51%) ; ou dans des sachets (23%). Cependant, leur évacuation devient un casse-tête. Ce qui engendre des risques élevés de contamination et de maladies infectieuses et parasitaires.

### **3.2. Maladies liées aux mauvaises conditions d'hygiène**

Les résultats ont montré qu'il y a une corrélation entre les mauvaises conditions d'hygiène et la survenance des maladies dans la commune VI du district de Bamako. La typologie des maladies signalées amène le paludisme en tête avec 62,1% de cas de maladies signalées 30 jours avant notre passage sur le terrain contre 17,6% des cas d'IRA. Les analyses ont montré que ceux qui utilisent les latrines communes ont enregistré plus de cas de maladies (111cas/182 cas enregistrés) dont 68cas de paludismes 16 cas d'IRA et 11 cas d'autres maladies. De même, il ressort des analyses que la fréquence de l'enlèvement des ordures a un impact certain sur la santé. En effet ceux qui enlèvent les ordures par semaine ont enregistré plus de cas de maladies (119 cas/182 cas signalés) dont 76 cas de paludisme, 22 cas d'IRA et 11 autres cas. En ce qui concerne le mode de gestion des eaux usées, ceux qui déversent les eaux usées dans la nature ont enregistré plus de cas de maladies dont 52 cas de paludisme, et 15 cas d'IRA. Les ménages qui utilisent les puisards ont signalé 38 cas de paludisme et 16 cas d'IRA. Les jeunes de moins de 31 ans sont les plus exposés à ces maladies avec 132 cas dont 88cas de paludisme, 26 cas d'IRA et dix cas d'autres maladies suivies de ceux qui ont 59 ans et plus avec 15 cas dont 5cas de paludisme et 6 cas de maladies chroniques. Ces résultats concordent ceux de Koné-BodouPossilétya et al. (2019) qui prouvent qu'il y'a une prévalence des maladies environnementales dans la commune d'Anyama. L'analyse du cas de l'évacuation des déchets solides révèle que dans l'ensemble le choix de celui qui semble influencer l'exposition au paludisme, à la diarrhée et aux IRA est le plus retenu. Les ménages qui ont recours à la pré collecte sont les moins exposés par rapport aux autres modes de gestion. Le taux de prévalence du paludisme était de 38% pour ceux qui ont recours aux groupement d'interet économique (GIE), 63% pour ceux qui utilisent le coffre à ordures et 82% pour ceux qui déversent dans la rue. Les analyses ont montré que 66% des personnes interrogées ont signalé avoir contracté au moins une fois le paludisme, la diarrhée, les IRA ou autres maladies. Parmi elles, 73% ont contracté le paludisme contre 43% pour les IRA et 13% pour la diarrhée. Le rapport de l'organisation mondiale de la santé (OMS, 2019) souligne que les mauvaises conditions d'hygiène sont à l'origine de 842 000 décès par diarrhée chaque année et rend difficile la prévention et la prise en charge d'autres m maladies. Selon le même rapport 100% des décès liés aux maladies diarrhéiques sont dus aux installations d'assainissement non

améliorées, 84% des décès liés aux maladies diarrhéiques sont dus aux installations d'assainissement améliorées sans raccordement à l'égout et 60% de ces décès sont liés aux installations d'assainissement améliorées avec raccordement à l'égout. La recherche révèle que la couche la plus vulnérable face aux maladies liées au manque d'assainissement reste la couche jeune. En effet, sur un total de 182 cas de maladies signalées, 132 cas ont été signalés chez les jeunes de moins de 31 ans avec 88 cas de paludisme, 26 cas d'IRA, et 10 cas pour les autres maladies. Ces résultats sont identiques avec ceux de Koné-Bodou Possilétya et al. (2019) qui montrent qu'à Anyama (Côte d'Ivoire), la tranche d'âge des moins de cinq (5 ans) présente également les taux les plus élevés comparativement aux autres tranches d'âges. Le paludisme présente un taux de morbidité de 40% (moins de 5 ans), 19% pour les (5 à 14 ans), 8% (15 à 50 ans) et 5% pour les 50 ans et plus. Concernant les IRA, le taux de morbidité s'élève à 24% (moins de cinq ans), 6% pour (5 à 14 ans) ; et 2% pour les personnes âgées de 5 à 50 ans) et 0% pour les plus de 50 ans.

## Conclusion

Ce travail a permis de mettre en exergue la mauvaise condition d'hygiène et d'assainissement de la commune V de Bamako en relation avec la prévalence de certaines maladies. L'insuffisance d'infrastructures d'hygiène et d'assainissement est trop accentuée dans la commune conduisant à une mauvaise gestion des déchets ménagers. Ce qui engendre une pollution permanente du cadre de vie affectant la santé des populations. Les jeunes et les personnes âgées sont les plus affectées par ces pathologies dues à leur état de vulnérabilité très élevés comparées aux personnes adultes. Le paludisme et les IRA représentent les maladies les plus récurrentes dans les ménages et sont causées par les mauvaises conditions d'hygiène et d'assainissement. Leur progression dans la commune s'explique en grande partie par les mauvaises conditions de gestion des déchets ménagers. Avec une population en pleine croissance, une bonne politique d'hygiène et d'assainissement et une éducation environnementale de la population doivent être mises en place pour améliorer les conditions de vie des familles.

## References:

1. Atta, K., Gogbe, T., Kouassi, P.J., (2013). Problèmes environnementaux et risques sanitaires dans les quartiers précaires, *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, num 2, pp 35-44.
2. Bagalwa, M., Karume, K., Mushagalusa, N.G., Ndegeyi, K., Birali, M., Zirirane, N., Masheka, Z., et Bayongwa, C., (2013). Risques potentiels des déchets domestiques sur la santé des populations en milieu rural : cas d'Irhambi Katana (Sud-Kivu, République



- Démocratique du Congo), VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement, vol 13, num 2:<https://doi.org/10.4000/vertigo.14085>.
3. Bitá, A.I.G., Nkamedjie Pete, P.M., ChukuwchindunAzik, B., Fotsing, M., Atouba, B., SanouSobze, M., Sieleunou, I., (2017). Accès à l'assainissement, eau et maladies diarrhéiques des enfants dans les ménages de Bamendjou, Cameroun, Médecine d'Afrique Noire, vol 64, num 07 pp 375-384.
  4. DioboKpaka, S., et NguendoYongsi, H., (2021). Environnement et santé : Cas des diarrhées à Boundiali-Côte D'Ivoire. Espace Géographique et Société Marocaine, 0(47/48). doi: <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/EGSM/25917>.
  5. Dongo, K., Kouamé, F.K., Koné, B., Biémi, J., Tanner M., et Cissé, G., (2008). Analyse de la situation de l'environnement sanitaire des quartiers défavorisés dans le tissu urbain de Yopougon à Abidjan, Côte d'Ivoire. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, vol 8, num 3, DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.6252>.
  6. Dos Santos, S., (2011). Les risques sanitaires liés aux usages domestiques de l'eau. Représentations sociales mossi à Ouagadougou (Burkina Faso) Natures Sciences et Sociétés, 19, 2, 103-112. DOI : <https://doi.org/10.1051/nss/2011126>.
  7. Direction Nationale de la Population (DNP). (2018). Estimations des populations des cercles et des communes du Mali. Bamako : DNP.
  8. Feachem, R.G., Briscoe, J., et MujiburRahaman, M., (1987). Evaluation de l'effet sur la santé : approvisionnement en eau, assainissement et hygiène. UNICEF, ICDDR\_B, CRDI (Centre de Recherche pour le Développement International), Ottawa, Canada, 86p.
  9. Ibrahim, A., et Traoré, S.S., (2022). Analyse des facteurs environnementaux d'émergence et de développement de maladies en commune VI du District de Bamako. Revue Africaine Des Sciences Sociales et de la Santé Publique, 4(1), 1-10. <https://revue-rasp.org/index.php/rasp/article/view/154>.
  10. Koné-Bodou Possilétya, J., Kouamé, V. K., Fé Doukouré, C., Yapi, D. A. C., Kouadio, A. S., Ballo, Z. et Abiba Sanogo, T., (2019). Risques sanitaires liés aux déchets ménagers sur la population d'Anyama (Abidjan-Côte d'Ivoire). VertigO, 19(1).
  11. Mouchet, J., (1991). Les maladies liées à l'eau dans la région Afrotropicale. Colloque pluridisciplinaire Géographie-Médecine sur l'eau et la santé en Afrique tropicale, Limoges, octobre, PULIM, pp. 47-59.

12. N'guettia, K.Y., (2010). Gestion des ordures ménagères d'Abidjan : Diagnostic, Mémoire de master en génie sanitaire et Environnement, Fondation 2ie, Burkina Faso, 63 p.
13. OMS, (2019). Stratégie de l'OMS sur l'eau, l'assainissement et l'hygiène 2018-2025, Rapport, 72p.
14. ICIS/OMS, (2018). Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes ; deuxième version, CIM-10-CA/CCI, 771p.
15. Sané, Y., (2002). La Gestion des déchets à Abidjan : Problème récurrent et non Apparemment sans solution AJEAM /Ragee, 4 (1), pp. 13-22.
16. Sy, I., Koita, M., Traoré, D., Keita, M., Lô, B., Tanner M., et Cissé, G., (2011). Vulnérabilité sanitaire et environnementale dans les quartiers défavorisés de Nouakchott (Mauritanie) : analyse des conditions d'émergence et de développement de maladies en milieu urbain sahélien. VertigO– la revue électronique en sciences de l'environnement [en ligne], Volume 11, No 2, 17p., URL :<http://vertigo.revues.org/11174> ; DOI : 10.4000/vertigo.11174.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

# **Geological Modeling of Sandstone Formations and Petrophysical Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in the Termit Basin, Eastern Niger: Case of the Goumeri Prospect**

*Laouali Ibrahim Sarki*

*Bohari Abdou Dodo*

Geology Laboratory, Sedimentary Basin and Georesources Team, Faculty of Science and Technology, Abdou Moumouni University, Niamey, Niger

*Vitaline Vanessa Morabo Okoletimou*

Marien Ngouabi University,

Ecole Supérieure Polytechnique (ENSP) of Brazzaville, Congo

*Moussa Harouna*

Geology Laboratory, Sedimentary Basin and Georesources Team, Faculty of Science and Technology, Abdou Moumouni University, Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p150](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p150)

---

Submitted: 14 November 2022

Accepted: 05 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Sarki L.I. Abdo Dodo B., Morabo Okoletimou V.V. & Harouna M. (2023). *Geological Modeling of Sandstone Formations and Petrophysical Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in the Termit Basin, Eastern Niger: Case of the Goumeri Prospect*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 150. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p150>

---

## **Abstract**

This study focuses on the geological model of sandstone formations and the petrophysical characterization of hydrocarbon reservoirs in the Termit Basin. The specific objectives are: (1) to establish a geological model visualizing the geometry of reservoir rocks and (2) to visualize the spatial and vertical distribution of the petrophysical parameters (porosity, permeability). The methodological approach integrated the interpretation of lithology data and petrographic parameters from the logs by using Petrel software 17.4 versions. The interpretation of the obtained results shows that: the reservoir formations present in the shape of sand lenses whose thickness varies according to another prospect. The petrophysical parameter models including the porosity and permeability model were used to understand the vertical and

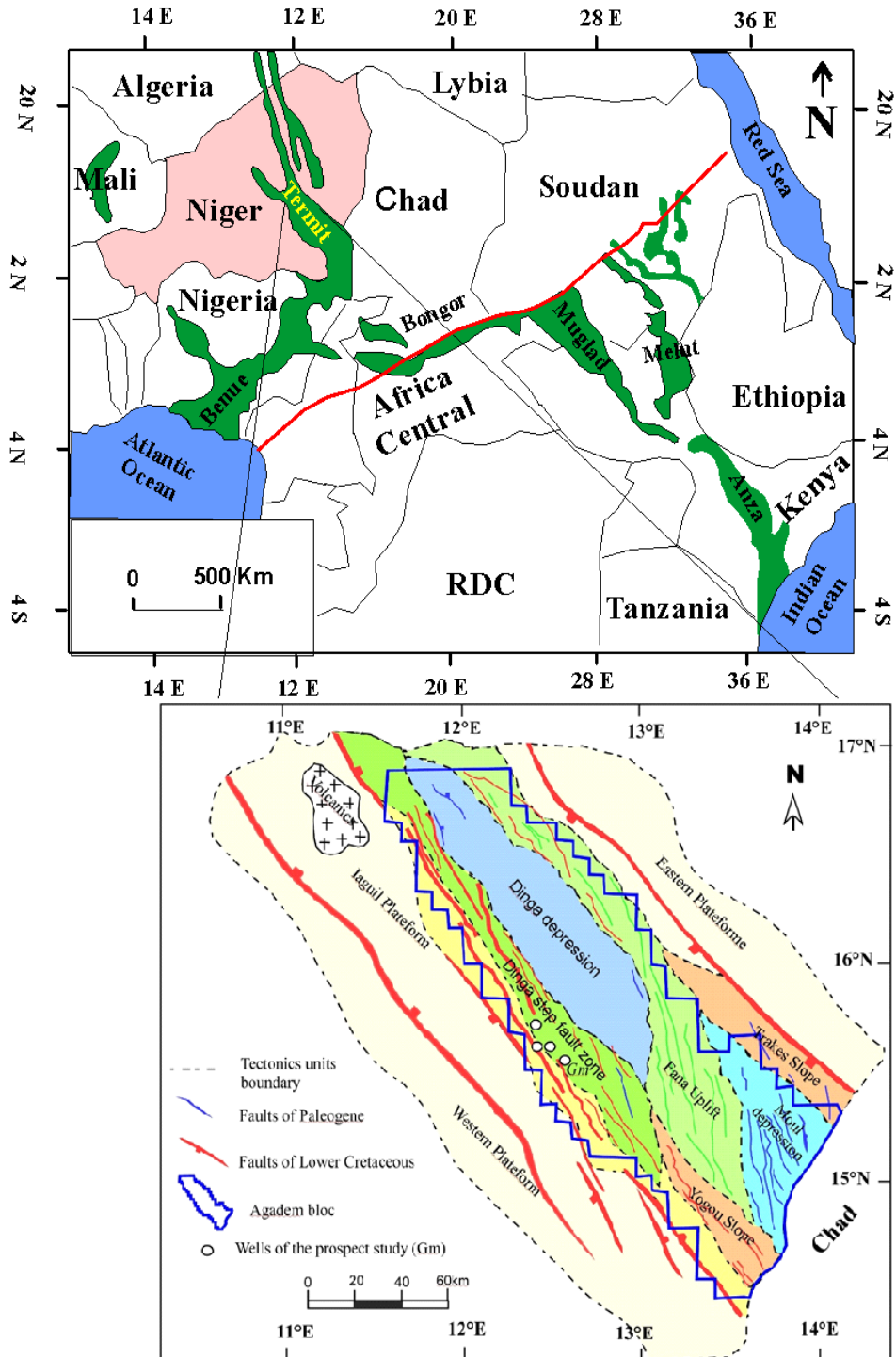
spatial distribution of the different reservoir units.

---

**Keywords:** Geological modeling, porosity, permeability, Termit basin

## I. Introduction

The Termit Basin is a fractured and elongated intraplate basin of NW-SE direction (Genik, 1993 ; Liu *et al.*, 2015) (Figure 1), and belongs to the West African Rift Subsystem (WAS) which itself belongs to the West and Central Africa Great Rift System (WCARS) (Genik, 1992). It's formed in the meso-Cenozoic period rift basin that sedimentary filling is a Cretaceous lower to the Holocene-Pleistocene age (Michel, 1988). The Termit Basin is an intercontinental basin between Niger, Nigeria, and Chad. It's one of the largest basins in Eastern Niger, which straddles the Bornou Basin in Nigeria and the Doba-Bangor basin in Chad. This basin was developed during the opening of the Atlantic Ocean (Genik, 1993; Brownfield, 2016). The sediments filling the Termit Basin are cretaceous and quaternary age (Genik, 1992; Liu *et al.*, 2015). The thickness of terrigenous clastic sediments was from 300 m to 2500 m in the Lower Cretaceous, from 800 to 4200 m of marine clay, sandstone, and silts intercalated with calcareous banks in the Upper Cretaceous, from 350 m to 2500 m of sand in the Cenozoic (Figure 2) (Genik, 1992; Wan *et al.*, 2014). Oil exploration began in the Termit Basin around the years 1970 by Conoco, whose first oil showings were discovered in the Chad Basin, specifically in the Termit Basin near Lake Chad around 1974 (Genik, 1992; Harouna & Philp, 2012; Sarki, 2021). The target reservoir formations are the Eocene and Late Cretaceous sandstone (Genik, 1993; Harouna & Philp, 2012). Structurally, the Termit Basin has mainly faulted families of NW-SE and NNW-SSE directions (Liu *et al.*, 2012 ; Zhou *et al.*, 2017). A first family of faults is said to be early formed in the early Cretaceous (NW-SE faults) (Ahmed *et al.*, 2020 ; Konaté *et al.*, 2019), and a second family of faults is said to be late Paleogene formed (NNW-SSE faults) (Liu *et al.*, 2012 ; Zhou *et al.*, 2017). The Termit Basin is subdivided into ten (10) structural units (Figure 1): Iaguil Platform, Western Platform, Eastern Platform, Dinga Fault Zone, Dinga Depression, Western Yogou Slope, Fana Uplift, Moul Depression, Araga Graben and Eastern Trakes Slope (Lai *et al.*, 2020 ; Liu *et al.*, 2019). The general objective of this study is to build a geological model of the petrophysical and sedimentological parameters of the study prospect. The specific objectives are to establish a geological model visualizing the geometry of reservoir rocks (1) and to visualize the spatial and vertical distribution of its petrophysical parameters (porosity, permeability).



**Figure 1.** Location of the study area and structural units of the Termit Basin (Genik, 1993; Liu *et al.*, 2015; Liu *et al.* 2019)

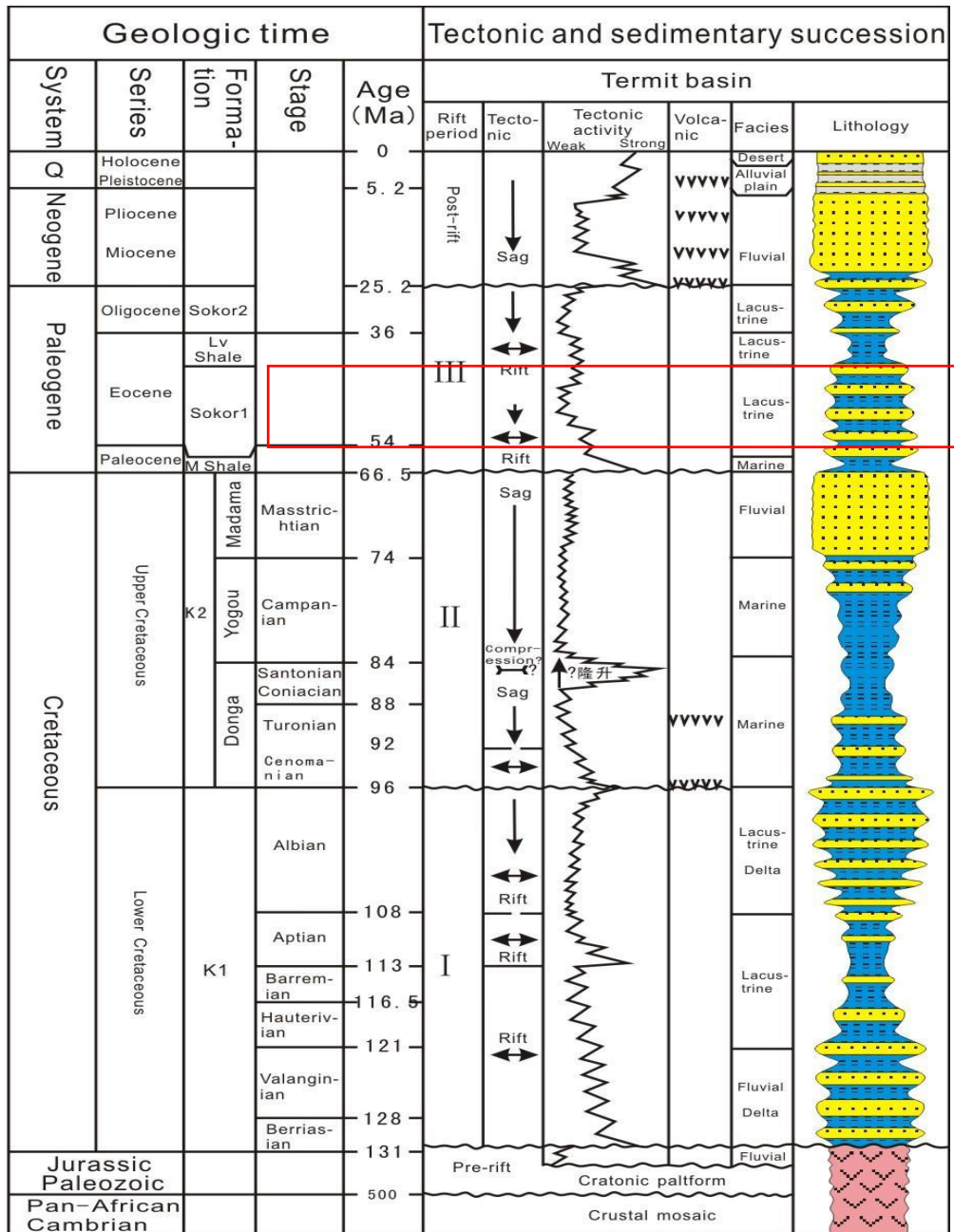


Figure 2. Litho-stratigraphic column of the Termit basin (Liu *et al.*, 2015).

## II. Methodological approach

The methodological approach implemented in this work consists of importing the stratigraphic, lithologic, and petrophysical parameters data into the petrel geomodelling software 17.4 versions. This software allows the construction of the 3D geological model as well as the models of the

petrophysical parameters (porosity permeability) allowing us to visualize their spatial distribution on the whole study prospect. The petrophysical and sedimentology data used in this research come from the wells of Goumeri prospects. The porosity, permeability, and sedimentology values were determined from core measurements (direct measurements) and log measurements (indirect measurements) (Table 1). For modeling the heterogeneity of the reservoir formations facies, the following approaches using Petrel 17.4 versions stochastic methods were applied in this study. These approaches allow the construction of the different geological layers as well as their extension from north to south of Goumeri prospects.

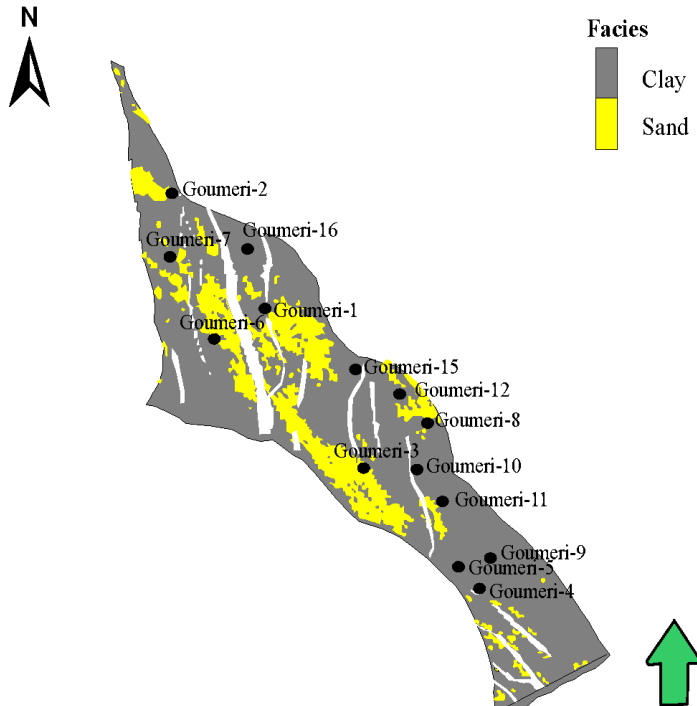
**Table 1.** Table showing the porosity and permeability values of the Goumeri prospect wells.

Name of the Wells	Mean of the porosity (%)	Mean of the Permeability (mD)
<i>Goumeri -1</i>	10,25	378,7
<i>Goumeri -2</i>	11,32	228,01
<i>Goumeri -3</i>	8,22	435,4
<i>Goumeri -4</i>	35,11	525,44
<i>Goumeri -5</i>	15,04	275,22
<i>Goumeri -6</i>	12,67	287,45
<i>Goumeri -7</i>	26,17	376,8
<i>Goumeri -8</i>	31,5	615,6
<i>Goumeri -9</i>	19,54	345,4
<i>Goumeri -10</i>	17,39	100,27
<i>Goumeri -11</i>	25,09	396,29
<i>Goumeri -12</i>	20,10	375,31
<i>Goumeri -13</i>	14,10	207,40
<i>Goumeri -14</i>	29,83	201,45
<i>Goumeri -15</i>	10,20	317,98
<i>Goumeri -16</i>	18,00	215,57
<i>Goumeri -17</i>	11,33	201,80

### III. Results and Discussion

#### 1. Facies model

The model (Figure 3) of facies shows the variation in thickness of the sandstone layers in the reservoir formation of the unit E1 of the Goumeri prospect wells that constitutes the lithofacies (Chang & Zung, 2017). These facies corresponds to deposits from the channel bottom and infill of the river channel in the lower part (Fea *et al.*, 2022). According to the facies model, the clay facies in the Goumeri prospect is more dominant than the sandy facies (Caumon *et al.*, 2009; Makhloufi *et al.*, 2013).



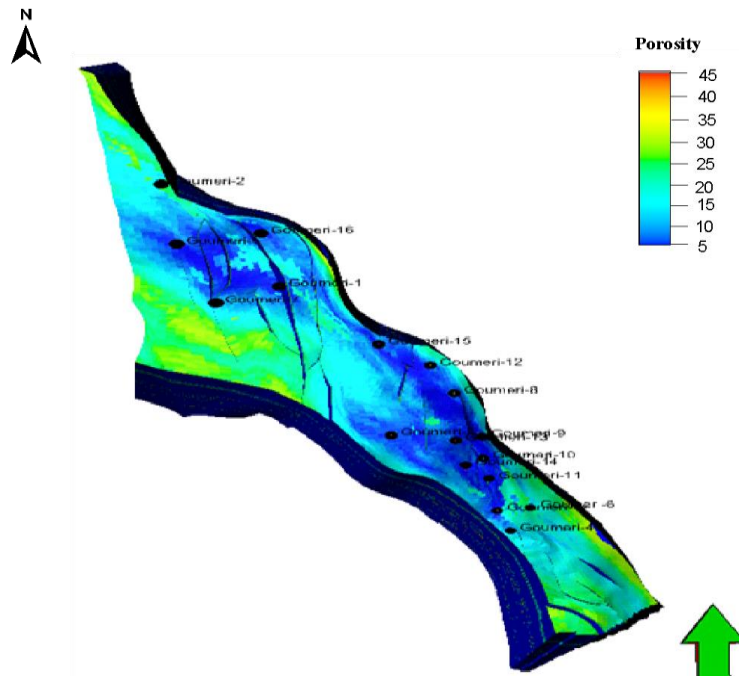
**Figure 3.** Facies model shows the spatial distribution of the sediments (yellow: sand and black: clay).

## 2. Porosity model

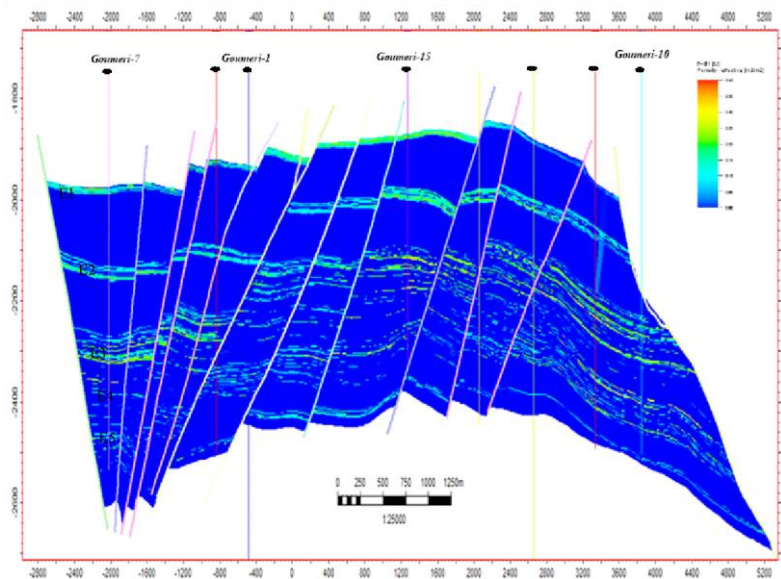
The porosity model indicates the spatial-lateral variation of porosity of the E1 reservoir unit of the Goumeri prospect wells. Within a well, the porosity of the E1 unit varies according to the lithology and the percentages of the different elements constituting the formation (Thomas, 2020; Fea *et al.*, 2022). According to this model (Figure 4), the good porosity (>15,10%) is concentrated in the northeast zone of the prospect (*Goumeri-2, 6, 8 and 12*); the low porosity (<10,2%) is concentrated in the eastern zone of the prospect (*Goumeri-1,10,11*). This low porosity is explained by the fact that the intergranular spaces of the quartz grains are filled by the different types of cement (siliceous, clayey, ferruginous, and carbonate) (Makhloufi *et al.*, 2013).

The model of the geological section (Figure 5), shows a litho-stratigraphic section of the Goumeri prospect. According to this model, all the wells intersect NW-SE faults. Thus, the *Goumeri-6* crosses well an NW-SE Normal fault.



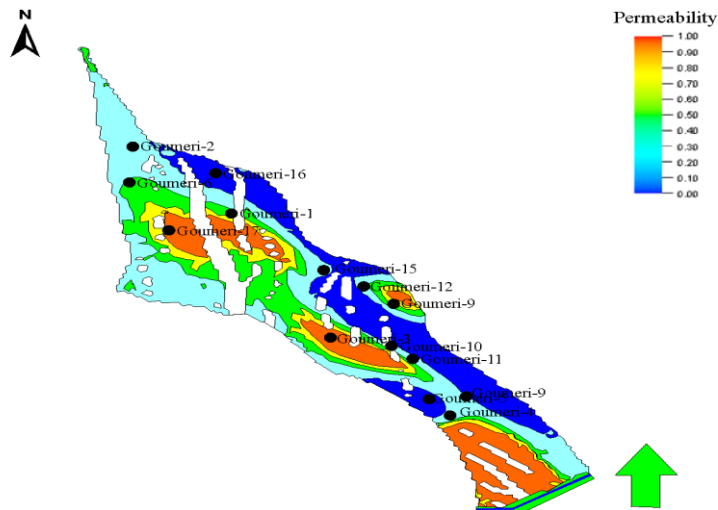


**Figure 4.** Porosity map showing the spatial distributions of porosity within the wells of the Goumeri prospect

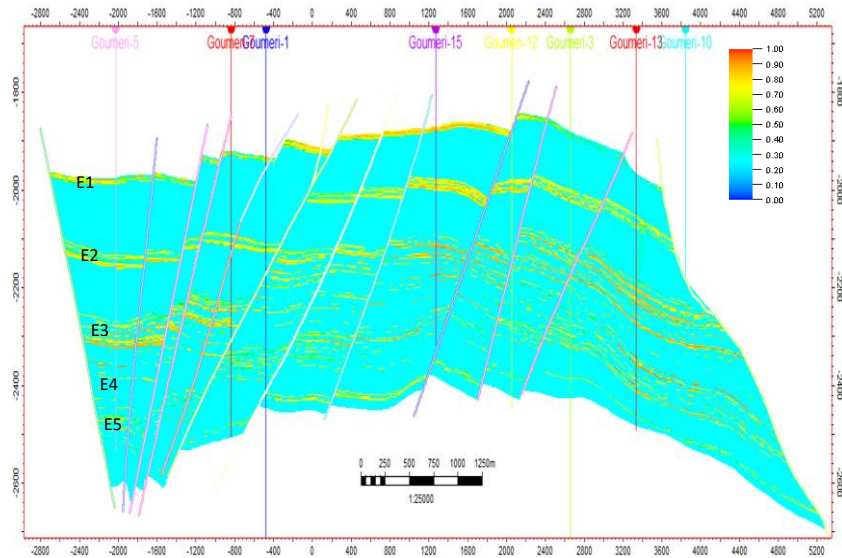


### 3. Permeability model

The model of permeability (Figure 6), shows the special permeability distribution of the wells in the Goumeri prospect. This model illustrates the permeability concentrations within the reservoir units of the Sokor-1 formation (Figure 7). According to this model, the good permeability ( $> 479,3$  mD) is concentrated in the northeast zone of the prospect (Goumeri-2, 6, 8, and 12); the low permeability ( $< 100$  mD) was concentrated in the eastern zone of the prospect (Goumeri-1, 10, 11). The permeability varies from 100 mD to 615,62 mD (Table 1, Figures 6–7) in all the wells and the different reservoir levels of the Goumeri prospect depending on the mineralogical composition of the rocks. The sandstone reservoir levels have a predominance of quartz, which confirms a good permeability. This was demonstrated by Mao *et al.* (2019) in the Upper Cretaceous sandstone reservoirs of the Yogou and Donga formations in the Termit Basin and by Fea *et al.* (2022) in the Abian-Cenomanian reservoirs of the Ivorian basin.



**Figure 6.** Permeability model showing spatial distributions of permeability within the wells of the Goumeri prospect



**Figure 7.** Geological section of the Goumeri prospect, showing the porosity of the reservoir units and normal NW-SE direction faults.

## Conclusion

The main results of this research work, based on the geological modeling of sandstone formations and their petrophysical characteristics at the Goumeri prospect of the Termit Basin, have made it possible to understand that:

- Sandstone tank units are compartmentalized in tank units or levels interspersed with clay banks;
- Formation (Sokor-1) corresponds to a period of transgression/regression marked by a contribution of detrital sediments;
- The petrophysical parameters (porosity and permeability) of the reservoir units show good to excellent values (respectively >15,10% and > 479,3 mD) and low water saturation in the northeastern part of the basin.
- Geological models show the geometry and extension of the Sokor-1 reservoir formation, according to this model, the sandy facies are more concentrated in the center of the basin.

Through this study, the extension and geometry of the sand and clay facies were determined, as well as the vertical distribution of the different reservoir levels.

## References:

1. Ahmed, K. S., Liu, K., Paterné, M. A., Kra, K. L., Kuttin, A. A.-A., Malquaire, K. P. R., & Ngum, K. M. M.-A. (2020). Anatomy of

- Eastern Niger Rift Basin with Specific References of Its Petroleum Systems. *International Journal of Geosciences*, 11(05), 305-324. <https://doi.org/10.4236/ijg.2020.115016>.
2. Caumon, G., Collon-Drouaillet, P., Le Carlier de Veslud, C., Viseur, S., & Sausse, J. (2009). Surface-Based 3D Modeling of Geological Structures. *Mathematical Geosciences*, 41(8), 927-945. <https://doi.org/10.1007/s11004-009-9244-2>.
  3. Brownfield, M.E, (2016), Assessment of undiscovered oil and gas resources of the Chad Basin Province, north-central Africa, **in** Brownfield, M.E., compiler, Geologic assessment of undiscovered hydrocarbon resources of Sub-Saharan Africa: U.S. Geological Survey Digital Data Series 69–GG, chap. 6, 9 p., <http://dx.doi.org/10.3133/ds69GG>.
  4. Chang, E., & Zung, L. S. (2017). 3D Reservoir Characterization of Field Deta, Termit Basin, Niger. In M. Awang, B. M. Negash, N. A. Md Akhir, L. A. Lubis, & A. G. Md. Rafek (Éds.), *ICIPEG 2016* (p. 323-335). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-3650-7\\_28](https://doi.org/10.1007/978-981-10-3650-7_28).
  5. Michel P. (1988). Du Gondwana à l'Atlantique sud : les connexions du fossé de la Bénoué avec les bassins du Nord-Est Brésilien jusqu'à l'ouverture du golfe de Guinée au Crétacé inférieur : *Journal of African Earth Sciences*, Vol.7, No. 2, pp. 409-431 (1988).
  6. Fea, I., Abioui, M., Nabawy, B. S., Jain, S., Bruno, D. Z., Kassem, A. A., & Benssaou, M. (2022). Reservoir quality discrimination of the Albian-Cenomanian reservoir sequences in the Ivorian basin: A lithological and petrophysical study. *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.1007/s40948-021-00297-8>.
  7. Genik, G.J. (1993). Petroleum geology of Cretaceous-Tertiary rift basins in Niger, Chad, and Central African Republic: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 77, p. 1405–1434.
  8. Genik, G. J. (1992). *Petroleum Geology of Cretaceous-Tertiary Rift Basins in Niger, Chad, and Central African Republic*. 33.
  9. Harouna, M., & Philp, R. P. (2012). Potential petroleum source rocks in the Termit basin, Niger. *Journal of Petroleum Geology*, 35(2), 165-185.
  10. <https://doi.org/10.1111/j.1747-5457.2012.00524.x>.
  11. Konaté, M., Ahmed, Y., & Harouna, M. (2019). Structural evolution of the Téfidet trough (East Air, Niger) in relation with the West African Cretaceous and Paleogene rifting and compression episodes. *Comptes Rendus Geoscience*, 351(5), 355-365. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2018.11.009>.

12. Lai, H., Li, M., Mao, F., Liu, J., Xiao, H., Tang, Y., & Shi, S. (2020). Source rock types, distribution and their hydrocarbon generative potential within the Paleogene Sokor-1 and LV formations in Termit Basin, Niger. *Energy Exploration & Exploitation*, 38(6), 2143-2168. <https://doi.org/10.1177/0144598720915534>.
13. Liu, B., Wan, L., Mao, F., Liu, J., Lü, M., & Wang, Y. (2015). Hydrocarbon potential of upper cretaceous marine source rocks in the Termit basin, Niger. *Journal of Petroleum Geology*, 38(2), 157-175. <https://doi.org/10.1111/jpg.12604>.
14. Liu, J., Zhang, G., Li, Z., Tang, Y., Xiao, H., Lai, H., & Yang, C. (2019). Oil charge history of Paleogene–Eocene reservoir in the Termit Basin (Niger). *Australian Journal of Earth Sciences*, 66(4), 597-606. <https://doi.org/10.1080/08120099.2019.1568301>.
15. Makhloufi, Y., Collin, P.-Y., Bergerat, F., Casteleyn, L., Claes, S., David, C., Menendez, B., Monna, F., Robion, P., Sizun, J.-P., Swennen, R., & Rigollet, C. (2013). Impact of sedimentology and diagenesis on the petrophysical properties of a tight oolitic carbonate reservoir. The case of the Oolithe Blanche Formation (Bathonian, Paris Basin, France). *Marine and Petroleum Geology*, 48, 323-340. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2013.08.021>.
16. Sarki, L. I. (2021). Geochemical characterization of potential Upper Cretaceous and Paleogenic-age oil source rocks of the Agadem Block, Termit Basin, Niger, 14.
17. *Afrique SCIENCE* 18(6) (2021) 177 - 190 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>.
18. Thomas\_GFEJ\_AG\_(2020). Contribution de la photogrammétrie par drone à la modélisation 3D des hétérogénéités des réservoirs carbonatés . [Sciencesconf.org/rst2020-lyon:360759](https://www.sciencesconf.org/rst2020-lyon:360759).
19. Wan, L., Liu, J., Mao, F., Lv, M., & Liu, B. (2014). The petroleum geochemistry of the Termit Basin, Eastern Niger. *Marine and Petroleum Geology*, 51, 167-183. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2013.11.006>.
20. Zhou, L., Su, J., Dong, X., Shi, B., Sun, Z., Qian, M., Lou, D., & Liu, A. (2017). Controlling factors of hydrocarbon accumulation in Termit rift superimposed basin, Niger. *Petroleum Exploration and Development*, 44(3), 358-367. [https://doi.org/10.1016/S1876-3804\(17\)30042-3](https://doi.org/10.1016/S1876-3804(17)30042-3).
21. Mao, F., Liu B., Liu, J.G., Jiang, H., Yuan, S.Q., Zheng, F.Y., Li, Z.H., Wang, Y.H. (2019). The reservoir characteristics and controlling factors of the Upper cretaceous sandstones in the Termit Basin, Niger. *Acta Petrologica sinica*, 35(4): 1257-1268

## **A Rare Case of Ruptured Giant Adrenal Myelolipoma Presenting with Spontaneous Intra-Abdominal Haemorrhage: A Case Report**

*Awajimijan Nathaniel Mbaba*

*Khalid Mohamed Abdalla*

*Hamza Mustapha Ahmed*

Department of Radiology, King Abdullah Hospital, Bisha, Saudi Arabia

*Michael Promise Ogolodom*

Department of Radiography, Faculty of Basic Medical Sciences,  
Rivers State University, Port Harcourt, Nigeria

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p161](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p161)

---

Submitted: 13 April 2023

Accepted: 22 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Mbaba A.N., Abdalla K.M., Ahmed H.M. & Ogolodom M.P. (2023). *A Rare Case of Ruptured Giant Adrenal Myelolipoma Presenting with Spontaneous Intra-Abdominal Haemorrhage: A Case Report*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 161.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p161>

---

### **Abstract**

Adrenal myelolipoma is a rare benign neoplasm of mesenchymal origin composed of mature fatty tissue and bone marrow elements. It is a non-functioning benign tumor, usually asymptomatic and commonly detected incidentally during evaluation for unrelated symptoms; hence, it is usually referred to as an “incidentaloma”. Large myelolipomas can cause mass effects and vague abdominal pain, spontaneous tumor rupture with massive hemorrhage is a more dramatic manifestation, though, it is an uncommon entity. We report the case of a 41-year-old anemic male patient who underwent an abdominal CT study and a huge hemorrhagic adrenal myelolipoma was detected to reiterate the importance of recognizing the characteristic radiological features of myelolipoma to accurately diagnose these tumors and emphasize the inclusion of myelolipoma in the lists of differential diagnosis of causes of spontaneous intra-abdominal hemorrhages.

---

**Keywords:** Intra-abdominal haemorrhage, Myelolipoma, Ruptured

## Introduction

Adrenal myelolipoma is a rare benign neoplasm of mesenchymal origin composed of mature fatty tissue and bone marrow elements (Lam, 2017). This disease entity was first described by the German pathologist Edgar von Gierke in 1905, (Kaifer *et al.*, 2020) but the name myelolipoma was coined by the French pathologist Charle Obenling in 1929 (Pillay, 2018; Haguenu, 2003). In reported autopsy studies the incidence of myelolipoma is 0.2% in the general population (Lui *et al.*, 2017). However, in recent times, adrenal myelolipomas are increasingly reported due to the widespread use of abdominal imaging, such as ultrasonography, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) (Lam and Lo, 2001; Khater and Khauli, 2011).

Adrenal myelolipoma is a non-functioning benign tumor, usually asymptomatic and commonly detected incidentally during evaluation for unrelated symptoms; hence, it is usually referred to as an "incidentaloma" (Grumbach *et al.*, 2003). Nonetheless, these tumours may be associated with an endocrine disorder such as Cushing's disease, Addison's disease, hyperaldosteronism, and obesity of unknown aetiology. They are usually unilateral and occur more often on the right (Kenney *et al.*, 1998; Murakami *et al.*, 1988). Albeit huge myelolipomas have been reported in the literature, they uncommonly measure more than 5cm (Yildiz *et al.*, 2000).

Large myelolipomas can cause mass effect and vague abdominal pain, spontaneous tumour rupture with massive haemorrhage is a more dramatic manifestation; though, it is an uncommon entity (Lui *et al.*, 2017; Patel *et al.*, 2006). A Radiologic diagnosis of myelolipoma can be made with ultrasound, computed tomography and magnetic resonance imaging because of their characteristic imaging appearances (Khater and Khauli, 2011; Kraimps *et al.*, 1992). We report the case of a 41-year old anaemic male patient who underwent abdominal CT study and huge haemorrhagic adrenal myelolipoma was detected to reiterate the importance of recognizing the characteristic radiological features of myelolipoma to accurately diagnose these tumours and emphasize the inclusion of myelolipoma in the list of differential diagnosis of causes of spontaneous intra-abdominal haemorrhages.

## Case report

A 41-year old male patient was referred from emergency department to the department of radiology for an abdominal computed tomography (CT) scan following a history of sudden onset dull right abdominal pain and syncope. There was no history of trauma. Patient was said to be healthy until he developed the above symptoms. On physical examination he was pale and serial haemoglobin estimation revealed continuous reduction indicating persistent bleeding. These findings raised the suspicion of possible internal

haemorrhage and consequently he was referred for an abdominal CT scan with contrast. The scan revealed a large well-defined rounded retroperitoneal right suprarenal mass with heterogeneous density. The mass measures 11.4 x 11.6cm and shows areas of gross fat content with low density mixed with otherwise soft tissue density components. Post contrast images show mild enhancement of the soft tissue elements in the lesion.

The mass displaces the ipsilateral kidney downwards. Perinephric hyperdense collection (relative to background mesenteric fat) tracking down the paracolic gutter into the pelvis is evident. (Figures 1- 4)

The left kidney and adrenal are unremarkable.

A diagnosis of right adrenal haemorrhagic myelolipoma was made and consequently patient was taken over by the urology team for expert/definitive management.

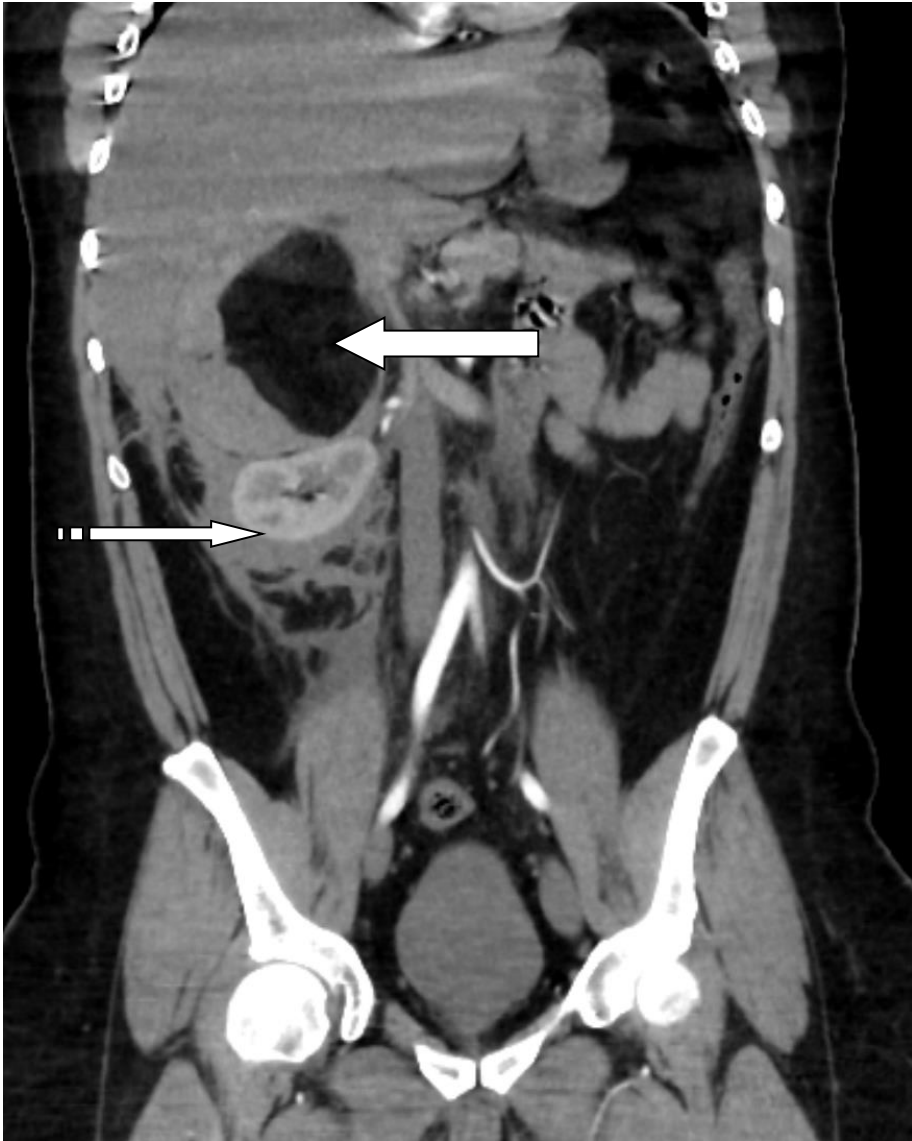


**Figure 1.** Non-contrast axial computed tomography of the abdomen showing a huge well-defined rounded retroperitoneal right suprarenal mass with fat and soft tissue components (arrow)





**Figure 2.** Contrast enhanced axial computed tomography of the abdomen showing haemorrhage around the kidney (striped arrow)



**Figure 3.** Contrast enhanced coronal reformatted computed tomography of the abdomen showing a huge well-defined rounded retroperitoneal right suprarenal mass with minimal enhancement of the soft tissue component (arrow) and haemorrhage around kidney (striped arrow)



**Figure 4.** Contrast enhanced sagittal reformatted computed tomography of the abdomen showing a huge well-defined rounded retroperitoneal right suprarenal mass with minimal enhancement of the soft tissue component (arrow) and haemorrhage around kidney (striped arrow)

## Discussion

Myelolipoma is a tumour with nebulous pathogenesis and the second most common tumour of the adrenal gland (Decmann *et al.*, 2018). Most myelolipomas are incidentally discovered on cross-sectional imaging. Large myelolipomas are more likely to cause mass effect symptoms, have haemorrhagic changes and undergo resection. Spontaneous tumour rupture

can occur more commonly in large myelolipomas measuring more than 10cm (Liu *et al.*, 2017; Decmann *et al.*, 2018).

Cases of spontaneous rupture of myelolipoma have been reported. The case under review is a typical case of spontaneous rupture, occurring in large tumours. Our patient's tumour measures 11.4 x 11.6cm and ruptured spontaneously resulting in massive intra-abdominal haemorrhage with syncopal attack. Similarly, Liu *et al* (2017), reported a case of spontaneous rupture of myelolipoma with shock in a male patient and subsequent en bloc surgical excision.

Retroperitoneal haemorrhages resulting from spontaneous rupture of myelolipoma are extremely uncommon and occur commonly with large tumours. The CT imaging appearance of the lesion is usually characteristic but with haemorrhage findings may be confusing. CT typically shows a well-margined adrenal lesion with fat-containing components, though lesions with mostly fat may be difficult to separate from surrounding retroperitoneal fat. The quantity of fat in myelolipoma varies and may vary from a few small regions in an otherwise mostly soft tissue density mass (10%) to masses made up of roughly equal components of fat and soft tissue (50%) or almost completely composed of fatty tissue (40%)(Joseph, 2006). Punctate calcification may be seen in about 25-30% of cases (Joseph, 2006; Craig *et al.*, 2009). Haemorrhage in the lesion is seen as areas of high CT attenuation and is commonly seen in large lesions (Routhier *et al.*, 2009).

Radiology plays a significant role in differentiation of adrenal tumours and cross-sectional imaging is the mainstay of imaging for identifying and assessing these tumours. Ultrasonography, CT and MRI are all effective in diagnosing more than 90% of adrenal myelolipoma based on identification of fat, with CT scan being the most sensitive(Kenney *et al.*, 1998; Daneshmand and Quek,2006). Myelolipoma is easy to recognize on CT or MRI because they contain areas of macroscopic fat. Adrenal myelolipomas are benign lesions with no currently recognized malignant potential (Kenney *et al.*, 1998). Small myelolipoma with characteristic imaging features does not require treatment or follow-up. In contrast, if imaging findings are equivocal, a percutaneous biopsy can be considered. Surgical resection should also be considered in symptomatic patients with large tumours, evidence of haemorrhage or tumour growth.

## Conclusion

Adrenal myelolipoma is usually asymptomatic rare tumours and can be diagnosed based on their imaging characteristics. Patients may present with radiographic haemorrhagic imaging changes, though, adverse events such as tumour rupture and acute retroperitoneal haemorrhage are extremely rare. Good knowledge of the imaging signature of myelolipoma is required to

establish the accurate diagnosis without exposing the majority of patients to the burden of clinical workup, interventions and imaging follow-up. The differential diagnoses of spontaneous intra-abdominal haemorrhage are many and myelolipoma, although rare, should be considered as well.

**Conflict of interest:** None declared among the authors.

### References:

1. Lam AK-yJE. Update on adrenal tumours in 2017 World Health Organization (WHO) of endocrine tumours. 2017;28(3):213–227.
2. Kaiser S, Sziranyi J, Gross D. Edgar Von Gierke (1877-1945) - Eponym of "Von Gierke Disease" and Double Victim of National Socialism. *Pathol Res Pract.* 2020;216(4):152696.
3. Pillay Y. Abdominal Wall Extra-Adrenal Myelolipoma, a Case Report and Review of the Literature. *J Surg Case Rep.* 2018;2018(4):rjy063
4. Hagenau F. Charles Oberling (1895-1960): A Herald of Modern Oncology. *Int J Surg Pathol.* 2003;11(2):109-15
5. Liu H-P, Chang W-Y, Chien S- T, Hsu C-W, Wu Y-C, Kung W-C et al. Intra-abdominal bleeding with hemorrhagic shock: a case of adrenal myelolipoma and review of literature. *BMC Surgery* 2017;17(1):74.
6. Lam K Y and Lo C Y; Adrenal lipomatous tumours: a 30 year clinicopathological experience at a single institution. *J Clin Pathol* 2001;54:707–712
7. Khater N and Khauli R; Myelolipomas and other fatty tumours of the adrenals. *Arab Journal of Urology* (2011) 9, 259-25.
8. Grumbach M.M. , Biller B.M. , Braunstein G.D. , Campbell K.K, Carne y J.A. , Godley P.A. , et al. Management of clinically inapparent adrenal mass ('incidentaloma') *Ann Intern Med*, 138 (2003), pp. 424-429
9. Kenney P, Wagner B, Rao P, Heffess C. Myelolipoma: CT and Pathologic Features. *Radiology.* 1998;208(1):87-95.
10. Murakami Y, Hotei H, Tsumura H, Kohmo N, Nakai S, Kado S, Masuda T. [A case of right adrenal myelolipoma diagnosed preoperatively and review of literature in Japan]. *Nihon Geka Gakkai Zasshi.* 1988;89(3):464-9.
11. Yildiz L, Akpolat I, Erzurumlu K, Aydin O, Kandemir B. Giant adrenal myelolipoma: case report and review of the literature. *Pathol Int.* 2000 Jun;50(6):502-4.
12. Patel VG, Babalola OA, Fortson JK, Weaver WL. Adrenal myelolipoma: report of a case and review of the literature. *Am Surg.* 2006 Jul;72(7):649-54.

13. Kraimps JL, Marechaud R, Levillain P, Lacour JF, Barbier J. Bilateral symptomatic adrenal myelolipoma. *Surgery*. 1992 Jan;111(1):114-7.
14. Decmann Á, Perge P, Tóth M, Igaz P. Adrenal myelolipoma: a comprehensive review. 2018;59(1):7–15.
15. Joseph K. T. Lee. *Computed Body Tomography with MRI Correlation*. (2006) ISBN: 9780781745260
16. Craig W, Fanburg-Smith J, Henry L, Guerrero R, Barton J. Fat-Containing Lesions of the Retroperitoneum: Radiologic-Pathologic Correlation. *Radiographics*. 2009;29(1):261-90.
17. Routhier J, Woodfield C, Mayo-Smith W. AJR Teaching File: Fat-Containing Retroperitoneal Mass Presenting with Acute Flank Pain. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;192(6 Suppl):S122-4.
18. Daneshmand E and Quek M.L Adrenal myelolipoma diagnosis and management, *Journal of Urology*, 2006, Vol 3 pp71-74

## Impacts Socio-économiques et Environnementaux de l'Exploitation des Ressources Ligneuses dans la Commune de Kétou au Sud-est du Bénin

*Rachad Kolawolé F. M. Ali*

Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p170](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p170)

Submitted: 17 March 2023

Accepted: 06 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Ali R.K.F.M. (2023). *Impacts Socio-économiques et Environnementaux de l'Exploitation des Ressources Ligneuses dans la Commune de Kétou au Sud-est du Bénin*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 170. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p170>

### Résumé

L'exploitation du bois pour satisfaire les besoins socioéconomiques (source d'énergie, de service et d'œuvre) ne fait qu'accroître au jour le jour avec des effets sur l'environnement dans la Commune de Kétou. La présente étude vise à évaluer les impacts socio-économiques et environnementaux de l'exploitation des ressources ligneuses dans la commune de Kétou. Pour atteindre cet objectif, l'approche méthodologique adoptée est basée sur la collecte des données, le traitement des données et l'analyse des résultats. La matrice de Léopold (1971) a été utilisée pour déterminer les sources d'impacts sur les composantes de l'environnement. La collecte des données a été réalisée en milieu réel et à travers la recherche documentaire dans divers centres de documentation. Les enquêtes ont été menées auprès de 134 personnes. Les résultats ont montré que pour les besoins en énergie, (25 %) des bois de feu proviennent des forêts et (75 %) viennent des champs appartenant aux privés. Le bois de feu demeure le combustible le plus utilisé par les ménages (95 %). Le charbon (65 %) produit issu de la transformation du bois vient en deuxième position comme combustible. La baisse du pouvoir d'achat, la chute des rendements agricoles due à l'irrégularité des pluies, à la pauvreté des terres cultivables de jachère ont poussé des paysans (85 %) et commerçants (25 %) de la Commune de Kétou à associer aux activités agricoles la vente du bois de feu et l'exploitation forestière. En effet, (98 %) des charbonniers interrogés se plaignent de façon récurrente de la fatigue, de la maladie de dos et de

courbature. Selon 100% des tradi-thérapeutes, la disparition progressive des espèces végétales les plus utilisés telles que : *Bombax costatum* *Manilkara multinervis*, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Isober linadoka*, *Daniellia olivera*, *Chlophora excelsa* fait penser à un drame.

---

**Mots-clés:** Kétou ; impacts environnementaux et socio-économiques ; exploitation des ressources forestières ; combustibles ; bois de feu

---

## **Socio-economic and Environmental Impacts of the Exploitation of Wood Resources in the Commune of Kétou in Southeastern Benin**

*Rachad Kolawolé F. M. Ali*

Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Benin

---

### **Abstract**

The exploitation of wood to meet socio-economic needs (source of energy, service and work) is only increasing day by day with effects on the environment in the Commune of Kétou. This study aims to assess the socio-economic and environmental impacts of the exploitation of wood resources in the municipality of Kétou. To achieve this objective, the methodological approach adopted is based on data collection, data processing and analysis of results. Leopold's matrix (1971) was used to determine the sources of impacts on the components of the environment. Data collection was carried out in a real environment and through documentary research in various documentation centers. The surveys were conducted with 134 people. The results showed that for energy needs, (25%) of firewood comes from forests and (75%) comes from fields belonging to private individuals. Firewood remains the fuel most used by households (95%). Charcoal (65%) produced from the transformation of wood comes in second place as fuel. The drop in purchasing power, the drop in agricultural yields due to the irregularity of the rains, the poverty of the cultivable fallow land have prompted farmers (85%) and traders (25%) in the Commune of Kétou to associate to agricultural activities the sale of firewood and logging. In fact, (98%) of the coal miners surveyed repeatedly complain of fatigue, back pain and aches. According to 100% of traditional therapists, the progressive disappearance of the most used plant species such as: *Bombax costatum* *Manilkara multinervis*, *Vitellaria paradoxa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Isober linadoka*, *Daniellia olivera*, *Chlophora excelsa* is reminiscent of a drama.

---



**Keywords:** Ketou; environmental and socio-economic impacts; exploitation of forest resources; fuels; firewood

## Introduction

La question de l'environnement est devenue une préoccupation majeure non seulement des pays développés mais aussi des pays en voie de développement (FAO,2016, p.23). La plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, dont le Bénin, sont confrontés à la dégradation forestière liée à la forte demande de l'énergie.

Au Bénin, la situation est très préoccupante, en effet, la demande en bois de feu augmente en fonction de la croissance démographique. Cela entraîne un déséquilibre de plus en plus aigu entre les ressources naturelles et les besoins accrus de la population qui est à la recherche d'une amélioration de ses conditions de vie (A. Fournier, 2011, p.5).

Dans la Commune de Kétou au sud-est du Bénin, l'exploitation des ressources ligneuses s'intensifie par sa forte demande pour des besoins énergétiques, artisanaux, etc. Dans cette commune le bois de chauffage est la principale source d'énergie des ménages ruraux et urbains (B. Sounon-Bouko, 2010, p.65). L'augmentation de la population engendre une occupation des espaces naturels autrefois réservés aux cultures. Les besoins en énergie amènent les populations surtout rurales à exploiter également les ressources naturelles forestières (A. Mama,2014, p.30). Par ailleurs, le mode de cuisson en bois de chauffe est estimé à (86,41 %) contre (10,54 %) en charbon de bois (Mairie Kétou, 2004, p.15).

Sur un autre plan, l'exploitation des ressources naturelles permet de compenser financièrement les rendements agricoles insuffisants. C'est dans le but de diversifier leurs sources de revenus en vue de mieux satisfaire les besoins de leurs ménages que la majorité des paysans s'adonnent au commerce des ressources ligneuses (J. Odjoubéré, 2014, p.35).

En général, la conduite de cette activité n'est pas sans conséquence sur les ressources naturelles et donc sur l'écosystème (B. Tenté, 1998, p.40). Eu égard à l'exploitation abusive constatée des ressources ligneuses, la gestion durable du bois-énergie devient un défi majeur pour le secteur forestier Béninois. Le potentiel forestier se réduit considérablement du fait des feux de brousse, de la consommation du bois de feu, de l'agriculture extensive, du déboisement, etc. La superficie déboisée chaque année au Bénin est estimée à une moyenne de 100000 Hectares (O. Arouna, 2002, p.30). Cette recherche vise à appréhender les impacts socio-économiques et environnementaux de l'exploitation des ressources ligneuses dans la forêt classée de la commune de Kétou au sud-est du Bénin.

## 1. Méthodologie

Le fond topographique IGN, 1992 images Landsat ETM, a été utilisé pour la réalisation des cartes de situation géographique du milieu d'étude; des grilles d'observation préalablement élaborées ont permis de bien mener les observations; des questionnaires ont permis de réaliser des enquêtes auprès des ménages pour mieux comprendre les impacts socio-économiques de la commercialisation du bois; des guides et un questionnaire d'entretien qui ont permis de réaliser une interview auprès des élus locaux, des notables et des personnes cibles.

Quant à la méthode utilisée, elle tourne autour de la collecte des données, du traitement des données et l'analyse des résultats. Les données démographiques, climatologiques, sociologiques, socioculturelles (initiation, rites et rituelles, religion et les ethnies), floristiques et socio-économiques (production agricole et l'exploitation du bois) sont collectées auprès de la population cible. Les informations collectées dans les centres de documentation sont complétées par les enquêtes de terrain à partir des interviews.

La méthode de choix raisonné a permis de choisir l'échantillonnage. Il est basé sur une représentation des différentes catégories socioprofessionnelles intervenant dans la chaîne de distribution et dans la commercialisation de bois dans la Commune de Kétou. Les critères sur lesquels les personnes interrogées sont choisies : être des usagers de la forêt ; être vendeurs du bois; être acheteurs du bois; être autorité locale dans toute la Commune de Kétou. Alors, après l'enquête exploratoire, la taille des usagers, des vendeurs et acheteurs sont connus, par arrondissement du secteur d'étude. La taille de l'échantillon par catégorie a été déterminée par la formule de Schwartz (1995). **Ainsi  $n = z^2 \cdot p \cdot (1-p) / e^2$** , avec **n** :taille de l'échantillon ; **z** : niveau de confiance de 95% et **z**=1,96 ; **p** : proportion des ménages des villages ; **e** : marge d'erreur (0,5). Au total 134 personnes ont été enquêtées sur une population ciblée de 410 exploitants de bois. Les enquêtes sur le terrain ont été réalisées en deux phases, à savoir : la phase exploratoire et la phase de l'enquête proprement dite. La phase exploratoire a permis de prendre connaissance davantage des acteurs qui interviennent dans la commercialisation, l'achat du bois. La seconde consiste à faire l'enquête auprès des populations cibles avec des techniques et des questionnaires appropriés.

### 1.1 Milieu d'étude

La Commune de Kétou est située à l'extrémité nord du département du plateau entre 7°10' et 7°41' de latitude nord, et entre 2°24' et 2°47' de longitude est (IGN et CENATEL, 1963). Elle couvre une superficie de 2183Km<sup>2</sup>, soit 1,58% du territoire national et 54,38% du département du Plateau. Elle est limitée au nord par la Commune de Savè, au sud par la

Commune de Pobè, à l'Ouest par les Communes de Ouinhi et de Zangnanado et à l'est par la République fédérale du Nigéria. Ces arrondissements (05) sont subdivisés en 79 villages et 19 quartiers de ville. Le chef-lieu de la Commune est Kétou centre situé à 138 km de Cotonou, capitale économique du Bénin. La figure1 présente la Situation géographique de la Commune de Kétou.

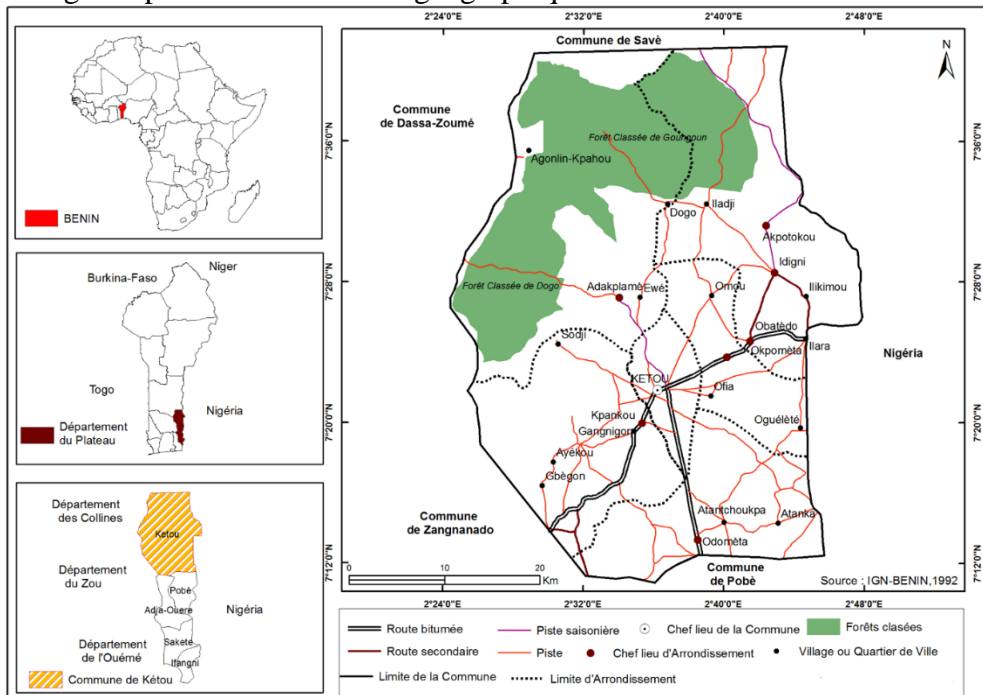


Figure 1. Situations géographique et administrative de la Commune de Kétou

## 1.2 Techniques et outils de collecte des données

Les techniques utilisées pour recueillir les informations relatives aux impacts économiques et environnementaux de l'exploitation du bois sont : L'observation directe et des entretiens qui ont permis d'échanger directement avec les autorités locales, les forestiers, les agents de CeCPA pour avoir des informations sur le sujet de recherche ; dans le secteur d'étude ; La Méthode Active de Recherche Participative(MARP), qui consiste à s'intéresser d'abord aux réalités quotidiennes des acteurs enquêtés. Elle a pour objectif la collecte des informations relatives aux objectifs fixés. La collecte des informations d'ordre générale est faite grâce aux questionnaires. En outre, les outils utilisés pour collecter les informations sont des questionnaires, des guides d'entretien.

## 1.3 Traitement des données

Le traitement des données a consisté dans un premier temps à regrouper les coordonnées géographiques enregistrées. Les informations ont été vérifiées pour s'assurer que toutes les coordonnées géographiques enregistrées ont été

prises en compte, elles sont harmonisées et classées selon les différents espaces visités dans chaque arrondissement enregistré. Dans un second temps les données recueillies, ont été codifiées et regroupées, selon des catégories des informations collectées ; puis les résultats sont intégrés dans l'ordinateur pour être traités (les coordonnées prises à l'aide du GPS sont saisies ; les figures et les tableaux ont été réalisés pour servir d'illustration) au moyen logiciel Arcgis 10.8 et du tableur Excel 2013.

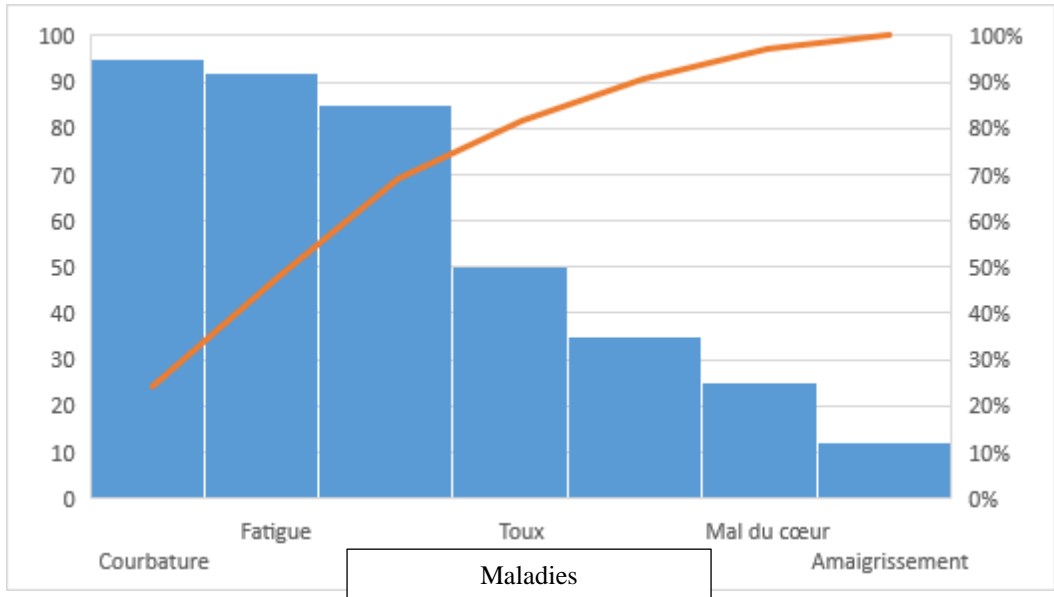
#### **1.4 Analyse des résultats**

La matrice de Léopold (1971), a permis de faire ressortir les sources d'impact des activités sur les composantes de l'environnement. Les composantes environnementales consistent à mettre l'accent sur les impacts et sur les différentes composantes du milieu naturel et humain. L'intersection entre les sources d'impacts et les composantes du milieu détermine la nature de l'impact qui est désignée par les signes plus (+), moins (-) indiquant respectivement les impacts positifs, négatifs.

## **2. Résultats**

### **2.1. Impacts sociaux**

Dans la commune on dénombre quatre grandes catégories de d'exploitation des ressources ligneuses, à savoir : les exploitants du bois de feu, les exploitants pour la carbonisation, les exploitants à usage artisanal et les exportateurs du bois. 95 % des charbonniers sont exposés à la chaleur et à la fumée. La carbonisation exige d'eux d'importantes dépenses d'énergie musculaire, de la coupe de l'arbre jusqu'à la mise en sac du charbon. En effet, 98% des charbonniers interrogés se plaignent de façon récurrente, des douleurs de dos et de courbature. Ce qui à la longue peut entraîner des pathologies telles que la hernie, le mal du cœur et la toux. Chez les charbonniers perfectionnés, il a été observé un amaigrissement prononcé dû à leur exposition à la chaleur entraînant une déshydratation prononcée. Les répercussions de cette activité observées sur leur santé sont présentées par la figure 2.



**Figure1**

Les charbonniers de la commune de Kétou souffrent essentiellement de trois types de maladies à savoir la courbure (95 %), de la fatigue (92 %) et des brûlures graves (85 %). Malgré ces maladies auxquelles ses acteurs sont exposés, ils continuent d'exercer cette activité parce qu'elle leur permet de subvenir à leurs besoins fondamentaux.

La population de Kétou fait recours aux ressources forestières pour satisfaire ses besoins notamment dans le domaine de : l'alimentation, la médecine, l'énergie, l'artisanat, et des cérémonies rituelles. Les besoins des services écosystémiques sont plus sollicités (figure3).

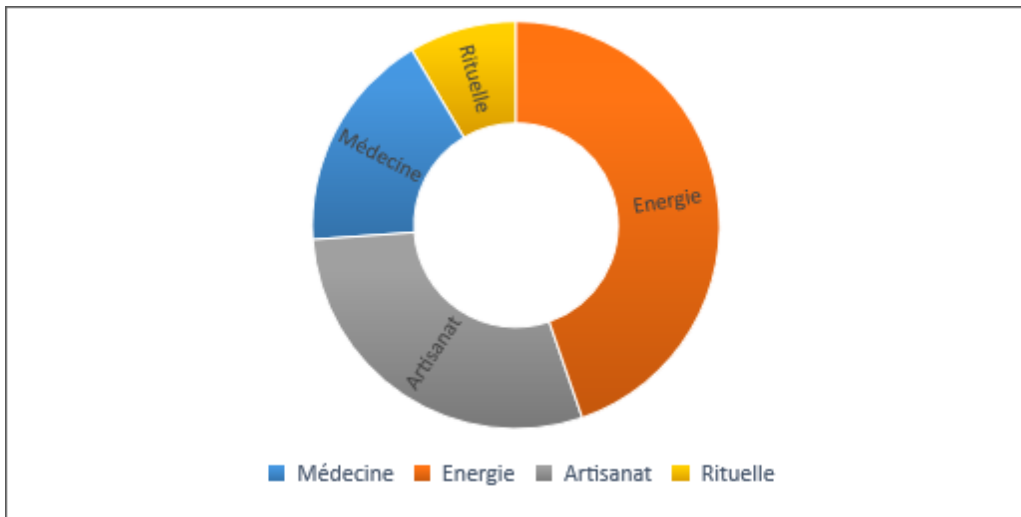


Figure2

Les ressources ligneuses fournissent de nombreux services écosystémiques aux exploitants dans plusieurs domaines notamment en médecine, en énergie, en artisanat etc. Les organes issus de ces ressources sont utilisés en médecine pour traiter diverses pathologies, ils sont également exploités comme bois de chauffe et aussi pour la fabrication de divers objets artisanaux. La plupart des organes et des objets artisanaux issus sont destinés à la vente. Ainsi, toutes les formes d'activités issues de l'exploitation des ressources ligneuses sont génératrices de revenus pour les exploitants et pour la population du milieu de recherche. Le système d'exploitation utilise à la fois des mains d'œuvre locales et externes (ramasseur et chargeur des bois de feu, conducteurs, etc.). Les exploitants du bois sont des femmes et des hommes dont les tranches d'âge sont comprises entre 20 et 60 ans (figure4).

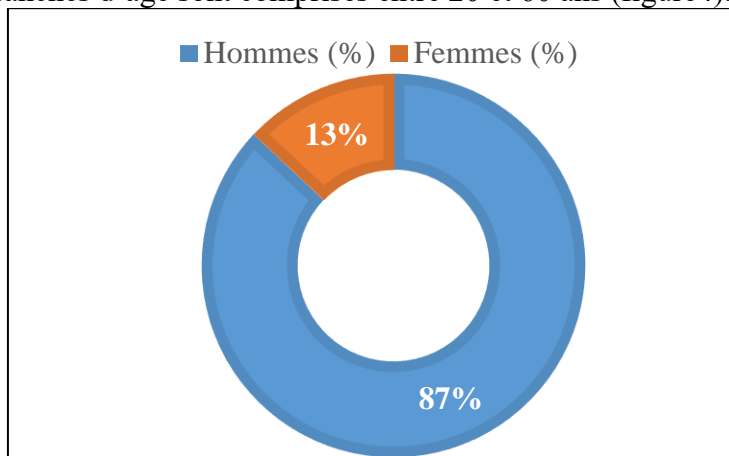


Figure3

Dans la commune de Kétou, les ressources forestières sont plus exploitées par les hommes que les femmes. Ceci traduit le fait que l'exploitation des ressources ligneuses dans cette commune est beaucoup plus orientée vers le bois d'œuvre (bois utilisé dans la construction des maisons etc.). Les tranches d'âge des exploitants du bois sont présentées par la figure 5.

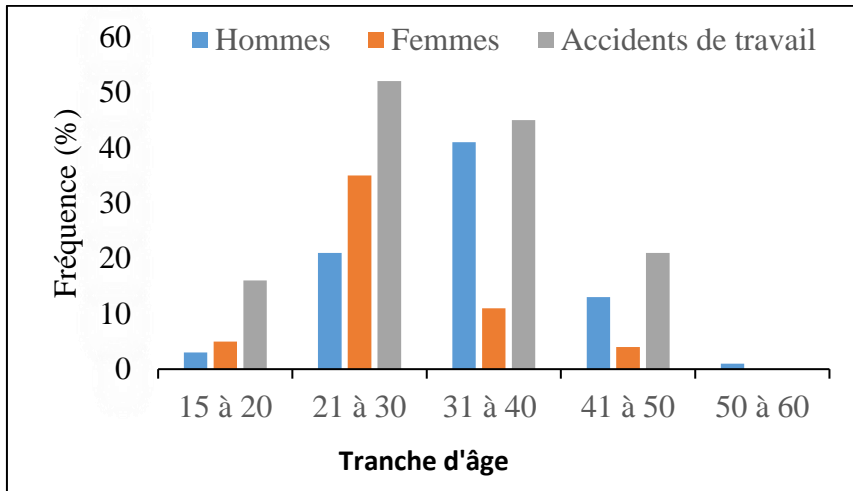


Figure 4 parfois accidentés, février 2022

Dans la commune de Kétou, les tranches d'âge qui font plus d'accident dans cette activité d'exploitation forestière sont de 21 à 30 d'une part et de 31 à 40 d'autre part. Les moins exposés aux accidents sont les tranches d'âges de 50 à 60 et de 41 à 50 ans.

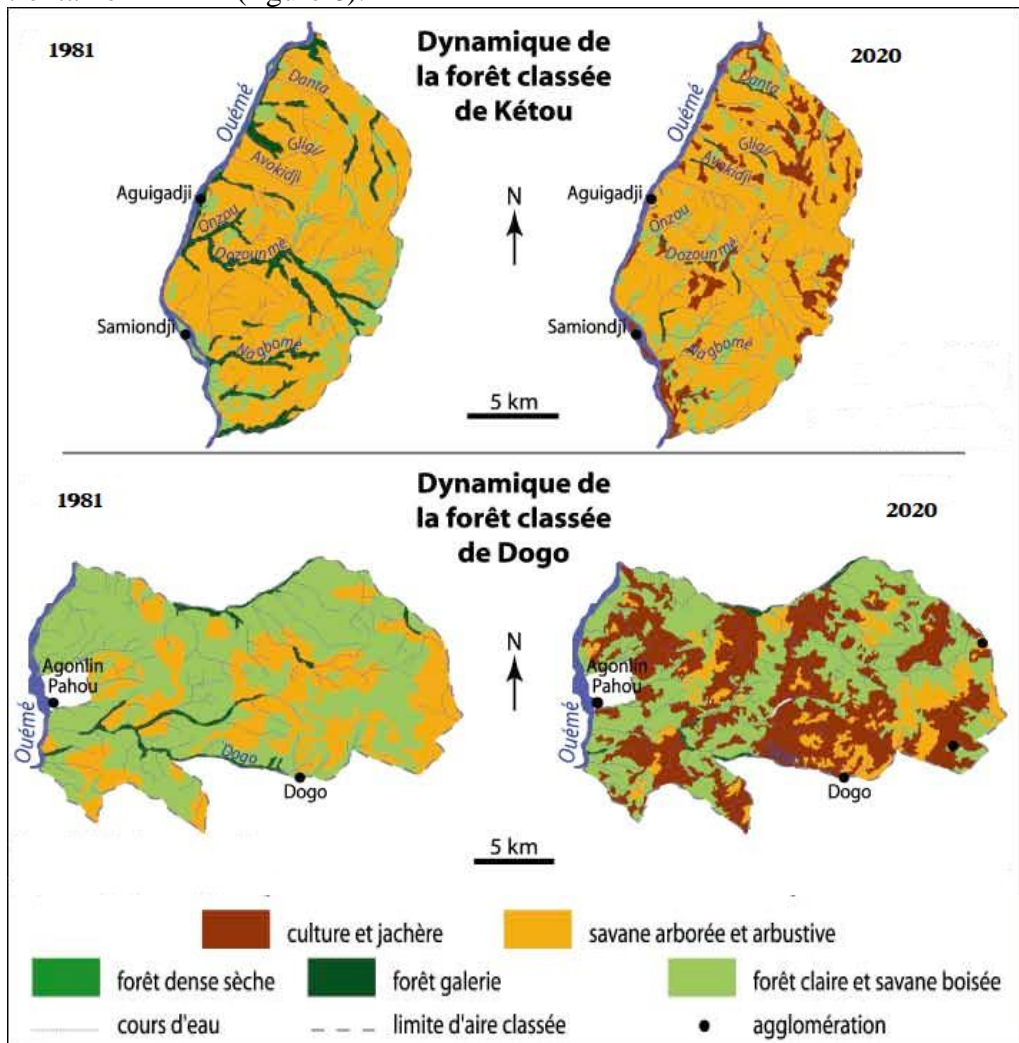
#### a. Impacts économiques

L'exploitation du bois permet aux propriétaires terriens notamment ceux d'Idigny de satisfaire leurs besoins financiers et fondamentaux. Il participe également à l'enrichissement du budget communal (15 %) à travers les taxes prélevées par les autorités locales. En dehors de ses besoins, la forte demande du bois, a des retombées positives et négatives. Premièrement, elle génère aux exploitants (72 %) plus de (50 %) de revenus qui leur permettent de s'acquitter de leurs obligations personnelles. Deuxièmement, la consommation du bois de feu contribue à la diversification des activités génératrices de revenus et aux renforcements économiques des paysans à travers la vente des fagots de bois, la fabrication et la vente du charbon de bois. Selon les enquêtés (90 %), un individu peut vendre 2000 FCFA à 4000 FCFA de fagots par jour. Quant à la fabrication et la vente de charbon, elles sont à une étape embryonnaire dans la Commune. La valeur annuelle que procurent ces ressources à travers leurs usages est estimée à deux cent trente millions francs (230.000000 FCFA) (Mairie-Kétou, 2004, p. 24). La commercialisation

des produits issus du bois permet aux populations de s'améliorer économiquement tout en comblant leurs besoins fondamentaux. Les ressources financières obtenues après commercialisation des produits servent à l'alimentation, à la scolarisation des enfants etc.

### b. Evolution des forêts classées de 1981 à 2020 à Kétou

La commune de Kétou dispose deux grandes forêts classées, il s'agit de : la forêt classée de Kétou et la forêt classée de Dogo. Les différentes unités d'occupation de ces forêts connaissent une forte régression depuis environ une trentaine d'année (figure 6).

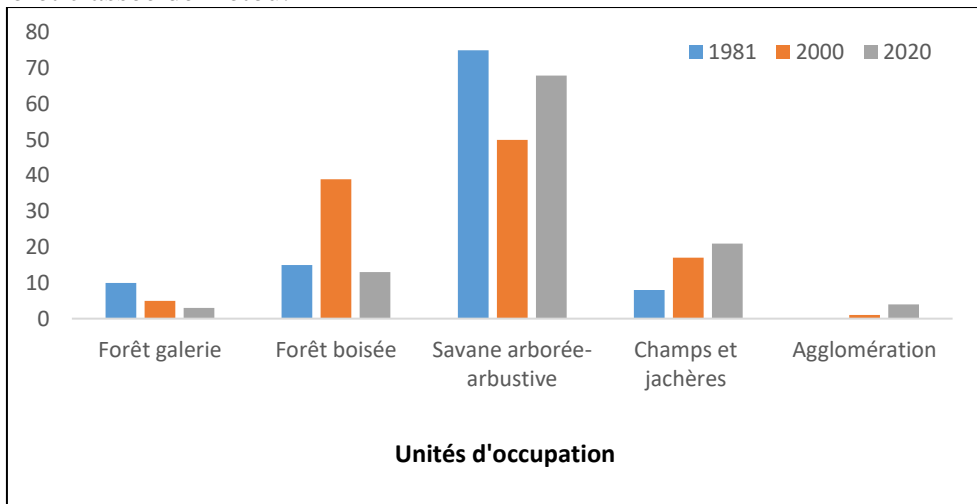


**Figure 6.** Occupation du sol dans les forêts classées de Kétou-Dogo en 1981 et 2020  
Source : Institut de Géographie National du Bénin, 1998

De l'analyse de la figure 6, il ressort que, les unités d'occupation du sol des forêts classées de Dogo-Kétou sont entre autres : les forêts denses

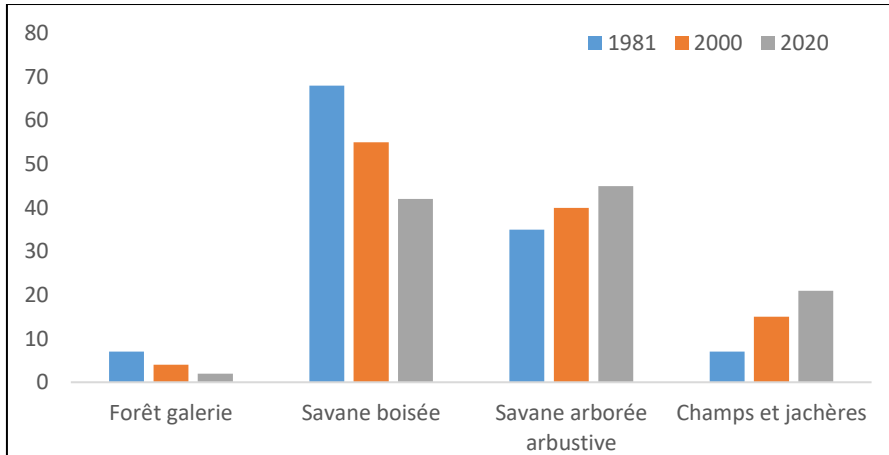


sèches, forêt galerie, forêt claire et savane boisée, savane arborée et arbustive, culture et jachère. De 1981 à 2020 il est constaté une dynamique régressive des forêts denses sèches, des forêts galeries, des forêts claires au profit des cultures et jachères. Cette régression est due principalement à l'évolution de la population qui, dans le souci de satisfaire les besoins quotidiens prennent d'assaut les ressources ligneuses de ces forêts (Dogo-Kétou). L'exploitation de ces ligneux sont parfois en déphasage avec leur capacité de régénération ce qui explique leur disparition progressive au profit des cultures de champs et jachères. La figure 7, présente la dynamique d'occupation du sol au sein de la forêt classée de Kétou.



**Figure 7.** Dynamique de l'occupation du sol dans la forêt Classée de Kétou (11000ha) de 1981 à 2020, février 2022

L'analyse de cette figure, révèle que, les unités d'occupations entre 1981 et 2020 sont principalement les forêts galeries, les forêts boisées, les savanes arborée-arbustive, les champs et jachères et les agglomérations. Ces unités d'occupations (forêt galerie et forêt boisée) ont régressées au fil du temps au profit des champs et jachères et des agglomérations entre 1981 et 2020. Il en résulte que de forte pression est exercée sur les ressources ligneuses de 1981 à 2020 ce qui traduit leur dynamique régressive. La figure 8, présente la dynamique de l'occupation du sol dans la forêt classée de Dogo.



**Figure 8.** Dynamique de l'occupation du sol dans la forêt Classée de Dogo (31850ha) entre 1981et 2020, février 2022

L'analyse de la figure 8, révèle que, les superficies des unités d'occupations du sol ont changé au fil des années. Ainsi, dans le secteur d'étude, les savanes boisées et les forêts galeries sont remplacées progressivement en savanes arbustives, bien en champs et aussi en jachères. Ces champs et jachères ne bénéficient que de quelques arbres fruitiers (*manguier, oranger*). Quant à la forêt galerie, elle est réduite parfois à quelques gros arbres entourés d'arbres et d'arbustes. Ce déséquilibre conduit sûrement à l'insécurité alimentaire. La forte régression des forêts galeries et des savanes boisées dans toutes les deux forêts s'expliquent par la dégradation continue des formations naturelles au détriment des formations anthropiques pendant une période de 40 ans. Sur les deux forêts classées. Cette régression observée dans ces unités d'occupation sont les conséquences de la diminution progressive et continue des ligneux dans ces deux forêts (photo1).



**Photo 1.** Destruction d'un espace à Adakplamé au profit de la recherche du bois, **Prise de vue :** Tchangoniya, janvier 2022

L'examen de la photo 1 montre que de vastes espaces dans la Commune de Kétou sont dégradées. Presque tous les bois sont coupés pour faire le feu et/ou le champ. Ainsi, par la coupe du bois, les populations s'approvisionnent en bois, ce qui entraîne la déforestation et la migration des animaux vers les pays voisins. Le tableau suivant présente la matrice de Léopold 1971 avec les sources d'impact.

**Tableau I.** Matrice de Léopold (1971), Kétou, février 2022

<b>Composante de l'environnement</b>	Air	Eau	Sol	Flore	Faune	Santé	Economie locale
<b>Source de l'impact</b>							
Agriculture	-	-	-	-	-	-	+
Carbonisation	-	-	-	-	-	-	+
Bois d'œuvre et bois de chauffe	-	-	-	-	-	-	+
Transhumance	-	-	-	-	-	-	+
Recherche de plante médicinale	-	-	-	-	-	+	+

**Source :** Enquêtes de terrain et traitement, février 2022

**Légende :** - négatif + positif

L'analyse du tableau I, révèle que toutes les activités liées à l'exploitation du bois ont des impacts négatifs sur les composantes de l'environnement. L'agriculture contribue énormément à la raréfaction de certaines ressources ligneuses du fait des pratiques agricoles. L'utilisation des intrants pollue l'eau et le sol du milieu de recherche. Les cultures itinérantes sur brûlis et la coupe systématique des arbres et arbustes lors du défrichage des champs sont des actions qui dégradent les sols et la végétation. La carbonisation, la recherche de plantes médicinales, de bois d'œuvre et bois de chauffe sont autant des activités qui ont des impacts sur les composantes de l'environnement. Ces activités n'ont d'impact positif que sur l'économie locale et sur la santé pour la recherche de plante médicinale. L'augmentation des activités économique à travers l'exploitation des ressources ligneuses dans le secteur de recherche permet de lutter contre la pauvreté et de réduire considérablement à la baisse le taux de chômage, car elle constitue une source de revenus à de nombreuses personnes du secteur de recherche. Les organes de certaines espèces ligneuses sont utilisés par les populations du milieu de recherche comme médicament traditionnel pour traiter quelques maladies. Le tableau suivant présente les espèces utilisées comme plante médicinales dans la commune de Kétou.

Espèces	Maladies traitées	Organes utilisés	Eléments d'association	Mode de préparation	Voie d'administration	Dosage d'utilisation	Durée d'utilisation
<i>Spondias mombin</i>	Toux, Fièvre	Feuilles	Eau+Citron	Décoction	Orale	Verre à bambou	72h
<i>Khaya senegalensis</i>	Paludisme, Maux d'estomac	Ecorce, Racines	Eau	Décoction	Orale	Verre à bambou	72h
<i>Uvaria chamae</i>	Anémie, Fièvre	Ecorce, Racine	Eau	Décoction	Orale	Verre à bambou	72h
<i>Ceiba pentandra</i>	Asthme	Ecorce, Feuille	Eau+kaolin	Décoction, Trituration	Orale	Verre à bambou	72h
<i>Azadirachta indica</i>	Paludisme, fièvre, ulcères cutanés	Feuilles	Eau	Décoction	Orale	Verre à bambou	72h
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Toux	Feuilles	Eau	Trituration	Orale	Verre à bambou	72h
<i>Heliotropium indicum</i>	Hypertension	Feuilles	Kaolin	Trituration	Orale	Verre à bambou	72h
<i>Moringa oleifera</i>	paludisme	Feuilles	8 citrons+ <i>allium cepa</i>	Macération	Orale	Petit verre	Jusqu'à guérison
<i>Jatropha curcas</i>	Toux, Lèpre	Ecorce, Sève, Feuille	Eau	Décoction	Bain de siège	Verre à bambou	72h
<i>Dialium guineense</i>	Paludisme	Feuilles	huile de noix de palme	Pilage	Orifice	Cuillerée	Jusqu'à guérison
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Maux de tête, Rhume, paludisme	Feuilles	<i>Aframomum sceptrun+alcool +sel</i>	Calcination	Orale	Verre à bambou	1 à 2 semaines
<i>Kigelia africana</i>	Anémie, lèpre	Feuilles	<i>Rodognaphalon brevicupe</i>	Décoction	Orale	Verre à bambou	72h

<i>Crescentiva cujete</i>	diabète	Feuilles	eau+ <i>Newbouldia leavis</i>	Décoction	Orale	Verre à bambou	1 à 2 semaines
<i>Annona sénégalensis</i>	Sinusite, Toux	Feuilles	3 caolin+huile rouge	Pilage	Massage	Cuillerée	72h
<i>Terminalia glaucescens</i>	Bûlures, Ulcères	Racine	<i>Ricinus communis</i> <i>Chamaecrista mimosoides</i>	Décoction	Orale	Verre à bambou	72h

**Tableau II.** Espèces utilisées en médecine traditionnelle  
**Source :** Enquêtes de terrain et traitement, février 2022

L'analyse du tableau révèle que les espèces les plus utilisées comme plante médicinales dans le milieu de recherche sont entre autres *Spondias mombin*, *Khaya senegalensis*, *Uvaria chamae*, *Ceiba pentandra*, *Azadirachta indica*, *Pterocarpus erinaceus*, *Heliotropium indicum*, *Moringa oleifera*, *Jatropha curcas*, *Dialium guineense*, *Pentaclethra macrophylla*, *Kigelia africana*, *Crescentiva kujete*, *Annona sénégalensis* et *Terminalia glaucescens*. Les organes de ces espèces (feuilles, écorce, racine, sève etc.) sont utilisés en association avec d'autres éléments (eau, citron etc.) pour traiter traditionnellement quelques maladies telles que la toux, la fièvre, le paludisme, les brûlures, les ulcères, la sinusite, le diabète, l'anémie, le rhumatisme et l'hypertension etc. Les modes de préparation (décoction, trituration, macération, pilage etc.) et voie d'administration (Orale, orifice, bain, massage etc.) varient en fonction de la maladie traitée.

### 3. Discussion

Dans la commune de Kétou, l'exploitation des ressources ligneuses se fait à travers plusieurs types d'activités qui sont, la carbonisation, la recherche de plantes médicinales, de bois d'œuvre et bois de chauffe etc. Ces ressources sont exploitées de façon anarchique en raison de la croissance démographique et de quelques activités socioéconomiques. Au nombre de ses activités socioéconomiques figurent : l'agriculture, l'exploitation forestière, la transhumance etc. Les produits issus ou organes de ces ligneux sont commercialisés. Les revenus servent à la satisfaction des besoins fondamentaux et à l'amélioration des conditions socioéconomiques des populations. Les activités pratiquées dans ce sens contribuent énormément à la raréfaction des ressources ligneuses de la commune de Kétou. Ces résultats sont en concordance avec les résultats de C. Houndagba *et al.*, (2003, p.1). Au Bénin la destruction des ressources ligneuses a évolué à un rythme assez inquiétant, par ses cultures, ses exploitations forestières et l'extension de l'élevage conquiert une partie de l'espace. De même, les ressources forestières n'ont pas cessé de subir de fortes pressions pour plusieurs raisons en dépit de leur statut de forêts classées (M. Boko, 2007, p.3). Allant dans le même sens, E. Mbayngone et A. Thiombiano (2011, p.194) affirme que les causes de ces impacts sont : les feux de brousse, la croissance démographique, le pâturage, l'exploitation abusive du bois frais et la non responsabilisation de la population riverain. Par ailleurs, la FAO (2010, p.5) affirme qu'au Bénin le couvert végétal se dégrade progressivement avec 70 milles hectares de forêt défrichés chaque année du fait des agressions de l'agriculture, de l'élevage, de l'exploitation forestières incontrôlée et des feux de brousse.

Pour CeRGeT (2011, p.7), la forêt de Dogo est marquée par une forte emprise humaine et des occupations humaines. Les superficies non négligeables occupées par les populations riveraines sont transformées en zone agricoles et d'habitations ; d'importantes strates forestières sont déboisées. Les facteurs qui contribuent à la dégradation des forêts classées de Dogo-Kétou sont la recherche effrénée de bois d'énergie et ses dérivées et le développement de la carbonisation F. B. Enonzan (2010, p.6). De même, S. Biau et al., (2019, p.4) affirment que l'anthropisation des écosystèmes forestiers est devenue un problème environnemental majeur qui impacte la biodiversité.

Dans ce contexte de changement global, les modifications spatio-temporelles de l'occupation de sol et plus spécifiquement celle de la végétation sont devenues des indicateurs qui permettent d'évaluer la santé des écosystèmes (A. Oussen, 2012, p.11). Pour B. Fangnon *et al.*, (2013, p.274) dans leur étude sur la pression démographique et dégradation de l'environnement dans le département du couffo au Bénin montrent que les diminutions très prononcées surtout au niveau des galeries forestières, des

savanes arborées et arbustives témoignent du degré de perturbation des formations végétales. Les résultats de l'étude montrent que l'espace naturel disparaît avec le temps. Les zones de cultures augmentent avec l'évolution de l'effectif de la population. Les auteurs ont montré que la croissance démographique et l'anthropisation sont les facteurs déterminants de la dégradation du paysage aussi bien que de la biodiversité.

Depuis que les communautés agricoles ont une connaissance plus ou moins correcte de la technique de carbonisation, les campagnes subissent une sévère agression due au déboisement dont la conséquence immédiate est la disparition progressive d'énormes espèces ligneuses qualifiées pour le charbon de bois à savoir : (*Terminalia marcroptéra* ; *Burkea africana* ; *Anogeissus leiocarpus*). En outre, les espèces ligneuses les plus recherchées parmi les combustibles sont : *Anogeissus leiocarpus*, *Kaya senegalensis*, *Afzelia africana*, *Prosopis africana*, *Burkea africana*. Plusieurs auteurs tels que J. Oloukoï et al. (2006), K. Kokou et N. Sokpon, (2006), Y. Barima et al. (2009), E. Agossou (2011, p.10), ont montré l'évolution régressive des formations végétales, des aires protégées, observée ces dernières années, et qui est due aux actions anthropiques.

Ces dégradations dues aux actions anthropiques sont relatées par les résultats de recherches de L. Houessou (2012,p.8), sur l'étude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin, de A. Hounhinto (2011,p.12) sur l'étude de la consommation de bois de teck des plantations privées: formes de consommation, attentes et perceptions des consommateurs dans les Communes de Toffo, Tori-Bossito et Zè (Département de l'Atlantique Sud-Bénin) et A. Mama (2014,p.6) sur la déforestation, la savanisation et le développement agricole des paysages de savanes forêts dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. Pour ces auteurs la déforestation ne serait pas maîtrisée au Bénin tant qu'une solution de gestion durable des forêts n'est pas trouvée.

## Conclusion

La destruction des ressources ligneuses de la commune de Kétou est due à plusieurs activités qui expliquent les tendances observées dans cette dernière. Il s'agit entre autres des activités liées à l'extension de l'agriculture, la carbonisation, l'exploitation forestière et l'élevage. L'exploitation des ressources ligneuses des forêts de la Commune de Kétou profite aux hommes qu'aux femmes. L'exploitation des ressources ligneuses dégrade les forêts et accentue les effets des changements climatiques tels que la chaleur. Cette recherche montre que les forêts classées de la Commune de Kétou sont en régression due à l'exploitation des ressources ligneuses qu'elles disposent. D'où la régression des formations naturelles au détriment des formations anthropiques. L'activité de l'homme (agriculture itinérante, incendies,

pâturage, exploitation du bois énergie (bois de feu et charbon de bois et du bois d'œuvre, etc.) est devenue le premier facteur de perturbation des formations végétales dans les aires classées. Les effets du surpâturage sont nettement perceptibles en saison sèche. Les fortes charges provoquent le tassement du sol et l'infiltration devient difficile, favorisant un ruissellement linéaire des eaux que l'on observe en saison des pluies. Par ailleurs l'émondage incontrôlé des ligneux fourragers tels que *Khaya senegalensis*, *Azizelia africana*, *Pterocarpus erinaceus* va conduire à long terme à la disparition de ces derniers. Pour mieux conserver ces ressources ligneuses il faut donc une gestion participative entre les structures étatiques forestières et la population de la Commune de Kétou.

### References:

1. AROUNA Ousséni (2002) : *L'exploitation des ressources biologiques et la dynamique de la forêt classée de l'Alibori Supérieur (Secteur de l'arrondissement de Bagou)*. Mémoire de maîtrise de géographie, Flash/UAC, 114 p.
2. AROUNA Ousséni (2012) : Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin: implications pour l'aménagement du territoire, Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, p.246
3. AGOSSOU Esseh (2011) : Etude de la micro faune mammalienne de l'îlot forestier sacré Hlan à colobe de Dohoué (Zogbodomey). Mémoire de maîtrise, FLASH/UAC, 82 p.
4. BARIMA Yao Sabas, BARBIER Nicolas, BAMBA Issifou et TRAORE Doulo (2009) : Dynamique paysagère en milieu de transition forêt-savane ivoirienne. Bois et forêts des tropiques, 299 (1), pp.15-25.
5. BIAOU Séverin, GOUWAKINNOU Gérard Nounagnon, HOUETO Felix et KOHOMLAN Awessou (2019) : Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol de la forêt classée d'Ouénou-Bénou au Nord Bénin, 22 p.
6. CeRGeT (2011) : Réalisation de l'étude de référence sur la diversité biologique des massifs forestiers des trois rivières, de Sota, de Goungoun, de Dogo-Kétou, de l'Ouémé supérieur- N'dali. Rapport final, 139 p.
7. BOKO Marcellin Bankolé (2007) : Dynamique de l'occupation du sol et gestion des ressources forestières ligneuses en contexte de décentralisation : cas de la commune de Kétou, 90 p.
8. DIOP Mamadou (2011) : L'arbre et la forêt. Usages, préférences, représentations et croyances chez les populations riveraines de la Forêt



- Classée de Patako (région de Fatick, Sénégal). Thèse, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 200p.
9. BOSSOU Benjamin (2001) : Contribution à l'aménagement de la forêt classée de Dogo-Kétou: Structure et dynamique des différents groupements végétaux et périodicité de coupe. Mémoire de DESS, aménagement et gestion des ressources naturelles, option : sciences et techniques forestières. FSA/UAC,159 p.
  10. ENONZAN Folohoun Bibiane, (2010) : Utilisation de la télédétection et des SIG dans la gestion durable des aires protégées : Cas de la forêt classée de Dogo-Kétou au Bénin. Mémoire pour l'obtention du DESS, 65 p.
  11. FANGNON Bernard, BABADJIDE Charle, GONZALLO Germain et TOHOZIN Antoine (2013) : Pression démographique et dégradation de l'environnement Dans le département du couffo au Bénin. Revue de géographie du Laboratoire Leïdi. ISSN0051-2515N°11, p.276
  12. FAO, (2016) : Situation des forêts du monde, Forêts et agriculture : défis et possibilités concernant l'utilisation des terres. Rome,138p.
  13. FAO (2010) : Foresterie communautaire : un examen de dix ans d'activités. In Organisation des Nations pour l'alimentation et l'agriculture. Rome,21p.
  14. FOURNIER Agnès (2011): *Consequences of wooded hrienerituals on vegetation conservation in West Africa: a case study from the Bwaba cultural area (West Burkina Faso)*. *Biodivers-Conserv*,20: pp.1895-1910.
  15. HOUNDAGBA Jean Cossi, TENTE Brice, AGOSSOU Hugues, GUEDOU Raoul, (2003) : Dynamique des forêts classées dans le cours moyen de l'Ouémé au Bénin : Kétou, Dogo et Ouémé-Boukou. Ouvrage issu du séminaire de Parakou(Bénin), 14-19 Avril 2003, pp.370-380.
  16. HOUSSOU Laurent (2012) : Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. Publication *Research gate* 12p.
  17. HOUNHINTO Alexis (2011) : Etude de la consommation de bois de teck des plantations privées : formes de consommation, attentes et perceptions des consommateurs dans les Communes de Toffo, Tori-Bossito et Zè (Département de l'Atlantique Sud-Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UAC, Bénin, 92p.
  18. INSAE (2013) : Recensement général de la population et de l'habitation, 4<sup>ème</sup> édition, 85p.
  19. KOKOU Kouassi et Sokpon Nestor (2006) : Les Forêts sacrées du couloir du Dahomey. Bois et forêts des tropiques n°288 (2), pp.15-23.

20. MAMA Adi (2014) : Déforestation, savanisation et développement agricole des paysages de savanes forêts dans la zone soudano-guinéenne du Bénin, Bois Forêt *Tropicultura*.322, 4, pp.1-11.
21. MBAYNGONE Elisée et THIOMBIANO Adjima (2011) : Dégradation des aires protégées par l'exploitation des ressources végétales : cas de la réserve partielle de faune de Pama Burkina-Faso (Afrique de l'Ouest). Article original, Fruits 2011, vol.66, pp.187-202
22. ODJOUBERE Jules (2014) : Pressions sur les espèces végétales ligneuses de la série de protection des Monts Kouffè au Bénin. Thèse de Doctorat Unique, École Doctorale Pluridisciplinaire, FLASH/UAC, Bénin, 168p.
23. OLOUKOI Joseph, Mama Joseph Vincent et Agbo Fulbert Bernadin (2006) : Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le Département des Collines au Bénin, Télédétection 6 (4):pp.305-323.
24. SOUNON-BOUKO Bio (2010) : Colonisation agricole et dégradation du couvert végétal dans le secteur de Wari-Marou-Igbomako au Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 198p.
25. TENTE Brice (1998) : *Dynamique de l'occupation du sol de la forêt classée de Kétou*. Mémoire de maîtrise de géographie, Flash/UA



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **First Data of the Ichthyological Fauna in the Bandama River at the Lamto Scientific Nature Reserve (Côte d'Ivoire, West Africa)**

***Adou Yedehi Euphrasie***

Research Unit on Ecology and Biodiversity,  
Laboratory of Ecology and Sustainable Development,  
Nangui Abrogoua University, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Blahoua Kassi Georges***

Research Unit on Hydrobiology,  
Laboratory of Natural Environments and Biodiversity Conservation,  
Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Yeo Kolo***

***Konate Souleymane***

***Tiho Seydou***

Research Unit on Ecology and Biodiversity,  
Laboratory of Ecology and Sustainable Development,  
Nangui Abrogoua University, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Barot Sébastien***

Sorbonne University, UMR 7618 IEES-Paris  
(IRD, CNRS, Université Paris Diderot, UPEC, INRA)

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p190](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p190)

---

Submitted: 25 February 2023

Accepted: 21 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Adou Y.E., Blahoua K.G., Yeo K., Konate S., Tiho S. & Barot S. (2023). *First Data of the Ichthyological Fauna in the Bandama River at the Lamto Scientific Nature Reserve (Côte d'Ivoire, West Africa)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 190.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p190>

---

### **Abstract**

Fish species composition and organization of the Bandama River at the scientific nature reserve of Lamto have been investigated for the first time. The study was conducted from March 2021 to February 2022. Gillnets and traps were used to collect fish. A total of 41 species belonging to 35 genera, 13 families, and 5 orders were captured. The best-represented orders were the Siluriformes with 5 families and 11 species and the Perciformes with 3

families and 14 species of fish. The Cichlidae, Mormyridae, and Alestidae represented the best diversified family with 13, 5, and 5 species respectively. This study also showed a decrease in the average size of individuals of the main species retained, which could reflect overexploitation of the stocks. The Shannon index (2.21 bits/ind.) and equitability (0.58) values obtained reflect a more or less distribution of individuals by species. These results will make it possible to establish a database for the conservation of this fish population and its habitat.

---

**Keywords:** Ichthyofauna, Diversity, Bandama River, Scientific reserve of Lamto, Côte d'Ivoire

## Introduction

Aquatic ecosystems provide many services that are not often valued (Brummett *et al.*, 2008). Despite this importance, aquatic resources are seriously threatened by various anthropogenic activities such as using of ichthyotoxins in fishing, pollution of various origins (agricultural, domestic, and industrial), the introduction of alien species, construction of agro-pastoral, irrigation, and hydroelectric dams and deforestation (Kamdem and Toham, 1998; Kouamélan *et al.*, 2003). These activities result in the loss of biodiversity in the hydro systems. Ivorian rivers are not immune to all anthropic actions mentioned above. This situation has a negative impact on the dependent on fishing. Faced with these disturbances and threats to the structure of aquatic ecosystems and particularly to the diversity of the fish fauna, the an urgent need to take adequate measures for rational and sustainable management of the hydro systems (Lévêque, 1994). Most environmentalists agree that the establishment and conduct of any policy for the development and preservation of aquatic ecosystems must be preceded by a knowledge of fish populations and their living environment. This approach includes evaluation of the specific composition of fish communities, studying biology (reproduction, growth, diet, parasitism), ethology and distribution of the different species, identifying and characterizing habitats offered by the environment, and analyzing correlations between species and environmental variables. Recent data on the fish fauna of the Bandama River are those of Kien *et al.* (2021) and concern only three sites in the lower course of the Bandama River. There is no report on the ichthyofauna of the Bandama River near the Lamto. However, this protected area would constitute one of the most productive habitats.

According to Aigoui and Dufour (2008), fish need to move to ecologically different environments to properly conduct the major life history phases of their life cycle. As a result, fish from the peripheral ecosystems could move to the part of the River near the Lamto reserve to feed or reproduce.

Thus, this area would be the last viable refuge for many species fleeing high pressure areas. It would thus play an undeniable role in the renewal of stocks in the rest of the unprotected river. However, the fishermen of the camps surrounding the River carry out their activity in the Bandama area near the reserve. Thus, the current study aimed to make a qualitative and quantitative inventory of the ichthyofauna of the Bandama River adjacent to the Lamto Scientific nature reserve.

## **Materials and Methods**

### **Location of the study area**

The Bandama River adjacent to the Lamto Scientific Reserve is situated in the central part of Côte d'Ivoire (West Africa), at the tip of the "V baoulé" between the Guinean savanna and the semi-deciduous forest. It is located in the region of Agneby-Tiassa, in the department of Tiassalé, at approximately 165 km north-west of Abidjan, between 6°13 and 6°15' North latitude and 4°06' and 5°03' West longitude. With a catchment area of 25 km<sup>2</sup>, the vegetation of the study area is a mosaic of forest-savanna, constituted by forest galleries along the Bandaman River, fragments of dense semi-deciduous forest and savanna with roost tree (Vuattoux *et al.*, 1998).

The Bandama River at the Lamto Scientific Reserve is located in the center part of Côte d'Ivoire, between latitudes 6°9'N and 6°15'N and longitudes 5°0' W and 5°02' W (Figure 1). The river is characterized by four seasons determined by the rainfall regime (Pagney, 1988). There is a long rainy season (April to July), a small dry season (August), a small rainy season (September to October), and a long dry season (November to February). In the last decades, the average annual rainfall observed was 100.75 mm, with an average annual temperature of 28.27°C. Plantations of coffee, rubber, and food crops have developed around this station. There are also a few dwellings.

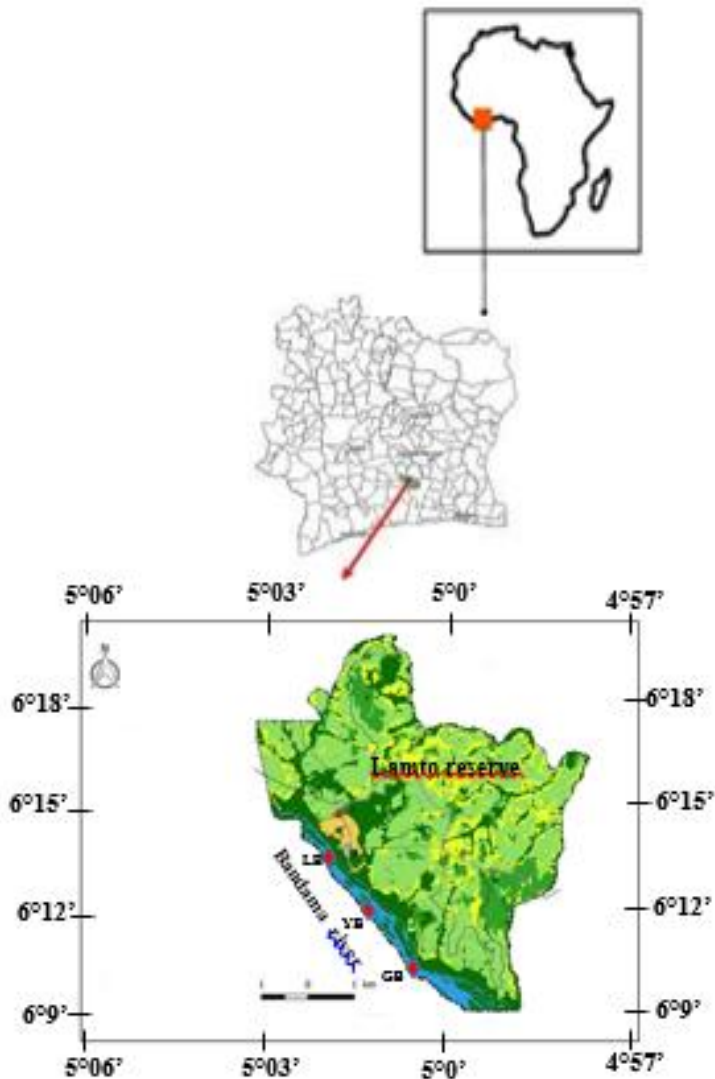


Figure 1. Location of the study area showing the sampling stations

## Data collection

### -Measurement of water physico-chemical parameters

Water physico-chemical parameters such as temperature, conductivity, dissolved oxygen, dissolved solids, and pH were measured using a multi-parameter type HANNA. Water transparency was estimated with a Secchi disk. These measurements were *in-situ* in the study area to a depth of at least 50 cm.

### **-Sampling and identification of fish**

Fishes were collected by experimental methods from March 2021 to February 2022 on the Bandama River at the Lamto Scientific Reserve station. Sampling covered the entire area of the water body. A battery of seven gillnets with different mesh sizes (10, 20, 30, 40, 60, 80, and 90 mm) was used. Each net measures 100 m long with a drop height of 3 m. Nets were set at 5:00 p.m. and visited at 7 : 00 a.m. the next day for the nighttime fishery, then visited and at 12 : 00 p.m. for daytime fishing. Other catching devices such as bamboo, liana traps, and lianas have been used to catch fish. The fish were identified according to the keys of Paugy *et al.* (2003a, b). The identified specimens were individually measured to the nearest millimeter (standard length (SL) and total length (TL)) and weighed to the nearest gram. The measurements were made using an ichthyometer and an electronic scale with a precision of 1 g, respectively.

### **Data analysis**

#### **-Specific numerical and weight abundances**

Numerical and weight abundances (biomass) were calculated respectively by the following formulas:

$$N = \frac{n_i}{N_t} \times 100$$

With:  $n_i$  = Number of individuals of a taxonomic group (species, family or order),  $N_t$  = Total number of individuals.

$$P = \frac{p}{P_t} \times 100$$

With:  $p$  = Weight of individuals in a taxonomic group (species, family or order),  $P_t$  = Total weight of individuals in a sample.

#### **-Diversity Index**

Shannon and Weaver's (1963) diversity  $H'$  index and Piélou (1984) Equitability  $E$  were also calculated from the following formulas:

$$H' = - \sum_{s=1}^S P_i \log_2 P_i$$

With :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

$S$  = Number of species

$N$  = Sum of the number of species

$n_i$  = Population size of each species

$P_i$  = Relative abundance of species in the sample

$$E = \frac{H'}{\log \log 2 S}$$

Where:

H' = Shannon and Weaver specific diversity index

S = Specific richness

The Shannon and Weaver specific diversity index (H') expresses the degree of organization of the settlement, its value H' is between 0.5 (very low diversity) and 5 (most diverse and fairly distributed communities). Equitability is a measure of the quality of an organization. Its value fluctuates between 0 and 1 (when it is close to 0, one species largely dominates the settlement, when it is equal to 1, all the species tend to have the same abundance in a natural and undisturbed environment) (Barbault, 2000 and Dajoz, 2000). These indices were calculated monthly to assess their variation over time.

### **Analysis of size class structures**

The analysis of the size class structure of fishes provides useful information, notably on the state of a given population (recruitment and reproductive success, level of exploitation of resources, one-time events affecting recruitment in a given year). The standard lengths (SL) obtained from the different individuals of the species selected for this study were grouped into size classes. In addition, the determination of the number and lengths of the size classes was done according to Sturge's rule (Scherrer, 1984).

#### **-Determination of size classes**

Number of classes =  $1 + (3.3 \log N)$

With : N = total number of specimens examined

-Determination of the class i amplitude

Amplitude =  $(LS \max - LS \min) / \text{Number of classes}$

With : LS = standard length

Microsoft Excel software and the PAST program was used to analyze various data.

### **Statistical analysis**

Kruskall-Wallis and Mann-Whitney tests were applied to the data set to assess spatial variation of physicochemical parameters and fish populations at sampling stations. All steps of this method were computed using STATISTICA 7.1 software. Differences of  $p < 0.05$  were considered significant.



## Results

### Water physico-chemical parameters

The variations of the physico-chemical parameters of the different stations of the Bandama River at the Lamto Scientific Reserve are recorded in table 1. The temperature values ranged from 27.6 to 30 °C. Both small and large values were recorded at station GB. Dissolved oxygen values range from 1.77 to 3.7 mg/l. The low weight was found at station YB and the high value at GB. The pH ranges between 6.7 and 7.9 with the lowest value recorded at station YB and the highest at GB. The variation in dissolved solids is 51 to 62 mg/l. The lowest value was found at YB and the highest at LB. Conductivity varied from 111  $\mu$ S/cm at station YB to 203  $\mu$ S/cm at LB. The spatial variation in water transparency is 98-140 cm. The lowest value was noted at station LB and the highest at YB. The values of temperature, dissolved oxygen, pH, dissolved solids, and conductivity submitted to the Kruskal Wallis test did not reveal any significant difference between the three stations. Overall, the waters of the surveyed stations are warm, less oxygenated, alkaline, and moderately mineralised. The temperature, dissolved oxygen, pH, dissolved solids, conductivity, and transparency of the water subjected to the Kruskal Wallis test did not reveal any significant difference between the three resorts ( $p < 0.05$ ).

**Table 1 :** Physical and chemical parameters of the Bandama River at the Lamto Scientific Nature Reserve.

		Measured Parameters					
Stations	Values	T° (C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	pH	TDS (mg/l)	Cond (µS/cm)	Trans (cm)
Loumbossou	Min	29	1.9	6.8	59	172	98
	Mean	28	2.2	6.97	62	185	112
	Max	29.6	2.8	7.1	73	203	124
	SD	0.9	0.5	0.4	1.6	0.9	2
Yobouè	Min	28.79	1.77	6.17	51	111	120
	Mean	28.99	2.41	7.21	53.33	115.25	135.6
	Max	29.21	3.21	7.85	54	117	140
	SD	1.2	0.01	1	1.4	1.6	2.6
Gbahan	Min	27.6	3	7.23	53	156	113
	Mean	28	3.2	7.85	57	163	131
	Max	30	3.7	7.9	61	187	137
	SD	0.3	0.4	0.1	0.2	0.71	2.1

T° : Temperature ; O<sub>2</sub> : dissolved oxygen ; pH : hydrogen potential ; TDS : Dissolved solids of

water ; Cond : conductivity ; Trans : water transparency ; SD : Standard deviation.

## Fish Fauna Characterisation

### Taxonomic composition / Shannon-Weaver diversity and Equitability Index

Forty-one fish species belonging to 35 genera, 13 families and five orders were recorded in the Bandama River at the scientific nature reserve of Lamto (Table 2). The most diversified order was Siluriformes with 5 families and 11 fish species. It is followed by the Perciformes order with 3 families and 14 species. The Osteoglossiformes and Cypriniformes order were each represented by one family with 5 and 3 species respectively. At the level of the families, the Cichlidae constitute the best diversified family with 13 species. It was followed by the families Mormyridae and Alestidae with 5 species each. The following 5 families emerged as monospecific: Hepsetidae, Distichodontidae, Malapteruridae Channidae, and Anabantidae.

The values of the Shannon-Weaver diversity and Equitability index calculated are 2.21 bits/ind. and 0.58 respectively.

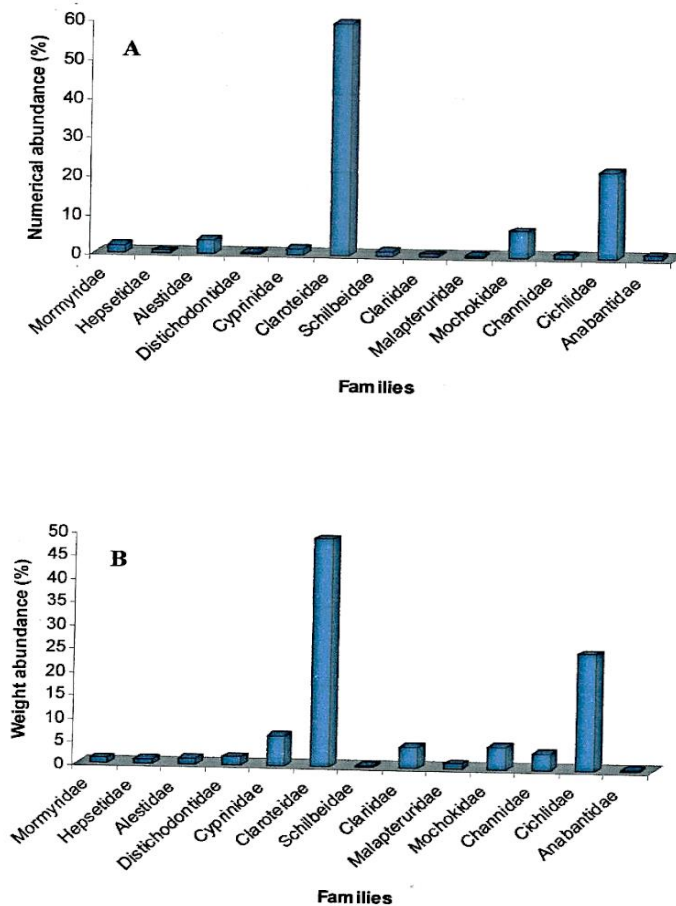
**Table 2 :** List of sampled fish species in the Bandama River at the Lamto Nature Reserve

Orders	Family	Species
OSTEOGLOSSIFORMES	Mormyridae	<i>Marcusenius furcicens</i>
		<i>Marcusenius ussheri</i>
		<i>Marcusenius senegalensis</i>
		<i>Mormyrops anguilloides</i>
		<i>Mormyrus rume</i>
CHARACIFORMES	Hepsetidae	<i>Hepsetus akawo</i>
	Alestidae	<i>Alestes baremoze</i>
		<i>Brycinus imberi</i>
		<i>Brycinus longipinnis</i>
		<i>Brycinus macrolepidotus</i>
		<i>Brycinus nurse</i>
	Distichodontidae	<i>Distichodus rostratus</i>
	CYPRINIFORMES	Cyprinidae
<i>Labeo coubie</i>		
<i>Labeo parvus</i>		
SILURIFORMES	Claroteidae	<i>Chrysichthys maurus</i>
	Schilbeidae	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>
		<i>Schilbe intermedius</i>
		<i>Schilbe mandibularis</i>
	Clariidae	<i>Clarias anguillaris</i>
		<i>Heterobranchus isopterus</i>
	Malapteruridae	<i>Heterobranchus longifilis</i>
		<i>Malapterurus electricus</i>
Mochokidae	<i>Synodontis bastiani</i>	
	<i>Synodontis schall</i>	
	<i>Synodontis punctifer</i>	
PERCIFORMES	Channidae	<i>Parachanna obscura</i>
	Cichlidae	<i>Chromidotilapia guntheri</i>
		<i>Hemichromis bimaculatus</i>
		<i>Hemichromis fasciatus</i>
		<i>Oreochromis niloticus</i>
		<i>Sarotherodon galilaeus</i>
		<i>Sarotherodon melanotheron</i>
		<i>Coptodon guineensis</i>
		<i>Coptodon zillii</i>
		<i>Hybride (Coptodon zillii x</i>
		<i>Coptodon guineensis)</i>
		<i>Coptodon sp</i>
		<i>Tilapia mariae</i>
		<i>Tylochromis jentinki</i>
		<i>Tylochromis intermedius</i>
<i>Ctenopoma petherici</i>		
	Anabantidae	
<b>TOTAL 5</b>	<b>13</b>	<b>41</b>

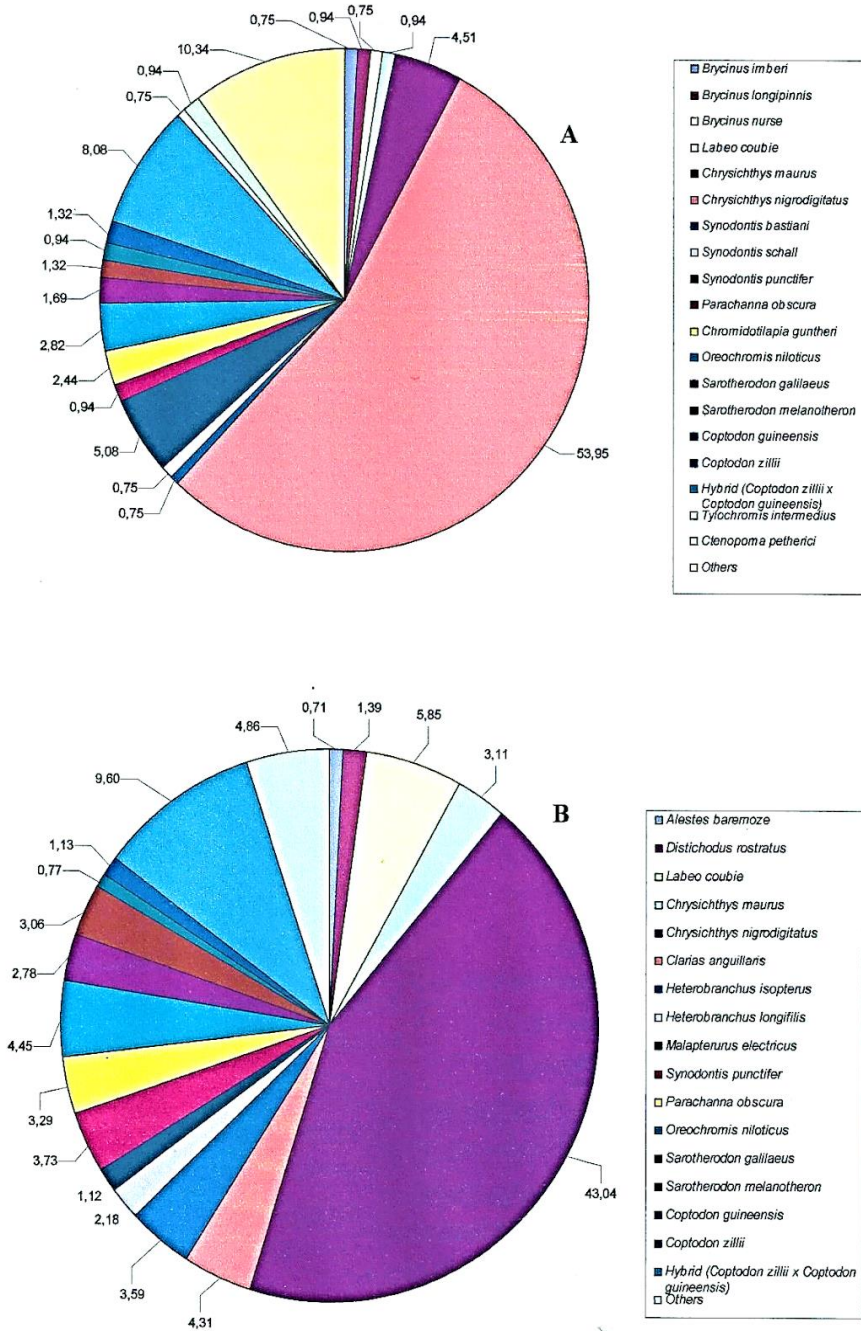
### Numerical and weight abundance

Figure 2 presented the numerical and weight abundance of fish families. The family of Claroteidae was dominant (59.13% and 48.82 %)

followed by the Cichlidae (22.05 % and 25 %) and Mochokidae (6.84 % and 4.75 %). Figure 3 indicated the numerical and weight abundances of the cumulative catches of fish species. The main species which dominates the population in terms of numerical abundance is *Chrysichthys nigrodigitatus* with 53.95 %, it is followed by Hybrid (*Coptodon zillii* x *Coptodon guineensis*) (8.08 %), *Synodontis punctifer* (5.08 %), *Chrysichthys maurus* (4.51 %) and *Oreochromis niloticus* (2.82 %) of total catch. In terms of biomass, the preponderance is ensured by *Chrysichthys nigrodigitatus* (43.04 %) followed by the species Hybrid (*Coptodon zillii* x *Coptodon guineensis*) (9.60 %), *Labeo coubie* (5.85 %), *Oreochromis niloticus* (4.45 %) and *Clarias anguillaris* (4.31 %). None of the others exceeded 4 % of total biomass.



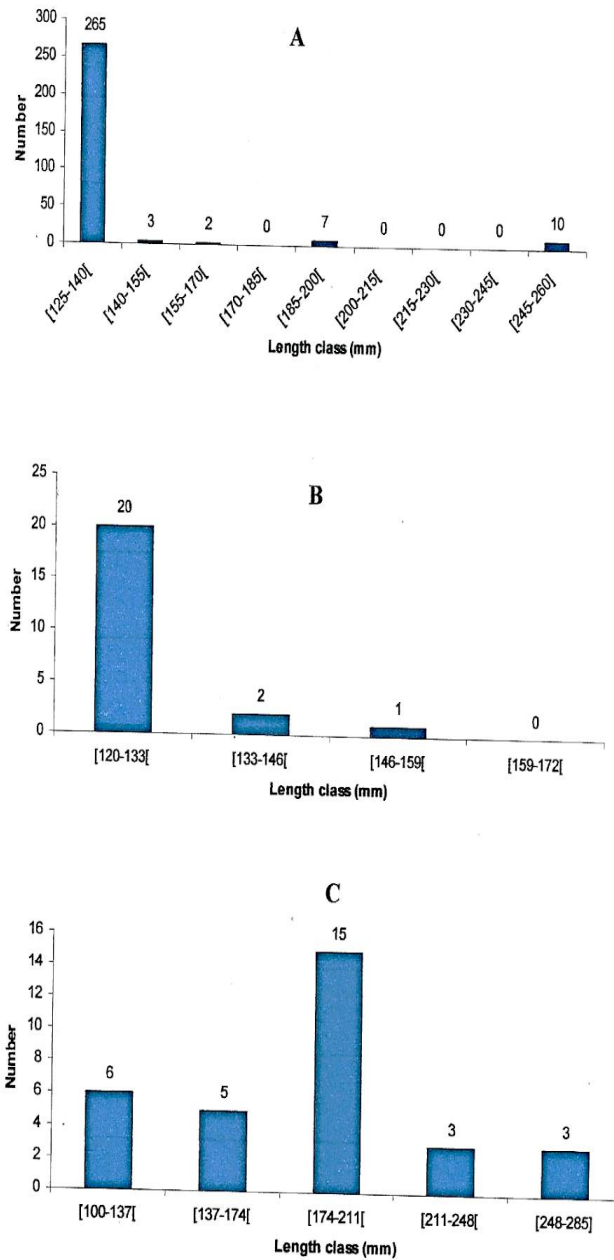
**Figure 2 :** Numerical (A) and weight (B) abundance of fish families



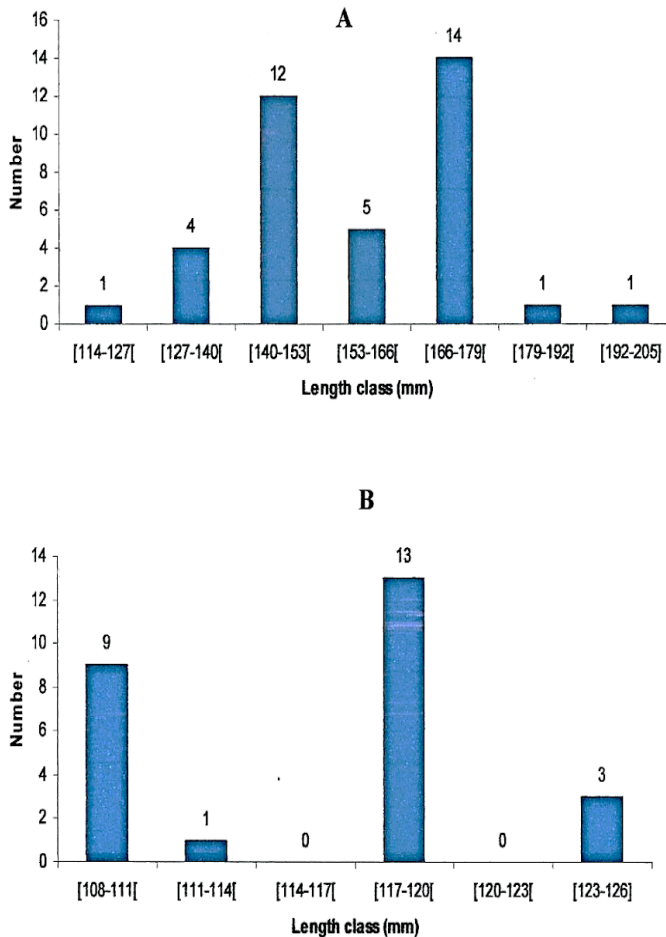
**Figure 3 :** Numerical (A) and weight (B) abundance of fish species

### **Size structure of fish**

The size structure of ichthyological fauna of the Bandama River at the scientific nature reserve of Lamto is represented by the Figures 4 and 5. The main species are *Chrysichthys nigrodigitatus*, *Chrysichthys maurus*, *Oreochromis niloticus*, Hybrid (*Coptodon zillii* x *Coptodon guineensis*) and *Synodontis punctifer*. The populations of the five species studied all present unimodal structures except the Hybrid (*C. zillii* x *C. guineensis*). The standard length of individuals of *Chrysichthys nigrodigitatus* species varied between 125 and 260 mm while that of individuals of *C. maurus* species ranged from 120 to 185 mm. *Chrysichthys nigrodigitatus* (53.95 %) representing the dominant species was mostly caught in the juvenile stage. For this species, the size class with the largest number of fish was between 125 and 140 mm SL (standard length) with 265 individuals (Figure 4A). For the fish species *Chrysichthys maurus* which represents 4.51 % of the fish caught, the size class with the largest number of fish varied between 120 and 133 mm SL with 20 specimens (Figure 4B). The standard length is ranged from 100 to 285 mm in *Oreochromis niloticus* and 114 to 205 mm in the Hybrid (Figure 4C). During their capture, *Oreochromis niloticus* (2.82% of the species considered) presented mostly a sub-adult size. The corresponding size class is 174 to 211 mm SL with 15 fishes. Two modes were identified in the Hybrid (8.08 % of catches) specimens (Figure 5A). The first mode includes 12 individuals whose size class varied from 140 to 153 mm SL and the second one includes 14 fish specimens ranging between 166 and 169 mm SL. The second peak reveals adult individuals of fairly large size. In *Synodontis punctifer* whose numerical percentage is 5.08 %, the standard length of the fish caught is between 108 and 126 mm (Figure 5B). The peak is observed in the individuals of size varying between 117 and 120 mm LS with a number of 13 individuals.



**Figure 4 :** Size frequency distribution of *Chrysichthys nigrodigitatus* (A), *Chrysichthys maurus* (B) and *Oreochromis niloticus* (C) specimens



**Figure 5 :** Size frequency distribution of Hybrid (*Coptodon zillii* x *Coptodon guineensis*) (A) and *Synodontis punctifer* (B) specimens

## Discussion

Knowledge of the water parameters is essential for fish life (Guissé and Niass, 2020). They state that temperature and dissolved oxygen are the two most important parameters for fish growth. In the present study, the average water temperature recorded is  $28.99 \pm 1.2$  °C and is within the optimal temperature range (23- 31 °C) proposed by Lalèyé *et al.* (2004) for a favorable



life of ichthyofauna in water bodies. In intertropical Africa, average temperature values are generally high and most often above 20°C. Thus, the average temperature recorded indicates that the water is relatively hot. This would be related to the fact that the Bandama River in the reserve is completely open and therefore receives direct sunlight that warms the water. According to Chouti *et al.* (2010), oxygen levels provide information on the health of streams and can be used to assess fish habitat quality. The dissolved oxygen measured indicates that the Bandama River waters at the scientific nature reserve of Lamto are less oxygenated ( $1.77 \pm$  at  $3.21 \pm$  mg/l). This low oxygen content could be attributed mainly to the high proportion of macrophytes that cover most of this proportion of plant debris present in the environment. This debris would indirectly cause a depletion of the dissolved oxygen concentration by their accumulation and decomposition in the waterways (Wilcock *et al.*, 1995). Indeed, the bacteria responsible for the decomposition of organic matter increase the biochemical oxygen demand and release carbon dioxide into the environment through respiration (Wilcock *et al.*, 1995). In addition, this could be due to the anthropic activities in or near the Bandama River. In fact, the dead arm of this river where the present study was conducted, receives agricultural fertilizer from the surrounding villages by runoff water. In addition, the Bandama River waters are subject to pollutants due to chemicals used by mines and gold mining. All these activities contribute to modifying the environmental parameters, especially the oxygen. The pH is a measure of the hydrogen ion activity of a system. It determines the acidity or basicity of this system. The pH values measured vary between 6.17 and 7.85 with a mean value of  $7.21 \pm 1$ . The Bandama waters River at Lamto is therefore basic. These data are comparable to Koné's (2009) and Berté's (2009) data on this river. Almost all of the stations on the Bandama River have slightly alkaline waters. Indeed, these results are due to the biological and geological processes occurring in the water body, and by the grounds nature crossed by this one as noted Rodier *et al.* (2009). According to Welcomme (1985), conductivity allows a better appreciation of the chemical richness of a zone. In this study, the mean conductivity and dissolved solids rate values are respectively  $115.25 \pm 3.1$   $\mu$ S/cm and  $53.33 \pm 3.4$  mg/l. Using the Rodier *et al.* (2009) scale, analysis of the conductivity data revealed that the Bandama River waters at the Lamto are low mineralized. Such as conductivity and the dissolved solids rate are two positively correlated parameters, and the observations made on conductivity apply to the dissolved solids. Welcomme (1985) indicates that in a natural environment, water conductivity variations are influenced by several factors including precipitation, evaporation, and substrate type. The transparency values measured oscillate between 120 and 140 cm with a mean value of  $135.6 \pm 4.6$  cm. Berté (2009) noted that the Bandama River waters between Kossou and

Taabo lakes were the most transparent in the basin (309.102 cm). Compared to the data in this study with that of this author, it appears that the Bandama River waters at the scientific nature reserve of Lamto are less transparent. This is due to the high turbidity of the water linked to the quantity of suspended matter and the discharges of anthropic activities, particularly gold mining in the Bandama River.

In this study, 41 fish species belonging to 35 genera, 13 families, and 5 orders were identified. Some authors such as Adou *et al.* (2017) and Kien *et al.* (2021) had collected 40 and 44 fish species from Ayamé 2 Dam Lake and the lower Bandama River, respectively. The Bandama River, which surrounds the Lamto scientific reserve and in which the present study was investigated, has a fairly diversified fish fauna despite its small size. Comparison with the previous situation is difficult because there are practically no data on the fish fauna in this area of the Bandama River. Nevertheless, the richness obtained in this study is important compared to that noted by Kien *et al.* (2021) in the lower Bandama River where a high fishing pressure is exerted on a fairly large area. This important specific richness is explained by the fact that this zone of the river is protected and constitutes a last viable refuge for many species fleeing the places of significant fishing pressures of other sites of the Bandama River. The study area has the lowest level of anthropic pressure, compared to other parts of the Bandama River. These results indicate that this environment offers ecological conditions (breeding site and food resources), allowing the establishment of these species. Indeed, the study area has different types of habitats that can provide food resources due to the presence of the gallery forest. These habitats are suitable spawning areas for these species and allow significant colonization by fish. Therefore, this area would undeniably renew stocks in the rest of the unprotected river. The dominant orders namely Perciformes and Siluriformes were similar to the observations made by Ekpo and Udoh (2013), Eyi *et al.* (2016), Ibemenuga *et al.* (2017), and Konan *et al.* (2019). This is a remarkable fact in Africa's rivers and water bodies particularly in Côte d'Ivoire. These results are explained by the fact that these fish orders are among Africa's dominant orders (Lowe Mc Connell, 1987). Another reason is that these orders of fish are more diverse and have been able to adapt to different ecological conditions. The ichthyofauna of the Bandama River waters at the scientific nature reserve of Lamto is dominated by the families Claroteidae and Cichlidae in terms of numerical and biomass proportion. This order does not seem to be maintained in all streams. Indeed, the results of Eyi *et al.* (2016) showed that the Cichlidae, Claroteidae, Mormyridae and Alestidae are the most important families in terms of number of species. Adou *et al.* (2017) also reported Cichlidae's dominance in Lake Ayame 2. The high proportion of the family Claroteidae would be due to the many rocks in the environment. Rocky and clay substrates seem to be the best

habitats for this family of fish as mentioned by Kisekelwa *et al.* (2014) in their work. The Cichlidae follows this family. It could be explained by the fact that the family Cichlidae is particularly abundant in many African rivers and reservoirs as suggested by Montchowui *et al.* (2008), Ouédraogo *et al.* (2015), and Adou *et al.* (2017). In addition, it is well known that Cichlid fishes are the most species-rich family of all teleost fishes, and their diversity is centered in the great African rivers and lakes. According to Van Dyke (2003), their abundance is attributed to their natural trait such as high reproductive rates, high rate of juvenile and adult survival, or strong competitive abilities that allow them to dominate other species. Also, Cichlids fishes dominate due to their diet flexibility (Daddy *et al.*, 1991). Indeed, this family's specimens can thrive on a wide range of food items. Despite of the depletion of the environment in oxygen, the families Mormyridae and Alestidae, which are intolerant species, have been found. It is well known that species of these fish families are rapidly affected by adverse environmental conditions and would therefore be good indicators to characterize the current state of a habitat and the changing state of an ecosystem. The existence of the surrounding vegetation could explain their presence in the Bandama at Lamto. Indeed, this vegetation leads to the provision of a large amount of nutrients for the fish. Thus, the species that are more successful in exploiting these resources and reproducing will be more abundant, as Koné *et al.* (2003) indicated. In addition, Mormyridae and Alestidae could therefore be considered pioneer and opportunistic species that take advantage of new food sources available in the environment. The present study revealed that *Chrysichtys nigrodigitatus* is the main species regarding the numbers and biomass of catches in the Bandama at Lamto. It is followed by Hybrid (*Coptodon zillii* x *Coptodon guineensis*), *Synodontis punctifer*, *Chrysichthys maurus* and *Oreochromis niloticus*. Their important presence would be due to the characteristics of the environment that are favorable to them.

The diversity index (H') measures the degree of the settlement organization and the equitability enables to assessing the organization's quality (Dajoz, 2000; Barbault, 2000). According to these authors, good settlement organisation is reflected in an equitability close to 1. Low equitability results from the predominance of a few species over all other taxa. On the contrary, when there is not an abundance of a few organisms, the specific diversity is greater because spaces are freed up, thus favouring the proliferation of several other species. The Shannon index (2.21 bits/ind.) and equitability (0.58) values obtained in the Bandama River at Lamto scientific reserve are respectively close to and above the mean. This reflects a more or less distribution of individuals by species, suggesting that there are no dominant species in the Bandama River at Lamto, and the species distribution is regular.

The study of the size structure of the main species made it possible to note that the individuals of *C. nigrodigitatus* and *C. maurus* captured are mostly small and, therefore juveniles. The decrease in the average size of individuals of these two species could reflect the overexploitation of the stocks. Indeed, these two fish species are highly prized by the local population. Therefore, these fishes are subject to intense illegal fishing in this area of the Bandama River, which is part of the Lamto nature reserve and is therefore monitored by the state. These illegal fishermen would use unconventional catching gear for fishing, leading to the overexploitation of fish stocks. This idea is confirmed by the assertion of Bédia (2015). Indeed, this author had noted that the lack of regulation of fishing gear could explain the high number of small individuals in the fisheries. The high number of *Oreochromis niloticus* individuals, the Hybrid (*Coptodon zillii* x *Coptodon guineensis*), and *Synodontis punctifer* consist of sub-adults. For these two fish species and the Hybrid, Almost all size classes are represented for these two fish species and the Hybrid. This size variability is due to the availability of food resources and predation as suggested by Ouattara *et al.* (2009). In this study, except the Hybrid, the populations of *Chrysichthys nigrodigitatus*, *C. maurus*, *Oreochromis niloticus* and *Synodontis punctifer* present a unimodal distribution. Therefore, they would be spared extinction (Lye-Koh *et al.*, 1997). According to these authors, an endangered population has a bimodal size distribution, corresponding to juvenile specimens and adult specimens.

## Conclusion

This study identified forty-one (41) fish species from 5 orders and 15 families in the Bandama River at the Lamto scientific nature reserve. The population is dominated by Siluriformes and Perciformes represented by the families Claroteidae and Cichlidae in terms of numerical and biomass proportion. *Chrysichthys nigrodigitatus* is the main species. It is followed by the Hybrid (*Coptodon zillii* x *Coptodon guineensis*), *Synodontis punctifer*, *Chrysichthys maurus*, and *Oreochromis niloticus*. Biological diversity remains high relatively according to the calculated diversity indices. In addition, the different species show a certain homogeneity in their distribution. This study also shows a decrease in the average size of individuals of the main species retained, which could reflect overexploitation of the stocks. This work is a preliminary study that will serve as a reference for subsequent monitoring investigations of the fish fauna of the Bandama River at the Lamto scientific nature reserve.

## Acknowledgments

This study is part of a vast program to set up a multidisciplinary and multi-institutional research and training platform on Biodiversity, its

conservation, and its use for ecological engineering of anthropised ecosystems (in rural and urban environments). This work was funded by the « Laboratoires Mixtes Internationaux (LMI) » through the « Institut de Recherche pour le Développement (IRD) ». The authors would like to thank the co-sponsors of the project, Mr. KONATE Souleymane, Professor at the Nangui Abrogoua University of Côte d'Ivoire, and Mr. Barot Sébastien, Director of Research at IRD, Sorbonne University, UMR 7618 IEES-Paris (IRD, CNRS, University of Paris Diderot, UPEC, INRA). They thank Professor YEO Kolo, Director of the Lamto Ecology Station, and the Laboratory of Ecology and Sustainable Development team of Nangui Abrogoua University for their assistance. The authors would like to thank the students Kouamé Cédric and Amani Koffi Joseph from the Université Félix Houphouët Boigny who helped with the data collection and Mr N'Guessan, the professional fisherman.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

#### References:

1. Adou, Y. E., Blahoua, K. G., Bamba, M., Yao, S. S., Kouamélan, E. P., N'Douba V. (2017). Premières données sur l'inventaire du peuplement ichthyologique d'un lac ouest Africain situé entre deux barrages hydroélectriques : Lac d'Ayamé 2 (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 110 : 10808-10818.
2. Aigoui, I., Dufour, M. (2008). Guides Passes à poissons. (ed. (CETMEF) VNdFVeCdETMeF), 75p.
3. Barbault, R. (2000). Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère. 5ème édition, Dunod, Paris. 326 p.
4. Bédia, A. T. (2015). Evaluation de l'exploitation de l'ichtyofaune du complexe lagunaire AghienPotou (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire), 178 p.
5. Berté, S. (2009). Biologie et écologie de *Distichodus rostratus* (Günther, 1864) dans un hydrosystème particulier en côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université d'Abidjan-Cocody (Côte d'Ivoire). 180 p
6. Brummett, R. E., Lazard, J., Moehl. J. (2008). African aquaculture: Realizing the potential. *Food Policy*, 33: 371-385.
7. Chouti, W., Mama, D., Alapini, F. (2010). Etudes des variations spatio-temporelles de la pollution des eaux de la lagune de Porto-Novo (Sud-Bénin). *Journal of Applied Biosciences*, 4 (4) 1017-1029.
8. Daddy, F., Abubakar, A., Aina, E. (1991). Studies on Tatabu flood plain vegetation and its utilization. p 16 – 20. In: 1990 National Institute of Freshwater Fisheries Research (NIFFR) Annual Report

9. Dajoz, R. (2000). Précis d'écologie (7ème édition) Dunod. Paris 615 p.
10. Ekpo, I. E., Udoh. J. P. (2013). Species Richness and Diversity of Ichthyofaunal communities of the Lower Cross River floodplain, Nigeria. *International Research Journal of Environment Sciences*, 2(7) : 1-5.
11. Eyi, A. J., Konan, K. J., Tano, K., N'Da, K., Atsé, B. C. (2016). Étude préliminaire des communautés ichthyofauniques de la lagune Ono (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 104 : 9894-9903.
12. Guisse, A., Niass F. (2020). Diversité et structure du peuplement ichthyologique de la réserve spéciale de la faune de Gueumbeul (Saint-Louis/ Sénégal). *International Journal Biological and Chemical Sciences*, 14(9): 3129-3143.
13. Ibemenuga, K. N., Opara, P. O., Okeke J. J. (2017). Fish community structure in a natural rainforest lake, Nigeria. *Animal Research International*, 14(3): 2809 – 2817.
14. Kamdem, T. A., Teugels, G. G. (1998). Diversity patterns of fish assemblages in the Lower Ntem River Basin (Cameroon), with notes on potential effect of deforestation. *Archiv für Hydrobiologie*, 141: 421-446.
15. Kien, K. B., Ndiaye, A., Aboua, B. R. D. (2021). Caractérisation De La Diversité, de la structure des tailles et du stress écologique au niveau du peuplement des poissons sur le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire, Afrique De l'Ouest). *European Scientific Journal*, 17 (21). 260-281.
16. Kisekelwa, T., Hyangya, L., Masilya, M. P., Isumbiso, M., Kaningini, M. (2014). Contribution à l'inventaire systématique des poissons de la Rivière Iowa en territoire de Walikale. Cahiers du CERUKI, (Numéro Spécial Alphonse Byamungu) : 20-28.
17. Konan, K. F., Assi, S. R., Boussou, K. C., Gourène, G. (2019). Update of ichthyofauna and its conservation status in the aghien lagoon, Côte D'Ivoire. *Croatian Journal of Fisheries*, 77 : 253-262.
18. Koné, N. (2009). Étude du peuplement ichthyologique du fleuve Bandama : secteur Yamoussoukro – Bouaflé (Côte d'Ivoire) et variation spatio-temporelle. Mémoire de DEA. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire) 62 p.
19. Koné, T., Teugels, G. G., N'Douba, V., Gooré Bi, G., Kouamélan, E. P. (2003). Premières données sur l'inventaire et la distribution de l'ichtyofaune d'un petit bassin côtier ouestafricain: Rivière Gô (Côte d'Ivoire). *Cybium*, 27 (2) : 101-106.

20. Kouamélan, E. P., Teugels, G. G., N'Douba, V., GooRé Bi, G., KONÉ, T. (2003). Fish diversity and its relationships with environmental variable in a West African bassin. *Hydrobiologia*, 505(1-3) : 139-146.
21. Lalèyè, P., Chikou, A., Philippart, J. C., Teugels, G. G., Vanderwalle, P. (2004). Etude de la diversité ichtyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybium*, 28 (4) : 329- 339
22. Lévêque, C. (1994). Introduction générale : Biodiversité des poissons africains. In: Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique (Teugels G. G., Guégan J. -F. & Albaret J. -J., eds). *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale* 275 : 7-16.
23. Lévêque, C., Paugy, D. (Eds.), (1999). Impacts des activités humaines. In *Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, Ecologie, Utilisation par l'homme*. Edition IRD, Paris : 365 - 383.
24. Lowe-McConnell, R. H. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge Tropical Biology Series, Cambridge University Press, Cambridge. 382 p.
25. Lye-Koh, H. T. G., Hallam, H. L., Lee, (1997). Combined effects of environmental and chemical stressors on a model of *Daphnia* population. *Ecological Modelling*, 103: 19-32.
26. Montchowui, Chikou, A., Kogbeto, M. J., Lalèyè, P. (2008). Biodiversité et structure des communautés de poissons du lac Hlan au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2 (2): 196-206.
27. Ouattara, N. I., Mester, L. E. (2009). Age et croissance de deux espèces de Cichlidae (Pisces) : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 du lac de Barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 52 : 313- 324.
28. Ouedraogo, R., Soara, A. E., Oueda, A. (2015). Description du peuplement piscicole du lac Sahélien de Higa, un site Ramsar du Burkina Faso, Afrique de l'Ouest. *Journal of Applied Biosciences*, 95 : 8958-8965
29. Pagny, P. (1988). Le climat de Lamto (Côte d'Ivoire) in Lamotte M. et Tirefort J.L. (Eds), *Le climat de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) et sa place dans les climats de l'ouest africain*. *Travaux Chercheurs de Lamto*: 31-79p.
30. Piélou, E. C. (1984). *The interpretation of ecological data*. Wiley & Sons, New York, 7 p.
31. Rodier, J., Legube, B., Merlet, N. (2009). *Analyse de l'eau*. DUNOD, 9ème édition, Paris, 1526 p
32. Shannon, E. C., Weaver, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois press. 117 p.

33. Scherrer, B. (1984). L'inférence statistique : les tests d'hypothèse in Biostatistique (Gaëtan M. M., éd) 1ere édition, Paris, 487p, 1984.
34. Van Dyke F. (2003). Conservation Biology; Foundations, Concepts, Applications. Springer, Netherlands.
35. Vuattoux, R., Konaté, S., Abbadie, L., Barot, S., Gignoux, J., Lahoreau, G. E. (1998). History of the Lamto Ecology Station and Ecological Studies at Lamto 1-2p.
36. Welcomme, R. L. (1985). River fisheries. FAO fisheries technical paper 262. Rome, 330 p.
37. Wilcock, R. J., McBride, G. B., Nagels, J. W., Northcott, G. L. (1995). Water quality in a polluted lowland stream with chronically depressed dissolved oxygen: causes and effects. N Z J Mar Freshw Res 29 : 277-288.





## **Determinants of Tree Growing and Cover Retention in Arid and Semi-Arid Areas of East Africa: The Case of Machakos County, Kenya**

*Heeran M. Mutuku*

*Harun M. Kiruki*

Department of Environmental Science and Land Resources Management,  
School of Agriculture, Environment, Water and Natural Resources,  
South Eastern Kenya University, Kitui, Kenya

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p212](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p212)

---

Submitted: 13 October 2022

Accepted: 23 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Mutuku H.M. & Kiruki H.M. (2023). *Determinants of Tree Growing and Cover Retention in Arid and Semi-Arid Areas of East Africa: The Case of Machakos County, Kenya*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 212. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p212>

---

### **Abstract**

Rapid human population growth, increased demand for land, over-exploitation and the degradation of local natural resources have led to serious socio-economic and environmental challenges in Machakos County, Kenya, East Africa. This has led to a drastic reduction in tree cover in arid and semi-arid areas over the years. To reverse this trend, it is important to understand the socio-economic factors that determine household tree growth and cover retention in Machakos County. Based on a structured questionnaire targeting 412 respondents (233 men and 179 women) as well as 2 focus group discussions and 14 key informants, we assessed the determinants of tree growing and cover retention among small scale farmer households using a logistic regression model. The study found that socioeconomic variables that significantly influenced tree growing and cover retention in Machakos County in Kenya included gender ( $p=0.011$ ), household size ( $p=0.030$ ), Farm size ( $p=0.005$ ), and title deed ownership ( $p=0.023$ ). The respondents used tree products to enhance their socio-economic resilience. In total, 58 different types of tree species were planted or retained on the farms. The major tree species included *Eucalyptus saligna*, *Grevillea robusta*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Croton megalocarpus*, and *Terminalia brownie*. Based on

our findings we recommend more involvement of women and youth in tree-growing activities in the Matungulu Sub-county.

---

**Keywords:** Degradation, natural resources, livelihoods, tree cover, climate change

## 1. Introduction

Trees play a critical role from both an environmental and socio-economic perspective. Sufficient trees on farms can enhance socio-economic and environmental resilience and mitigate climate change (Insaidoo *et al.*, 2014). Trees on a farm and their goods and services are barely captured in conventional national accounting systems in many countries (Zomer *et al.*, 2016). Although tree cover has been declining generally in the world, it has been necessary for human survival since the creation of humankind (Zomer *et al.*, 2016). According to Wunder *et al.* (2014), the majority of rural communities across the developing world still derive their livelihoods from trees. These wood and non-wood benefits from trees, mainly from public forests, accrue to vulnerable community members. Adopting and establishing trees at the farm level would reduce pressure on public forests and reduce the rates of deforestation (Siraj *et al.*, 2018).

A global study found subsistence crop farming and tree growing, indeed, are complementary economic activities for rural communities (Angelsen *et al.*, 2014). In Sri Lanka, income from trees has been used to strengthen household income and subsistence (Ekanayake *et al.*, 2018). A study in rural Pakistan found gender, household size, age, and literacy level of the household head to be strong determinants of tree growth. In addition, the households with trees were found to have higher incomes, lower poverty levels, and consume more tree-based products (Ali & Rahut, 2018). In rural Sub-Saharan Africa, the youth form the greater majority of the population, and their tree-growing activities are not well documented, although communities generally have diversified livelihood sources to enhance their chances of survival in lean times (Macneil *et al.*, 2017).

Tree cover increases soil minerals and organic matter, improves soil moisture, and increases farm production significantly (Shiferaw *et al.*, 2017). Most importantly, trees promote resilience to climate change and future uncertainties facing vulnerable communities in developing countries. (Quandt *et al.*, 2018). The tree acts as a safety net for vulnerable communities and their livestock during times of famine and drought. Research in Kenya by Quandt *et al.* (2018) show that trees help to diversify rural livelihood sources besides improving the overall socio-economic status of the farmers. The immense potential for trees to provide both socio-economic and environmental benefits

simultaneously makes them an important vehicle for sustainable development in rural areas (De Leeuw *et al.*, 2014).

To better understand what motivates communities to plant trees and retain tree cover on their farms, context-specific information that differentiates between the diverse characteristics of community groups is necessary. We have chosen Matungulu Sub-county, Machakos County in the drylands of South Eastern Kenya to evaluate the socio-economic and cultural factors that influence tree growth and cover retention practices. The area was chosen for this study due to its scanty tree cover, low farm yields, degraded ecosystems, frequent droughts, and high levels of poverty. These negative attributes are being compounded by the effects of climate change. To plant or maintain tree cover on the farm or not is a deliberate decision made by the farmer according to various circumstances. The quantity and quality of on-farm tree growing is influenced by climatic factors as well as socio-economic factors.

Within this context, the objective of the study was to understand what drives rural tree growth and cover retention. Specifically, we are looking at the socio-economic factors that determine the likelihood of tree growth and cover retention in the Matungulu Sub-county to have a nuanced view of what drives tree growth and cover retention. We hypothesize that mobile phones, gender, age, location, marital status, household size, education, occupation, farm size, title deed ownership, years of tree growing and household income are all factors that influence tree growth and cover retention.

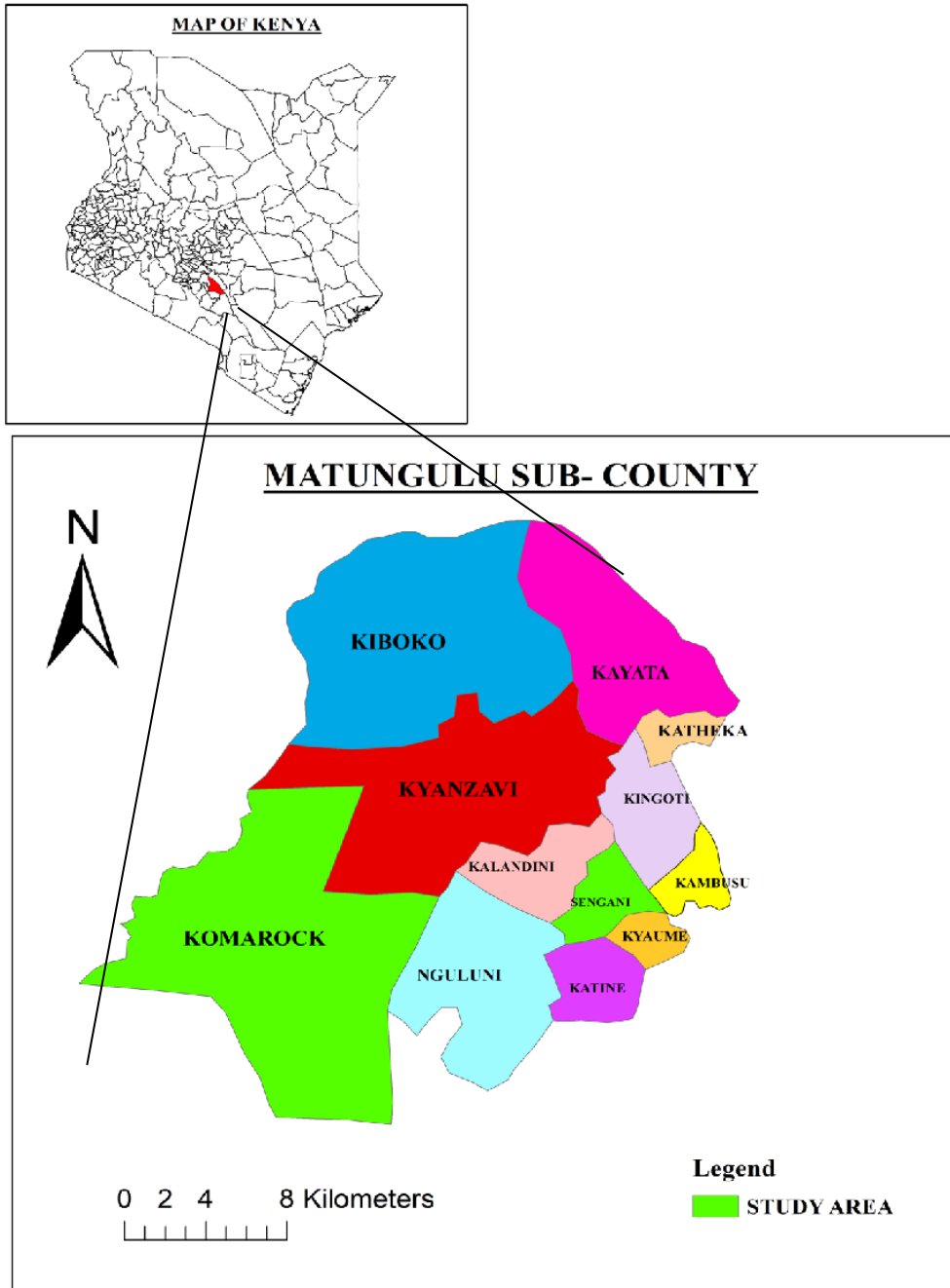
## **2. Methods**

### **2.1 The Study Area**

The study was carried out in Matungulu Sub-county, Machakos County, a semi-arid region of south-eastern Kenya. The Sub-county covers an area of about 610.351 Km<sup>2</sup> and lies between latitudes 1.076<sup>0</sup> and 1.358<sup>0</sup>S and longitudes 37.083 and 37.387<sup>0</sup>E (Figure 1). Within the Sub-county two locations, namely; Komarock and Sengani, which are far apart and of different sizes, topography, soil types, population sizes, ethnic compositions, and vegetation types were chosen as study sites.

The area receives a mean annual rainfall is 950mm, with some areas receiving more rainfall than others due to relief (Machakos County Government, 2015). The mean annual temperature is about 22<sup>0</sup> C, with a maximum of 28<sup>0</sup> and a minimum of 12<sup>0</sup> C. The geology of the area consists of quartz-rich granitoid gneisses which resulted in the formation of well-drained, reddish brown, stony, and rocky sandy clay loam soils. The natural vegetation consists of dispersed mixed indigenous species such as *Terminalia brownie*, *Acacia nilotica*, *Acacia drepanalobium*, *Acacia xanthophloea*, *Acacia brevispica*, *Acacia elatior*, *Acacia melifera*, *Rhus natalensis*, *Lannea schweinfurthii*, *Premna chrysoclada*, *Dovyalis abyssinica*, *Dombeya kirkii*,

*Combretum collinum*, *Carrissa spinarum* and *Zanthoxylum chalybeum* (MENR, 2006). The main economic activity in the area is farming both large and small scale. Commonly grown crops include maize, beans, coffee, pigeon peas, and horticultural crops.



**Figure 1.** A map of the study area  
Source: Survey of Kenya (2018)

## 2.2 Sampling and interview setup

Non-probability sampling, particularly purposive sampling, was used in the selection of the two administrative locations and key informants for the interview. Sample size determination was done following the method of Kothari (2004). In total 412 households were sampled from 4341 households residing in the two locations with 136 and 276 households being sampled from Koma and Sengani locations respectively. Both nonprobability and probability sampling techniques were used to allocate the households determined. Within each of the selected locations, systematic sampling was done to identify respondents per location for the interview. This was based on records of households kept at the local Chiefs' offices. The respondents were household heads who owned land and practiced some form of farming. An interpreter was used where necessary to ease the problem of the language barrier and minimize errors in data collection. At the household level interview, socio-economic data such as age, gender, and land ownership details were recorded. In addition, information on tree growing such as species preference, location, and the motivation for tree growing was also recorded. In addition, 14 key informants including the Ward Forestry Officers and their frontline extension staff in Koma and Sengani locations, the Ward and Locational Agricultural Extension Officers, Chiefs and Assistant Chiefs, women leaders, area elected representatives, heads of schools, representatives of NGOs and church organizations, as well as other community leaders were also interviewed.

Two focus group discussions (FDGs) of ten people each were carried out in each location to triangulate the information collected during the household interviews. The FDGs were useful in bridging research and practice, and in providing an insight into different opinions among different parties involved in the tree-growing practice. Secondary data was obtained from the Internet, office reports, development plans, research theses, pamphlets, and other materials found in public offices, libraries, and documentation centers. The study adopted a mixed methods research design (Mburu, 2013).

## 2.3 Data Analysis and Presentation

The use of both qualitative and quantitative methods ensured that the overall strength of the study is greater than using either method (Guetterman *et al.*, 2015). Descriptive analysis of data was used to determine the frequency distribution and summaries of various sample characteristics. Quantitative methods were used to test for relationships between variables in the results. A logistic regression model was used to estimate the probability of tree growing by farmers using socio-economic predictors (Shrestha *et al.*, 2018). The socioeconomic predictors included ownership of mobile phones, gender, age,

location, marital status, household size, education, occupation, farm size, title deed ownership, years of tree growing, and household income. These predictors were chosen based on previous studies on tree growing and cover retention in rural areas of Sub-Saharan Africa. Tree growing cover retention was the dependent variable while all the other parameters were explanatory variables to the logistic model. The Hosmer & Lemeshow test of the goodness of fit was used to test the goodness fit of the model while *Nagelkerke's R<sup>2</sup>* was used to estimate for models' categorical response variables (Hadi, 2018). The Wald test was used to test the statistical significance of each of the independent variables. The data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) computer software. Table 1 below shows the predictors and type of data collected.'

**Table 1.** Measurement scale and type of data used in the regression model

Parameters	Variable type	Description	Measurement
Mobile phone ownership (X <sub>1</sub> )	Dummy	Farmer owns a mobile phone	0=Does not own phone, 1= Owns phone
Gender (X <sub>2</sub> )	Dummy	Gender of head	0=Female, 1=Male
Age (X <sub>3</sub> )	Categorical	Age in years of head	
Location (X <sub>4</sub> )	Dummy	Location of farmer	-0=Sengani, 1=Koma
Marital status (X <sub>5</sub> )	Categorical	Marital status of head	1=Married, 2= Single, 3= Widowed, 4= Divorced,5= Separated
Household size (X <sub>6</sub> )	Numeric	Number of members in a house hold	
Education (X <sub>8</sub> )	Categorical	Highest education of the head	1=None, 2= Primary, 3=Secondary, 4= College, 5=University
Occupation (X <sub>9</sub> )	Categorical	Occupation of household head	1=Farm manager, 2= Farmer 3= Civil servant, 4=Business, 5= Other
Farm size (X <sub>10</sub> )	Numeric	Farm size (Acres)	
Title deed ownership (X <sub>11</sub> )	Dummy	Farmer owns title	0=No title, 1= Has title
TLU (X <sub>12</sub> )	Numeric	Farm livestock units	Calculated. See explanation
Tree cover (natural + planted)	Numeric	Farm trees ≥ 2m	Number
Years of tree growing (X <sub>13</sub> )	Numeric	Duration of tree growing (years)	
Total household income (X <sub>14</sub> )	Numeric	Sum of household income (Kshs)	

### 3. Results and Discussion

#### 3.1 Socio-Economic Characteristics of the Households

##### 3.1.1 Age distribution of the respondents in the study area

About 57.3% of the respondents were within the productive age bracket of 25-54 years, followed by those over 65 years (22.8%) as shown in Table 2 below.

**Table 2.** Age distribution of respondent farmers in Machakos County

Age group	Frequency (F)	Percentage (%)
18-24	3	0.7
25-34	47	11.4
35-44	95	23.1
45-54	94	22.8
55-64	79	19.2
Over 65	94	22.8
Total	412	100.0

According to Focus Group Discussions (FGDs), many young people from the region prefer to go to big towns such as Nairobi, Athi River, Thika, Machakos or Nakuru immediately after secondary school to search for paid work. The involvement of people aged 64 years and above in farming within the study area could therefore be attributed to youth “missing in action”, the compelling rural poverty, and being retired from formal employment. The study findings agree with other studies across Sub-Saharan Africa and the rest of the world, which have shown an “aging farmer population” (Guo *et al.*, 2015).

##### 3.1.2 Gender of the respondents

The majority (57%) of the respondents were male, while 43% were female. The study findings are similar to those of Wambua *et al.* (2018), which found that although 70% of households in Kenya are headed by women, this figure was only 8% in Machakos County.

##### 3.1.3 Household sizes in the study area

The majority (69.2%) of the respondent households comprised 3 or fewer members while a minority (2.4%) of households had 7 or more members. That the study found mainly small families could suggest that there may be an acute shortage of household labour in Machakos County. Such households would have to hire additional labour for the establishment and management of on-farm trees, depending on their income levels.

### **3.1.4 Education level of respondents in the study area**

The majority (57.3%) of the respondents had attained at least secondary education, while about one-tenth of the respondents had no formal education. Famines, teenage pregnancies, and early marriages were among the key drivers of low levels of education in the study area.

### **3.1.5 Occupation of the respondents**

The majority (60.7%) of the respondents were farmers by occupation, who spent most of their time on the farms although they frequently referred to themselves as ‘unemployed’. Some (2.7%) of the households had employed farm managers to manage their farms, although these assistants alleged the inability to make major decisions like growing trees by themselves.

### **3.1.6 Mobile phone ownership of respondent farmers**

About 81% of the respondents owned mobile phones, leaving only 19% without the communication gadgets in Machakos County. Besides a mobile phone being a socio-economic status indicator in the village, it can also be a useful source of learning, information, and communication, and capable of influencing tree cover levels and management in the rural areas. Wyche *et al.* (2018) found 54% of respondents in Kenya’s rural semi-arid areas had access to a mobile phone – through either ownership or sharing with neighbors, which is way below the rate in Machakos County. Masuki *et al.* (2010) found that the use of mobile phones improved communication and passage of information among farmers themselves and their extension agents, thereby effectively impacting the adoption of farm-improvement technologies.

### **3.1.7 Farm sizes in the study area**

A large majority (83.5%) of the respondents in the study area had 3 acres of farmland or less, making them essentially smallholder farmers. Singh (2018) found that farm size, as a resource factor and a means of production, has a significant influence on the adoption of tree cover by farmers in rural India. Permadi *et al.* (2018) found that faster rates of adoption of tree cover are associated with smallholder farmers having larger land holdings.

### **3.1.8 Land ownership in the study area**

Husbands and sons (86.1%) owned most of the land in Machakos County. This means that land ownership and most likely the decision-making that goes with it was patriarchal in Machakos County. A large majority (93%) of the farmers in Machakos County had land title deeds, signifying absolute legal ownership of their properties. Land ownership with title deeds made the farmers more confident to undertake long-term investment plans, such as



growing trees, without the fear of losing the property to other people at a later date.

### **3.1.9 Years of tree growing by the respondents**

The majority (76%) of the respondent farmers had tree-growing experience spanning five years and more. According to Focus Group Discussions, the respondents had learned over the years, from fellow farmers, basic tree growing skills and associated aspects such as common names of tree species and their uses. The learners then honed their skills over time, to the extent that they could prescribe and select tree species to match the local site potential. Meijer *et al.* (2015) found that intrinsic factors (such as knowledge, self-motivation, and income) are as critical in the adoption of new innovative technologies by farmers as extrinsic factors. Deressa *et al.* (2009) also found the tree-growing experience to be one of the determinants of tree cover adoption by farmers in the Nile Basin of Ethiopia.

### **3.1.10 Income levels of respondents in the study area**

The mean annual income for a respondent in Machakos County was 88,443.00 Ksh, compared to a national figure of 289,800.00 Ksh in 2017 (KNBS, 2018). This translates to 7,370.00 Ksh per month per household. The highest income came from livestock and livestock product sales (21.4%). This was followed by income from small and medium businesses (19.9%), tree covers product sales (17%), and monthly wages (17%), followed by farm cereals (8.7%), respectively. Incomes from many of these sources fluctuated with seasons and were not predictable. According to focus group discussions, good harvests (of cereals whether for sale or subsistence) are rare and far apart due to the erratic nature of rainfall in the study area. The main tree products sold included round wood (such as sawlogs, poles, and posts), fruits (such as mangoes and avocados), wood fuel (firewood and charcoal), and animal fodder. Small-scale timber merchants would buy logs from farmers and later convert them to sawn timber for sale in the local retail markets at a higher profit.

### **3.1.11 Tree growing behavior of farmers in Machakos County**

The majority (97%) of the respondents acknowledged that they had planted some trees on their farms. There was a reasonable level of tree growing of both indigenous and exotic species by farmers in Machakos County although the long-term rate of wood utilization appeared to have out-paced new growings. In total, the study recorded 58 tree species grown by farmers, with major ones including *Eucalyptus saligna*, *Grevillea robusta*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Croton megalocarpus*, and *Terminalia brownie*. *Eucalyptus saligna* and *Grevillea robusta* recorded the highest relative

densities (33.9% and 23.1%), respectively while *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Croton megalocarpus*, and *Terminalia brownie* have relative densities exceeding 1.0%. *Eucalyptus saligna*, *Grevillea robusta*, *Mangifera indica*, and *Persea americana*, are majorly grown for timber and fruit production. Farmers also indicated that these tree species were easier to manage besides their household income benefits. *Eucalyptus saligna* was also preferred because it grew fast, coppiced when cut, and had a readily available market for timber, poles, posts, and wood fuel. On the other hand, *Grevillea robusta* had multiple products such as timber, wood fuel, and shelterbelt formation for coffee-based farming systems in the Sub-county.

During Focus Group Discussions, it came out that more farmers had planted or maintained more tree cover in Sengani Location than in Koma Location - a discrepancy they attributed to unfavorable black cotton soils. Sengani's Location has largely arable red loamy soils. Another reason given for reduced tree cover in Koma Location was that there were too many roaming animals in the location, both domestic and wild, which were destructive to newly planted tree seedlings.

### 3.2 Effects of Socio-Economic Factors on Tree growing and Cover retention in the Study Area

A logistic regression model was used to estimate factors that influenced tree growing and cover retention in Machakos County (Table 3).

**Table 3.** Logistic regression model of factors affecting tree growing and cover retention in Machakos County

Parameters	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
Mobile phone ownership	-0.362	.469	.595	1	.440	.696
Gender	-0.936	.370	6.401	1	.011	.392
Age	0.017	.014	1.444	1	.229	1.017
Location	0.315	.451	.488	1	.485	1.370
Marital status	0.273	.256	1.137	1	.286	1.313
Household size	0.282	.130	3.735	1	.030	1.326
Education	0.133	.216	.383	1	.536	1.143
Occupation	0.230	.242	.904	1	.342	1.258
Farm size	-0.429	.151	8.042	1	.005	.651
Title deed ownership	1.169	.513	5.186	1	.023	3.220
TLU	-0.049	.048	1.017	1	.313	.952
Years of tree growing	-0.016	.165	.009	1	.924	.984
Total household income	0.000	.000	1.093	1	.296	1.000
Constant	-3.514	1.767	3.954	1	.047	.030
Percentage correct cases	76.1					
Nagelkerke R <sup>2</sup>	51.0					
Hosmer and Lemeshow test	Chi-square =11.8, df = 8, sig = 0.159					

\*Notes: B = Regression coefficient, S.E = standard error, Wald = wald Chi square, df = degrees of freedom, Sig = probability, Exp (B) = odds ratio.

The logistic regression model was statistically significant, explaining 51% (Nagelkerke  $R^2$ ) of the variance in tree-growing behavior and correctly classified 76% of cases (Table 3). Parameters that affected tree cover included gender, household size, farm size, and title deed ownership.

There was a non-significant relationship ( $p = 0.229$ ) between the age of respondents and tree cover in the study area (Table 3). This finding contradicts Gyau *et al.* (2014) and Ali & Rahut (2018) who found a positive significant relationship between the age of respondents and adopters of tree cover, with younger generations being more likely to plant and maintain tree cover. Results could differ due to the influence of a strong training and advocacy policy and age group priorities in a given area (Kaakkurivaara & Stampfer, 2018).

Gender had a negative but significant influence ( $p = 0.011$ ) on tree cover (Table 3). Male-headed households were 0.392 times more likely to plant exotic tree species than female-headed households while increasing the household size by one member increased the odds of growing exotic trees by 1.326 times. This could be explained by the glaring household labour, gender, and land tenure imbalances in Machakos County where there are more male-headed households and males owned more land than the females. Gender, as a fundamental aspect of social organization determines the distribution of land titles in developing countries (Kiptot & Franzel, 2011).

Nkamleu and Manyong (2005) found that male farmers were likely to plant exotic trees suggesting that male-managed farms were more likely to engage in tree-growing activities. Women's involvement in tree growing in the rural villages will continue to be low as they are passed over during selection for sensitization and training - unless there is a change in policy by the relevant institutions and technical service authorities (Kristjanson *et al.*, 2017). Marital status had no significant influence on tree cover in Machakos County. However, when the study sites were split between the model, it was found that marital status significantly influences tree cover in Sengani Location ( $p = 0.038$ ) but not in Koma Location ( $p=0.856$ ). Thus, the marital status of respondents was significantly linked with location and was more significant in Sengani Location. Sengani Location, which is mainly ancestral land, had higher proportions of married (82.2%), widowed (9.1%), and divorced (2.2%) respondents than Koma Location (married 79.7%; widowed 6.8%; and divorced 0.8%), which was occupied by relatively more modern settlers who were heterogeneous and less culturally inclined. A similar study by Verkaart *et al.* (2017) in Kitui and Embu Counties in Eastern Kenya showed that married respondents were more likely to intensify and diversify agriculture as a pathway from poverty than respondents of other marital statuses.

The study found that there was a significant relationship ( $p = 0.030$ ) between household size and tree cover in the study area (Table 3). Bigger families were more likely to establish tree cover than smaller ones - because big households are driven by bigger household livelihood needs and they have the required labour to do so. Household labour was found to be an important factor in the rehabilitation of wastelands and enhancement of food security using a combination of tree cover establishment, soil, and water conservation activities ((Nkamleu & Manyong, 2005; Etongo *et al.*, 2018).

Education did not significantly influence ( $p = 0.536$ ) tree cover in Machakos County (Table 3). This is most likely due to a lack of training, extension, and sensitization opportunities in tree cover in Machakos County. Education level in the adoption of technologies is effective when coupled with the relevant technical training and extension services (Ekanayake *et al.*, 2018). While investigating the effects of climate change on dry-land agriculture and the adaptation strategies by small-scale farmers in the neighboring Yatta Sub-county, Mburu (2013) observed that education was a significant factor in climate change adaptation as it enabled farmers to diversify their sources of livelihood.

Mobile telephony did not have a significant influence on tree growing and cover retention in the study area (Table 3). That there were no known promotional mobile phone-based policies, advocacy, or software packages in tree cover technologies for farmers in Machakos County explains the insignificance of mobile phone ownership in relation to tree cover. Meijer *et al.* (2015) found that technology and knowledge play a key role in the uptake of agricultural and agroforestry technologies among smallholder farmers in Sub-Saharan Africa.

The study found a significant relationship ( $p = 0.005$ ) between farm size and tree growing and cover retention in Machakos County (Table 3). Farmers with a larger farm size by 1 acre were 0.651 times more likely to plant trees than farmers with a lesser land area. Farm size is also an indicator of household economic resources and farmers with larger parcels of land are more likely to possess other resources required for tree growing, even under situations of multiple competing land uses. Simotwo *et al.* (2018) found that farm size is significantly linked to the adaptive capacities of farmers in Transmara County, Kenya. Trinh *et al.* (2018), indeed, found farm size to be the most important factor affecting farmers' decision on adaptation to climate change.

There was a significant relationship ( $p=0.023$ ) between title deed ownership and tree cover (Table 3). Households who had title deeds were more likely to adopt tree cover in their farms than those without. Households with title deeds were 3.2 times more likely to plant exotic tree species than farmers without land titles. Our findings agree with Lawin and Tamini (2018) who

found that land tenure significantly influences farmers' decision to adopt new long-term agricultural innovations. Nkamleu and Manyong (2005) identified land ownership as a key driver for tree cover development in Sub-Saharan Africa because the latter is a long-term capital investment. Our findings contradict those by Muriu-Nganga *et al.* (2017) who found a negative relationship between land tenure and adoption.

### **Conclusion and recommendations**

Socio-economic variables that significantly influenced tree cover included gender ( $p= 0.011$ ), household size ( $p=0.030$ ), title deed ownership ( $p=0.023$ ), and Farm size ( $p= 0.005$ ). Gender and Farm size had negative significant influences on tree cover. Male-headed households were more likely to plant trees than female-headed households. Age, marital status, education level, occupation, mobile phone ownership, years of tree-growing experience, and household income did not have a significant influence on tree management in Machakos County. Based on these results we conclude that some socio-economic factors do significantly affect tree growing and cover retention in Machakos County.

We recommend more involvement of women and youth in tree-growing activities in Matungulu Sub-county. Women are held back from tree-growing activities by cultural factors while the youth migrate to towns. We also recommend on leveraging of mobile phone technology to reach out to more farmers with the message of tree growing and cover retention on their farms.

### **References:**

1. Ali, A. & Rahut, D. B. (2018). Forest-based livelihoods, income, and poverty: Empirical evidence from the Himalayan region of rural Pakistan. *Journal of Rural Studies*, 57, 44-54.
2. Angelsen, A., Jagger, P., Babigumira, R., Belcher, B., Hogarth, N. J., Bauch, S., Börner, J., Smith-Hall, C. & Wunder, S. (2014). Environmental Income and Rural Livelihoods: A Global-Comparative Analysis. *World Development*, 64, (1), S12-S28.
3. De Leeuw, J., Njenga, M., Wagner, B. & Iiyama, M. (Eds.) (2014). Treesilience: An assessment of the resilience provided by trees in the drylands of Eastern Africa. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya.
4. Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T. & Yesuf, M. (2009). Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global environmental change*, 19(2), 248-255.

5. Ekanayake, E. M. B. P., Feng, M., Murindahabi, T., Nissanka, A. H. S. & Patrick, G. S. (2018). Contribution of Indian Gooseberry (*Phyllanthus emblica*) to Household Economy in Sri Lanka: A Case Study from Udadumbara Divisional Secretariat. *Small scale forestry*, 17, (2), 277 – 292.
6. Etongo, D., Epule, T. E., Djenontin, I. N. S. & Kanninen, M. (2018). Land management in rural Burkina Faso: the role of socio-cultural and institutional factors. Natural Resources Forum, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
7. Guetterman, T. C., Fetters, M. D. & Creswell, J. W. (2015). Integrating quantitative and qualitative results in health science mixed methods research through joint displays. *The Annals of Family Medicine*, 13(6), 554-561.
8. Guo, G., Wen, Q. & Zhu, J. (2015). The impact of aging agricultural labor population on farmland output: from the perspective of farmer preferences. *Mathematical Problems in Engineering*, 1, 1-7
9. Gyau, A., Franzel, S., Chiatoh, M., Nimino, G. & Owusu, K. (2014). Collective action to improve market access for smallholder producers of agroforestry products: key lessons learned with insights from Cameroon's experience. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 68-72.
10. Hadi, A. L. A., Wahab, N. A. A., Noh, N. A. M., Razali, N. M., Yusop, N. M., Khairudin, Z. & Othman, R. (2018, June). Determinants of depression among tertiary level students: A logistic regression approach. In *AIP Conference Proceedings (1974(1), 050007*. AIP Publishing.
11. Insaideo, T. F. G., Derkyl, M. & Acheampong, E. (2014). Farm level tree planting in Ghana: Potential for reducing vulnerability and mitigating climate change. *JENRM.1*, 19-28.
12. Kaakkurivaara, N. & Stampfer, K. (2018). Assessment for Improvement: Harvesting Operations in Small-Scale Forest on Thai Steep Terrain. *Small scale forestry*, 17(2), 277 – 292.
13. KNBS (2018) Kenya National Bureau of Statistics. Kenya Integrated Household Budget Survey (2017/2018), Government Printer, Nairobi, Kenya.
14. Kiptot, E. & Franzel, S. (2011). *Gender and Agroforestry in Africa: Are Women Participating*. Occasional Paper, World Agroforestry Center, Nairobi, Kenya.
15. Kothari, C.R. (2004). *Research Methodology Methods and Techniques*. 2nd Edition, New Age International Publishers, New Delhi.

16. Kristjanson, P., Bryan, E., Bernier, Q., Twyman, J., Meinzen-Dick, R., Kieran, C. & Doss, C. (2017). Addressing gender in agricultural research for development in the face of a changing climate: where are we and where should we be going? *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(5), 482-500.
17. Lawin, K. G. & Tamini, L. D. (2018). Land Tenure Differences and Adoption of Agri-Environmental Practices: Evidence from Benin. *The Journal of Development Studies*, pp. 1-14.
18. Machakos County Government. (2015). Machakos County Integrated Development Plan. Machakos, Kenya.
19. Macneil, C., Brown, H. C. P. & Sonwa, D. J. (2017). Investigations of the Livelihood Strategies of Young Men and Women in Forested Landscapes of Eastern Cameroon. *International Forestry Review* 19(4): 437- 448.
20. Masuki, K. F. G., Kamugisha, R., Mowo, J. G., Tanui, J., Tukahirwa, J., Mogoi, J. & Adera, E. O. (2010). Role of mobile phones in improving communication and information delivery for agricultural development: Lessons from South Western Uganda. *Workshop proceedings*, Makerere University, Kampala, Uganda, pp. 22-23.
21. Mburu, B. K. (2013). Effects of climate variability and change on dry-land agriculture and the adaptation strategies by small-scale farmers in Yatta District, Kenya. PhD thesis, Kenyatta University, Nairobi, Kenya.
22. Meijer, S. S., Catacutan, D., Ajayi, O. C., Sileshi, G. W. & Nieuwenhuis, M. (2015). The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in Sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 13. Pages?
23. MENR (2006). Ministry of Environment & Natural Resources. Forest Department annual Report for Kangundo District. Unpublished Report.
24. Muriu-Ng'ang'a, F. W. (2017). Utilisation of selected rainwater harvesting and saving technologies for improved crop production in Tharaka South Sub-county, Kenya. Ph.D Thesis, Kenyatta University, Nairobi, Kenya.
25. Nkamleu, G. B. & Manyong, V. M. (2005). Factors affecting the adoption of agroforestry practices by farmers in Cameroon. *Small-scale forest economics, management and policy*, 4(2), 135-148.
26. Permadi, D. B., Burton, M., Pandit, R., Race, D., Ma, C., Mendham, D. & Hardiyanto, E. B. (2018). Socio-economic factors affecting the rate

- of adoption of acacia plantations by smallholders in Indonesia. *Land use policy*, 76, 215-223.
27. Quandt, A., Neufeldt, H. & McCabe, J. T. (2018). Building livelihood resilience: what role does agroforestry play? *Climate and Development*. Volume, and pages? doi.org/10.1080/17565529.2018.1447903.
  28. Shiferaw, S. T., Frédéric, B., Hae, K. & Giller, K. (2017). Climate-smart agroforestry: *Faidherbia albida* trees buffer wheat against climatic extremes in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Agricultural and Forest Meteorology*. 248, 339-347.
  29. Shrestha, S., Shrestha, U. B. & Bawa, K. (2018). Socio-economic factors and
  30. management regimes as drivers of tree cover change in Nepal. *Peer J*, 6, e4855.
  31. Simotwo, H. K., Stella, M., Mikalitsa, S. M. & Wambua, B. N. (2018). Climate change adaptive capacity and smallholder farming in Trans-Mara East Sub-county, Kenya. *Geoenvironmental Disasters* 5:5.
  32. Siraj, M., Zhang, K., Xiao, W., Bilal, A., Gemechu, S., Geda, K., Yonas, T. & Xiaodan, L. (2018). Does Participatory Forest Management Save the Remnant Forest in Ethiopia? In Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences 88 (1), 1–14.
  33. Singh, C. (2018). Adoption of Agroforestry Practices: Chi 2 Function Approach in Determining Influence of Individual and Social Factors on Farmers' Decision to Adopt or not to Adopt Agroforestry. *Indian Forester*, 144 (7), 646-652.
  34. Survey of Kenya, (2018). Map of Machakos County and its position in Kenya. County Survey Office, Machakos, Government of Kenya.
  35. Trinh, T. Q., Rañola, R. F., Camacho, L. D. & Simelton, E. (2018). Determinants of farmers' adaptation to climate change in agricultural production in the central region of Vietnam. *Land use policy*, 70, 224-231.
  36. Verkaart, S., Orr, A., Harris, D. & Claessens, L. (2017). Intensify or diversify? Agriculture as a pathway from poverty in eastern Kenya, *Socioeconomics Discussion Paper Series*, Series Paper Number 40 <http://oar.icrisat.org/id/eprint/9937>.
  37. Wambua, S., Birachi, E., Gichangi, A., Kavoi, J., Njuki, J., Mutua, M. & Karanja, D. (2018). Influence of productive resources on bean production in male-and female-headed households in selected bean corridors of Kenya. *Agriculture & Food Security*, 7(1), 85.



38. Wunder, S., Angelsen, A. & Belcher, B. (2014). Forests, Livelihoods, and Conservation: Broadening the Empirical Base. *World Development*, 64(1), S1-S11. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.03.007>.
39. Wyche, S., Simiyu, N. & Othieno, M. E. (2017). Understanding women's mobile phone use in rural Kenya: An affordance-based approach. *Mobile Media & Communication*. <https://doi.org/10.1177/2050157918776684>.
40. Zomer, R. J., Neufeldt, H., Xu, J. C., Ahrends, A., Bossio, D., Trabucco, A., van Noordwijk, M. & Wang, M. (2016). Global tree cover and biomass carbon on agricultural land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. <http://www.worldagroforestry.org/publications/>.

## Recours aux Soins Périnataux au Mali : Une Analyse de la Qualité des Soins

*M. Moussa Anou Guindo*

Démographe ARCAD SANTE PLUS, Bamako, Mali

*Dr. Hamidou Kone*

*Pr. Rwengé Mburano*

Institut de Formation et de Recherche Démographique (IFORD), Cameroun

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p229](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p229)

Submitted: 02 April 2023

Accepted: 23 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Anou Guindo M.M., Kone H. & Mburano R. (2023). *Recours aux Soins Périnataux au Mali : Une Analyse de la Qualité des Soins*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 229.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p229>

### Résumé

Au Mali, le niveau de recours aux soins périnataux reste en deçà des normes internationales. En 2018, seules 43% des gestantes ont eu au moins 4 consultations prénatales et près de 20% n'ont reçu aucune consultation. Le niveau des décès maternels et ceux liés à la grossesse sont respectivement estimé à 325 et 373 pour 100000 naissances vivantes. La promotion de la santé maternelle à travers un suivi normal de la grossesse contribuera à réduire les risques de décès maternels et infantiles. Cette étude visait à identifier le profil des gestantes à l'égard des soins périnataux et les facteurs explicatifs du recours à ces soins au Mali. Les données proviennent de l'enquête démographique et de santé du Mali de 2018. L'analyse explicative à l'aide d'une régression logistique ordinaire sous l'approche multiniveau a permis d'identifier les facteurs explicatifs de l'utilisation adéquate des services de soins périnataux. La région de résidence, la proportion des ménages pauvres et de femmes non modernes dans la communauté, le niveau de vie du ménage, la catégorie socio-professionnelle du conjoint de la femme, le degré de modernité, la parité, l'opportunité de la grossesse, et la perception sur les contraintes d'accès au milieu de soins sont des facteurs qui expliquent le comportement de la femme malienne à l'égard des soins périnataux. Le résultat du profilage indique que les gestantes qui recourent aux soins périnataux sans respecter les normes sont principalement celles issues des zones rurales des régions de Sikasso, Kayes

et Mopti, elles sont multipares et ont plus de 35 ans résidant dans les ménages de grande taille. Le groupe des gestantes n'ayant fait aucuns soins prénatals sont pour la plupart des régions de Gao, Tombouctou et Kidal, aussi dans des ménages pauvres avec des conjoints de catégorie socioprofessionnelle faible, elles ne sont pas modernes et ont d'énormes difficultés en termes financiers, d'accessibilité et de permission à se rendre dans une structure sanitaire. Ces résultats impliquent la nécessité d'une meilleure répartition et d'un renforcement des infrastructures sanitaires dans les différentes régions. Aussi, l'autonomie de la femme à travers son instruction et celui de son conjoint ainsi que la création des activités génératrices de revenus peuvent contribuer à un meilleur recours aux soins prénatals.

---

**Mots-clés:** Qualité, Soins prénatals, Mali

---

## **Use of Prenatal Care in Mali: An Analysis of the Wuality of Care**

*M. Moussa Anou Guindo*

Démographe ARCAD SANTE PLUS, Bamako, Mali

*Dr. Hamidou Kone*

*Pr. Rwengé Mburano*

Institut de Formation et de Recherche Démographique (IFORD), Cameroun

---

### **Abstract**

In Mali, the level of use of prenatal care remains below international standards. In 2018, only 43% of pregnant women had at least 4 prenatal consultations and nearly 20% received no consultation. The level of maternal deaths and those related to pregnancy are respectively estimated at 325 and 373 per 100,000 live births. Promoting maternal health through normal pregnancy monitoring will help reduce the risk of maternal and child deaths. This study aimed to identify the profile of pregnant women with regard to prenatal care and the explanatory factors for the use of this care in Mali. Data are from the 2018 Mali Demographic and Health Survey. Explanatory analysis using ordinal logistic regression under the multilevel approach identified explanatory factors for adequate use of services prenatal care. The region of residence, the proportion of poor households and non-modern women in the community, the standard of living of the household, the socio-professional category of the wife's spouse, the degree of modernity, parity, the opportunity of pregnancy, and the perception of the constraints of access to the health care environment are factors that explain the behavior of Malian women with

regard to prenatal care. The results of the profiling indicate that the pregnant women who resort to prenatal care without respecting the standards are mainly those from rural areas of the regions of Sikasso, Kayes, and Mopti, they are multiparous, and are over 35 years old residing in large households. The group of pregnant women who have had no prenatal care are mostly from the regions of Gao, Timbuktu, and Kidal, also in poor households with spouses of low socio-professional category, they are not modern and have enormous difficulties in terms of financial, accessibility and permission to visit a health facility. These results imply the need for better distribution and strengthening of health infrastructure in the different regions. Also, the autonomy of the woman through her education and that of her spouse, as well as the creation of income-generating activities, can contribute to better use of prenatal care.

---

**Keywords:** Quality, Prenatal Care, Mali

### **Introduction**

Bien que diminué de 35 % par rapport à l'année 2000, en 2017, 295000 décès maternels ont été recensés dans le monde (OMS., 2019). La plupart de ces décès, soit 66%, ont lieu dans les régions d'Afrique subsaharienne. Les causes de ces décès peuvent être regroupées en trois parties : les décès résultant des complications obstétricales, les décès dus à la préexistence des maladies qui se sont développées pendant la grossesse et les décès accidentels non liés à la grossesse (Garland and Little, 2018). Parmi les complications obstétricales, l'hémorragie se présente comme la principale cause de décès maternels en Afrique, en Asie et dans certains pays occidentaux (Flores et al., 2021). Les causes des décès sur 57 pays d'Afrique subsaharienne entre 2015 et 2020 sont environ de 30% pour des hémorragies obstétricales, 22% pour des troubles hypertensifs pendant la grossesse, 12% pour des infections liées à la grossesse (Musarandega et al., 2021). Ainsi, pour une femme, particulièrement africaine, donner vie n'est pas seulement un événement heureux parce que beaucoup parmi elles perdent la leur au cours de la grossesse, pendant l'accouchement ou après l'accouchement.

Fort de ce constat et de la place de la femme dans les sociétés africaines, améliorer la santé maternelle en Afrique subsaharienne est une urgence. Elle l'est parce que les femmes sont des piliers du développement économique et social. Comme le disait le président de la république de Guinée Alpha Condé lors d'une interview en 2011, « l'économie africaine, pour l'essentiel repose sur les femmes ». Plusieurs initiatives ont été prises à l'échelle internationale pour réduire la mortalité maternelle dans les pays en développement. Parmi elles : les objectifs du développement durable (ODD) mis en place en 2015. Les dirigeants du monde lors du sommet sur les ODD,

s'engagent à une diminution du taux mondial de mortalité maternelle au-dessus de 70 pour 100000 naissances vivantes d'ici à 2030.

L'atteinte de cet objectif est moins probable pour plusieurs pays africains. En 2017 le ratio de mortalité maternelle était estimé à 397 décès pour 100 000 naissances vivantes au Bénin ; 320 décès pour 100 000 naissances au Burkina ; 576 pour 100 000 naissances vivantes en Guinée et 509 décès pour 100 000 naissances vivantes au Niger (OMS, 2019). C'est aussi le cas au Mali où la mortalité maternelle en 2018 était estimée à 325 décès maternels pour 100 000 naissances vivantes, le rapport de mortalité liée à la grossesse valait 373 décès maternels pour 100 000 naissances vivantes (EDSVI, 2018).

Cependant, une grande partie de ces décès sont évitables parce que les solutions médicales pour les prévenir ou les prendre en charge sont connues. Pour ce faire, toutes les femmes doivent avoir accès aux soins prénatals pendant la grossesse et après l'accouchement par des personnels qualifiés (OMS, 2019). Les études comme (Ambaw et al., 2022; Chireh et al., 2021; Hlongwane et al., 2021; Tekelab et al., 2019; Wiggins et al., 2018; Abir et al., 2017; Nikiéma et al., 2009) soulignent l'importance des soins prénatals s'ils sont reçus normalement. Ces soins permettent un contact régulier entre la parturiente et le milieu de soins, ils permettent de détecter les pathologies et prévenir les risques liés à la grossesse, de définir le pronostic de l'accouchement, de réduire les risques d'erreurs professionnelles, de réduire ainsi les décès maternels et infantiles.

En dépit des vertus des soins prénatals, au Mali la proportion des femmes qui ont eu au moins 4 soins prénatals est seulement de 43%. Cette proportion est plus élevée en milieu urbain (67%) qu'en milieu rural (37%). Elles sont seulement 36% des femmes à faire des premiers soins prénatals au premier trimestre de la grossesse, la moitié de ces grossesses n'a pas été protégée contre le tétanos. Aussi, 23% des femmes rurales n'ont obtenu aucun soin prénatal contre 19% sur le plan national (EDSVI, 2018). C'est dans ce contexte qu'au Mali, plusieurs études ont lieu sur les facteurs associés à l'utilisation des services de soins prénatals, il s'agit entre autres de : (Bain et al., 2022; Tounkara et al., 2022; Diarra, 2020; Dumont et al., 2013; White et al., 2013; Gage, 2007). La plupart de ces études traitent de manière globale l'utilisation des services de santé maternelle sans un accent particulier sur le recours aux soins prénatals. Celles qui traitent du recours aux soins prénatals l'ont fait sans tenir compte de la qualité de ses soins ou des méthodes d'analyse plus adaptées. Fort de ce constat, l'objectif de ce travail est de contribuer à une amélioration de la santé maternelle au Mali. De manière spécifique, il vise à chercher les facteurs qui expliquent l'utilisation adéquate des services de soins prénatals au Mali et le dressage du profil des femmes à l'égard de ces services de soins. Pour ce faire, le présent document est divisé en 4 parties : approches théoriques, cadre méthodologique, résultats et discussions.

## **1. Approches théoriques**

Les travaux de recherche en matière de l'utilisation des services modernes de soins requièrent trois approches. La première a trait à l'offre sanitaire, la deuxième fait référence à la demande de soins et la troisième implique l'offre et la demande sanitaire.

### **1.1. Approche liée à l'offre**

Selon cette approche, la disponibilité, l'accessibilité financière et géographique sont des préalables à l'utilisation des soins prénatals. Les partisans de cette thèse sont convaincus que l'offre crée sa propre demande (Beninguissé, 2003). Cette approche dans le contexte africain tient du fait que dans la plupart de ces pays, la couverture médicale est insuffisante. Ceci étant, les distances à parcourir pour atteindre un centre de santé sont relativement longues et les moyens de transport sont peu développés (Richard et al., 2008). Ceci contribuerait à une sous-utilisation des services de soins prénatals.

Visiblement, cette approche sous-estime l'effet du contexte socioculturel de l'individu dans le choix thérapeutique. Plusieurs travaux, (Laronne et al., 2021; Kitson, 2018; Atekyereza and Mubiru, 2014; Golberstein et al., 2008; Beninguisse and De Brouwere, 2004; Mariko, 2003) montrent qu'au-delà de la disponibilité des soins, la relation entre le patient et le soignant, les problèmes de stigmatisation ou de discrimination, le système organisationnel du cadre de soins, la qualité des soins, la perception de la grossesse sont des déterminants majeurs de l'utilisations des soins. Dans le contexte africain, il ne suffit pas que les soins soient disponibles pour que les femmes aient systématiquement recours.

### **1.2. Approche liée à la demande**

Pour cette approche, étudier un phénomène social tel que le recours aux soins prénatals, impose de voir l'individu dans son ensemble, c'est-à-dire la société dans laquelle il vit et la perception de cette dernière face à la maladie et à la grossesse.

Cette approche met l'accent sur l'acceptation des services thérapeutiques offerts par les structures sanitaires. En d'autres termes, l'utilisation des services de santé dépend des caractéristiques socioculturelles, économiques et démographiques de la population. Ces caractéristiques expliquent les différences de recours aux soins modernes (Beninguissé, 2003). S'agissant de la grossesse, dans certaines sociétés, elle est considérée comme un état normal et ne nécessite pas un recours aux soins prénatals.

Plusieurs études sociodémographiques se sont inscrites dans cette perspective explicative du recours aux soins. Elles ont essayé de l'expliquer par une multiplicité de variables socioculturelles comme l'ethnie, la religion l'instruction, l'occupation, l'exposition aux médias, la parité atteinte,

l'opportunité de la grossesse en accordant une place importance aux variations culturelles des croyances et perceptions relatives en matière de la grossesse (Cissé 2018 ; Nganawara, 2017; Rwengé et Kochu, 2014; Adjiwanou, 2013; Bucagu et al. 2012; Rwengé et Tchamgoué, 2011; Djourdebbé, 2005; N'diaye et al., 2005 ; Béninguissé, 2003).

Outre les caractéristiques culturelles, les coûts liés aux soins déterminent aussi les comportements thérapeutiques (Timpkeu, 2016 ; Ridde et al., 2012; Franckel, 2004; Béninguissé, 2003; Haddad and Fournier, 1995). En effet, l'appartenance à un groupe social défavorisé ou résider dans un ménage pauvre avec des difficultés de prise en charge financière de la grossesse par le mari ou le partenaire sont autant des facteurs qui peuvent empêcher les femmes d'aller en consultation ou de demander l'assistance d'un personnel de santé qualifié.

### **1.3. Approche globale du recours aux soins de santé**

L'approche globale intègre les deux précédentes approches, à savoir l'approche de l'offre des soins et l'approche de la demande des soins. Cette combinaison permet de pallier les insuffisances de ces différentes approches prises séparément pour expliquer l'utilisation des soins pendant la grossesse. Elle combine donc à la fois des facteurs liés aux caractéristiques institutionnelles mais aussi aux caractéristiques économiques, socioculturelles et démographiques des individus.

Les travaux d'Andersen et Newman (1973) et de Kroeger (1983) expliquent le recours aux soins par la prise en compte concomitante de deux groupes de facteurs : les facteurs prédisposants et des facteurs favorisants. Les facteurs dits prédisposant se rapportent aux caractéristiques démographiques, culturelles et aux croyances en matière de santé. Les facteurs favorisants se rapportent à la disponibilité des ressources au niveau des individus ou au niveau communautaire pour faciliter l'utilisation des services de santé. Cela permettra de lever des barrières liées à l'accessibilité géographique et financière. Ces facteurs favorisants ont également trait à la disponibilité des personnels, des infrastructures et des équipements sanitaires, donc à la disponibilité effective d'un système de soins.

Les travaux de Thaddeus et Maine (1994) distinguent trois délais expliquant le recours aux soins. Le premier délai fait référence au temps entre l'avènement d'une pathologie et la prise de décision de recourir aux soins. Le deuxième délai fait référence au temps écoulé avant d'atteindre un centre de santé. Le troisième et dernier délai a trait au temps mis entre l'arrivée au centre de santé et les premières prestations de services de prise en charge.

Le premier délai se rapporte donc aux facteurs socio-économiques et culturels. Le deuxième et le troisième délai sont liés aux caractéristiques de l'offre sanitaire, notamment de la répartition des infrastructures sanitaires et

de la qualité dans la prise en charge des patients. Cela aurait sa validité dans le contexte africain où la répartition des structures sanitaires demeure insuffisante et la qualité des services produits reste faible.

Les travaux de Béninguissé (2001) dans le contexte camerounais présentent des facteurs susceptibles d'influencer le comportement des femmes à l'égard des soins maternels : Le niveau de vie du ménage de la femme pouvant déterminer la capacité de cette dernière à faire face aux barrières financières. Le degré de modernité à travers l'éducation de la femme, son exposition aux médias et son occupation entraîne une prise de conscience aux avantages de la prise en charge de la grossesse. Le milieu de socialisation agit aussi sur le comportement de la femme par le même mécanisme que le degré de modernité. La taille du ménage et le sexe du chef de ménage ainsi que le lien de la femme avec le chef de ménage permettent de capter les mécanismes de prise de décision en matière de la santé. L'intervalle inter génésique intervient aussi dans la prise en charge de la grossesse. Enfin, les facteurs contextuels tels que la disponibilité et l'accessibilité du service de santé maternelle peuvent ou pas encourager le recours aux soins.

#### **1.4. Choix d'une approche**

S'inspirant des travaux de Rwengé et Kochu (2014) en Côte d'Ivoire, la présente étude opte pour une approche holistique du recours aux soins en accordant une importance particulière aux travaux de Béninguissé (2001). Cependant, une telle étude au Mali nécessite également la prise en compte des effets contextuels dans la méthodologie d'analyse. Nous supposons que le recours aux soins prénatals des gestantes maliennes est fonction du contexte de résidence, des caractéristiques de l'offre sanitaire, des caractéristiques du ménage, du rapport de genre et des caractéristiques individuelles de la gestante. Ce choix est motivé par la faiblesse de l'approche offre et de l'approche demande comme étant des facteurs isolables du recours aux soins.

Le Mali est un pays où les caractéristiques culturelles et les caractéristiques de l'offre sanitaire sont des pesanteurs importantes dans le recours aux soins prénatals. En 2017, le pays ne comptait que 1361 centres de santé communautaire et 70 centres de santé de référence<sup>1</sup>. Ces statistiques, comparées à une superficie de 1 241 238 km<sup>2</sup> et une population estimée à plus de 20 000 000 d'habitants en 2020 témoignent de l'insuffisance des structures sanitaires. En outre, le Mali est en proie à un conflit armé depuis 2012 engendrant un dysfonctionnement majeur des services de soins sur une grande partie du territoire national.

---

<sup>1</sup> Annuaire statistique 2017 de la cellule de planification des statistiques du secteur santé



Par ailleurs, dans la société malienne, la grossesse pour la plupart est perçue comme un événement naturel, un état bénin, ne nécessitant pas de mettre en avance les éventuels problèmes de santé que cela peut engendrer.

## **2. Cadre méthodologique**

### **▪ Source de données**

Les données ayant servi à cette étude proviennent de la sixième enquête démographique et de santé réalisée au Mali en 2018 par l'Institut National de la Statistique, de la Cellule de Planification et de Statistique Secteur Santé-Développement Social et Promotion de la Famille (CPS/SS-DS-PF) et ses partenaires. L'un des objectifs de cette enquête était de produire des indicateurs sociodémographiques, économiques et sanitaires en particulier chez les femmes de 15-49 ans, les enfants de moins de 5 ans et les hommes de 15-59 ans. Parmi les thématiques traitées lors de cette enquête : caractéristiques des logements, des enquêtés et des ménages ; nuptialité et activité sexuelle ; fécondité et préférences en matière de fécondité ; planification familiale ; utilisation des services de santé maternelle dont le recours aux soins prénatals ; santé et mortalité des enfants de moins de 5 ans. L'étude s'est déroulée sur toute l'étendue du territoire malien hormis les zones rurales de la région de Kidal, pour des raisons de sécurité. Un échantillon, aréolaire stratifié et à deux degrés a été réalisé. Au premier degré, 379 grappes (104 en milieu urbain et 275 en milieu rural) ont été tirées systématiquement avec une probabilité proportionnelle à leur taille en ménages. Après l'établissement d'une liste exhaustive des ménages dans chaque grappe, un échantillon de 25 ménages est tiré par grappe dans les trois régions du nord (Tombouctou, Gao, Kidal) et de 26 ménages par grappe pour les autres régions (Bamako, Koulikoro, Sikasso, Ségou et Mopti). Parmi les ménages tirés, toutes les femmes de 15-49 étaient éligibles. Par contre, les hommes de 15-59 ans n'étaient tirés que dans un ménage sur deux.

La population cible de l'étude est constituée de 6368 femmes âgées de 15 à 49 ans ayant eu une naissance vivante au cours des cinq dernières années précédant l'enquête.

### **▪ Variable dépendante**

La variable dépendante utilisée dans cette étude est le recours aux soins prénatals. Elle combine des informations sur les normes de soins prénatals telles que recommandées par l'OMS. Il s'agit des informations sur le nombre de visites prénatales effectuées, l'âge de la grossesse au moment de la première visite, l'injection de doses antitétaniques et le personnel consulté pour les soins. L'OMS recommande de faire au moins quatre visites prénatales, faire la première visite au premier trimestre de la grossesse, recevoir au moins deux doses de vaccin antitétanique durant la grossesse en cours ou une dose si la

femme avait été vaccinée lors d'une éventuelle grossesse précédente, et être reçue en soins par un professionnel de santé.

Ainsi, la variable dépendante de l'étude, nommée « *visite prénatale* » a trois modalités et est construite comme suit : « complète », lorsque la gestante a suivi correctement les normes édictées par l'OMS, « partielle » lorsque la gestante a fait au moins une visite prénatale mais n'a pas scrupuleusement respectée toutes les normes de l'OMS et « aucune », lorsque la gestante n'a fait aucune visite prénatale.

- **Variables indépendantes**

Les variables de l'étude sont classées en variables contextuelles et les variables individuelles. Les variables contextuelles sont : la région de résidence, le milieu de résidence, le niveau de vie du ménage, la taille du ménage. La participation de la femme et la prise de décision en matière de sa santé et la permission d'aller se faire soigner seront des variables qui seront utilisées pour opérationnaliser le rapport de genre. La distance face à un établissement sanitaire et le coût de la prestation des services de soins sont des variables qui opérationnalisent les caractéristiques institutionnelles. Les caractéristiques individuelles de la femme couvrent le degré de modernité, l'ethnie, opportunité de la grossesse, le lien parentèle de la gestante avec le chef de ménage, la parité atteinte.

En outre, l'étude utilise la variable catégorie socioprofessionnelle du conjoint parmi les variables explicatives. Il est à noter que le degré de modernité de la femme et la catégorie socioprofessionnelle du conjoint, pour des problèmes de colinéarité, sont des variables composites conçues à partir de l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiple (AFCM). La première combine l'instruction, l'occupation et l'exposition aux médias de la femme, la seconde combine l'occupation et l'instruction du conjoint.

- **Méthodes d'analyse**

Les méthodes d'analyse utilisées dans cette étude sont à la fois descriptives et explicatives. Au niveau descriptif, une analyse bivariée à l'aide du test du  $\chi^2$ , appuyé d'une analyse Factorielle des correspondances multiples sont utilisées.

Au niveau explicatif, la variable dépendante ayant trois modalités et hiérarchisable, la régression logistique ordinaire sous une approche multiniveau est utilisée. Ce type d'analyse présente l'avantage de montrer les effets contextuels et individuels dans le cas des données nichées. En effet, la régression logistique ordonnée est une régression contenant les deux effets fixes et effets aléatoires. Une réponse ordonnée est une variable catégorique ayant des modalités qui suivent un ordre logique. Dans le cas présent, notre variable dépendante présente trois modalités ordinales : avoir une visite complète, avoir une visite partielle et n'avoir aucune visite.

Nous cherchons à estimer les types de visite prénatale (Y) chez la femme (i) vivant dans le ménage (j) dans la communauté (k) donnée grâce à des caractéristiques (X), pouvant être des attributs individuels et/ou des éléments décrivant le contexte dans lequel vit la femme. En considérant ces trois niveaux d'analyse (ijk), respectivement M et N des grappes et ménages indépendants et conditionnel à un ensemble d'effets fixes  $X_{ijk}$  de seuils q et un ensemble d'effets aléatoires  $U_{jk}$ , la probabilité cumulée de réponse dans une catégorie supérieure à q est :  $\Pr(Y_{ijk} > q | X_{ijk}, q, U_{jk}) = H(X_{ijk} B + z_{ijk} U_{jk} - Q_q)$ .

Pour  $k=1, \dots, M$  grappes,  $j=1, \dots, N$  ménages et  $i=1, \dots, n$  observations. Les seuils q noté  $q_1, q_2, \dots, q_{q-1}$  où q est le nombre de résultats possibles.  $H(\cdot)$  est la logistiquie fonction de distribution cumulative qui représente la probabilité cumulative. Les vecteurs  $X_{ijk}$  et  $Z_{ijk}$  sont respectivement des effets fixes et des effets aléatoires du modèle. Ainsi à partir de l'équation précédente, nous pouvons déduire que la probabilité d'observer un résultat q c'est-à-dire un type de visite prénatale chez une femme i qui réside dans le ménage j de la grappe k est :  $\Pr(Y_{ijk} = q | q, U_{jk}) = H(Q_q - X_{ijk} B - z_{ijk} U_{jk}) - H(Q_{q-1} - X_{ijk} B - z_{ijk} U_{jk})$ . L'interprétation des résultats sera faite sur les odds ratios et des effets marginaux pour un seuil de 5%.

### 3. Résultats

#### 3.1. Présentation de l'échantillon

Près de la moitié des femmes, soit 48,10% ont moins de 25 ans, 13,36% ont un âge compris entre 35 et 49 ans. Elles habitent pour la plupart en milieu rural soit 72,90%. Seules 9,30% d'entre elles sont chef de ménages et 74,53% sont des épouses au chef de ménage. Près de 7 femmes sur 10 sont non modernes ou moyennement modernes elles ont moins fréquenté, sont des femmes de ménages ou agricultrices et sont moins exposées aux médias 15% des grossesses concernées n'étaient pas opportunes au moment de leur survenue.

#### 3.2. Résultats descriptifs

Au niveau descriptif, le Tableau 1 indique que 22,49% n'ont fait aucune visite prénatale au cours de leur dernière grossesse avant la date de l'enquête, 59,99% d'entre elles ont fait au moins une visite prénatale mais n'ont pas respectées les normes de l'OMS en la matière. Elles n'ont pas respecté à la fois les quatre critères : faire la première visite au cours du premier trimestre de la grossesse, faire au moins quatre visites prénatales, recevoir deux doses de vaccin contre le tétanos, se faire consulter par un professionnel de santé. Le reste des femmes, soit 17,53% ont fait des visites prénatales correctes selon les critères édictés ci-dessus. Au seuil de 5%, toutes

les variables sont significativement associées au type de visite prénatale hormis la variable participation de la femme à la prise de décision. Les gestantes des régions de Kidal, Gao, Tombouctou et Kayes avec les proportions respectives de 70,65%, 38,72%, 29,95%, 24,83% ; ont des fortes proportions des gestantes qui n'ont fait aucune visite prénatale par rapport aux gestantes d'autres régions. Les gestantes rurales sont plus nombreuses à ne faire aucune visite (24,73%) prénatale par rapport aux gestantes urbaines (16,45%). Les gestantes des ménages pauvres ainsi que les gestantes dont leur conjoint est d'une catégorie socioprofessionnelle faible sont plus nombreuses à ne faire aucune visite prénatale par rapport aux gestantes des ménages riches ou celles avec des conjoints de catégorie élevée, soit 34,73% et 34,64% contre 9,98% et 7,76%. Les gestantes âgées de 35 à 49 ans et les gestantes non modernes sont plus nombreuses à ne faire aucune visite prénatale par rapport aux gestantes de moins de 35 ans et celles plus modernes soit 27,50% et 34,96% contre 21,65% et 7,40%. Les grossesses inopportunes sont plus nombreuses à ne faire aucun suivi prénatal par rapport aux grossesses opportunes soit 25,25% contre 22,01%. Les difficultés d'accès aux soins liées à la distance, à la permission et aux moyens financiers favorisent également l'absence d'un suivi prénatal.

**Table 1.** Distribution des variables d'analyse et analyse bivariée, N=6368.

Variables/modalités	Effectif (%)	Visite complète	Visite partielle	Aucune visite	P-value
		(n=1116) Effectif (%)	(n=3820) Effectif (%)	(n=1432) Effectif (%)	
<b>Caractéristiques communautaires</b>					
<b>Région de résidence</b>					
Kayes	858 (13,47)	163 (19,00)	482 (56,18)	213 (24,83)	<0,001
Koulikoro	888 (13,94)	156 (17,57)	595 (67)	137 (15,43)	
Sikasso	1073 (16,85)	106 (9,88)	721 (67,19)	246 (22,93)	
Ségou	832 (13,07)	131 (15,75)	525 (63,1)	176 (21,15)	
Mopti	499 (7,84)	67 (13,43)	352 (70,54)	80 (16,03)	
Tombouctou	651 (10,22)	82 (12,60)	374 (57,45)	195 (29,95)	
Gao	421 (6,61)	63 (14,96)	195 (46,32)	163 (38,72)	
Kidal	276 (4,33)	15 (5,43)	66 (23,91)	195 (70,65)	
Bamako	870 (13,66)	333 (38,28)	510 (58,62)	27 (3,10)	
<b>Milieu de résidence</b>					
Urbain	1726 (27,10)	509 (29,49)	933 (54,06)	284 (16,45)	<0,001

Rural	4642 (72,90)	607 (13,08)	2887 (62,19)	1148 (24,73)	
<b>Proportion de ménage pauvre dans la grappe</b>					
Elevée	2501 (39,27)	197 (7,88)	1404 (56,14)	900 (35,99)	<0,001
Faible	3867 (60,73)	919 (23,77)	2416 (62,48)	532 (13,76)	
<b>Proportion de femme non moderne dans la grappe</b>					
Elevée	825 (12,96)	53 (6,42)	443 (53,7)	329 (39,88)	<0,001
Faible	5543 (87,04)	1063 (19,18)	3377 (60,92)	1103 (19,9)	
<b>Caractéristiques du ménage</b>					
<b>Niveau de vie du ménage</b>					
Pauvre	2450 (38,47)	194 (7,92)	1405 (57,35)	851 (34,73)	<0,001
Moyen	1334 (20,95)	188 (14,09)	823 (61,69)	323 (24,21)	
Riche	2584 (40,58)	734 (28,41)	1592 (61,61)	258 (9,98)	
<b>Participation de la femme à la prise de décision</b>					
Participe	1185 (19,54)	200 (16,88)	709 (59,83)	276 (23,29)	0,202
Ne participe	4881 (80,46)	863 (17,68)	2945 (60,34)	1073 (21,98)	
<b>Taille du ménage</b>					
Petite	2451 (38,49)	451 (18,4)	1435 (58,55)	565 (23,03)	0,031
Moyenne	2116 (33,23)	346 (16,35)	1268 (59,92)	502 (23,72)	
Grande	1801 (28,28)	319 (17,71)	1117 (62,02)	365 (20,27)	
<b>Catégorie socioprofessionnelle du conjoint</b>					
Faible	2451 (42,54)	214 (8,73)	1388 (56,63)	849 (34,64)	<0,001
Moyen	1802 (31,28)	312 (17,31)	1158 (64,26)	332 (18,42)	
Elevé	1508 (26,18)	479 (31,76)	912 (60,48)	117 (7,76)	

Variables/modalités	Effectif (%)	Visite complète	Visite partielle	Aucune visite	P-value
		(n=1116) Effectif (%)	(n=3820) Effectif (%)	(n=1432) Effectif (%)	
<b>Caractéristiques individuelles de la femme</b>					
<b>Age</b>					
Moins de 25 ans	3063 (48,10)	531 (17,34)	1869 (61,02)	663 (21,65)	0,003
25 - 34 ans	2454 (38,54)	452 (18,42)	1467 (59,78)	535 (21,80)	
35 - 49 ans	851 (13,36)	133 (15,63)	484 (56,87)	234 (27,50)	
<b>Ethnie</b>					
Bambara/malinké	2303 (36,17)	461 (20,02)	1439 (62,48)	403 (17,50)	<0,001
Peulh	811 (12,74)	130 (16,03)	497 (61,28)	184 (22,69)	
Sarakolé/soninké	496 (7,79)	118 (23,79)	296 (59,68)	82 (16,53)	
Sonrai/bella/sonrai	1248 (19,60)	167 (13,38)	607 (48,64)	474 (37,98)	
Dogon	446 (7,00)	53 (11,88)	313 (70,18)	80 (17,94)	
Senoufo/mianka/bobo	688 (10,80)	103 (14,97)	436 (63,37)	149 (21,66)	
Autres	376 (5,90)	84 (22,34)	232 (61,70)	60 (15,96)	
<b>Degré de modernité</b>					
Non moderne	1636 (25,69)	158 (9,66)	906 (55,38)	572 (34,96)	<0,001
Peu moderne	2812 (44,16)	390 (13,87)	1704 (60,6)	718 (25,53)	
Moderne	1920 (30,15)	568 (29,58)	1210 (63,02)	142 (7,40)	
<b>Parité atteinte</b>					
1 à 3 enfants	3533 (55,48)	694 (16,64)	2088 (59,10)	751 (21,26)	<0,001
4 enfants ou plus	2835 (44,52)	422 (14,89)	1732 (61,09)	681 (24,02)	
<b>Lien parentèle avec le chef de ménage</b>					
Chef de ménage	592 (9,30)	109 (18,41)	334 (56,42)	149 (25,17)	0,001
Epouse	4746 (74,53)	798 (16,81)	2862 (60,30)	1086 (22,88)	
Autres	1030 (16,17)	209 (20,29)	624 (60,58)	197 (19,13)	
<b>Opportunité de la grossesse</b>					
Opportune	5433 (85,32)	990 (18,22)	3247 (59,76)	1196 (22,01)	0,001

Inopportune	935 (14,68)	126 (13,48)	573 (61,28)	236 (25,24)	
<b>Perception d'avoir des moyens financiers pour les soins</b>					
Grand problème	2834 (44,50)	328 (11,57)	1644 (58,01)	862 (30,42)	<0,001
Pas assez de problème	3534 (55,50)	788 (22,3)	2176 (61,57)	570 (16,13)	
<b>Perception d'avoir de la permission pour aller recevoir les soins</b>					
Grand problème	1793 (28,16)	206 (11,49)	1067 (59,51)	520 (29,00)	<0,001
Pas assez de problème	4575 (71,84)	910 (19,89)	2753 (60,17)	912 (19,93)	
<b>Perception de la distance pour aller recevoir les soins</b>					
Grand problème	2048 (32,16)	196 (9,57)	1106 (54)	746 (36,43)	<0,001
Pas assez de problème	4320 (67,84)	920 (21,3)	2714 (62,82)	686 (15,88)	

### 3.3. Niveau descriptif multivarié

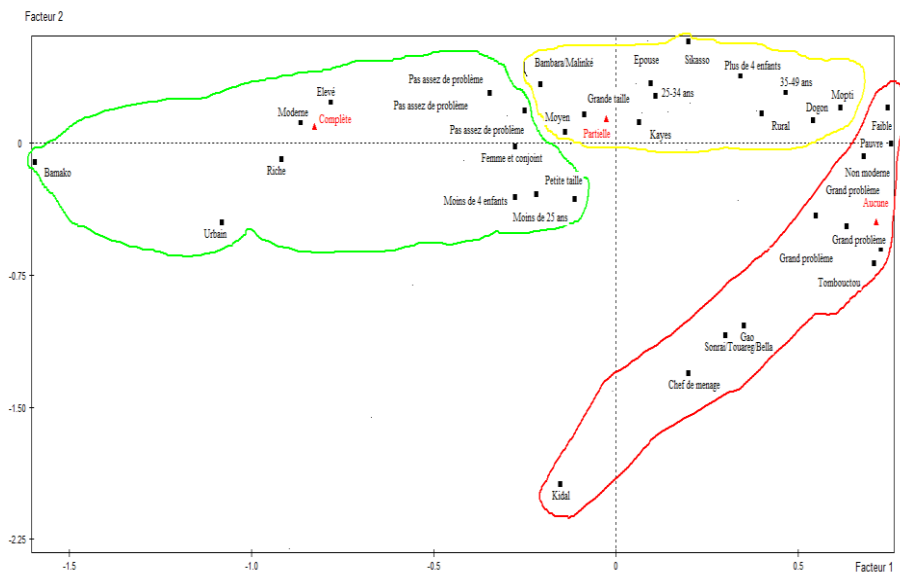
#### 3.3.1. Interprétation des axes

L'un des objectifs de l'analyse factorielle est de décrire les caractéristiques des gestantes selon le type de recours aux soins prénatales. A cet effet, les trois premiers axes du plan factoriel ont été retenus avec des contributions respectives de 8,98%, 6,96% et de 5,13% de l'inertie totale. Le premier axe oppose les gestantes non modernes, vivant en milieu rural, dans les ménages pauvres, des conjoints de catégorie faible, avec des difficultés d'accès aux soins à celles de Bamako qui sont modernes se trouvant dans les ménages riches, de petite taille, pour la plupart en milieu urbain, n'ayant pas de difficultés d'accès aux soins et leur conjoint sont de la catégorie élevée. Le deuxième axe oppose les femmes des régions de Gao, Tombouctou et Kidal pour la plupart, elles sont chef de ménage à celles des femmes d'ethnie Bambara, épouses au chef de ménage et qui résident dans la région de Sikasso. Le troisième axe oppose les femmes de Kayes, elles ont moins de 25 ans, avec moins de 4 enfants à celles d'ethnie Dogon, de la région de Mopti, des ménages de grande taille, avec plus de 4 enfants et ayant plus de 25 ans. Ainsi l'axe 1 se réfère aux caractéristiques socioéconomiques, culturelles et conditions géographiques d'accès aux soins, l'axe 2 traite le contexte culturel et de résidence, l'axe3 reflète les caractéristiques sociales et démographiques.

### 3.3.2. Profil des femmes à l'égard des soins prénatals

La première catégorie recouvre les gestantes dont la visite prénatale est conforme aux normes de l'OMS en vigueur. Plus précisément, ces gestantes vivent en milieu urbain et issues principalement des ménages de niveau de vie élevé de la ville de Bamako, ayant ainsi une facilité d'accès aux soins dont elles trouvent les frais à la portée des bourses. Elles et leurs conjoints sont de la catégorie élevée et les décisions sont prises au sein du couple. Elles ont moins de 25 ans et pour la plupart ont moins de quatre enfants. La deuxième catégorie met en exergue les gestantes qui ont débuté le processus de surveillance de la grossesse sans toutefois aller à son terme ou ayant débuté en retard. Elles résident dans les régions de Sikasso, Kayes et Mopti, dans les milieux ruraux. Elles sont d'ethnie Bambara, Dogon et épouses au chef de ménage. Ces gestantes ont entre 35 et 49 ans, ayant plus de 4 enfants et vivant dans les ménages de grande taille avec des conjoints de catégorie moyenne. La troisième catégorie regroupe les gestantes n'ayant fait aucune visite prénatale. Elles sont pour la plupart des régions de Gao, Tombouctou et Kidal, d'ethnie sonrai, issues des ménages pauvres, beaucoup sont cheffes de ménage, avec des conjoints de la catégorie faible, elles sont non modernes et ont d'énormes difficultés en termes financiers, accessibilité et de permission de se rendre dans les centres de santé.

**Graphique 1.** Représentation graphique et caractérisation des gestantes par type de visite prénatale



Source : Analyse descriptive multivariée des données de l'EDS-Mali, 2018



### 3.4. Niveau explicatif

Les résultats de l'estimation du modèle vide révèlent (Tableau 2) que ce modèle est significatif à 1% et la variance de la constante vaut 6,6, elle est significativement différente de zéro. Ceci traduit l'existence effective de l'hétérogénéité entre les communautés. Ainsi, le comportement des femmes à l'égard de la visite prénatale est en partie expliqué par les effets de la communauté dans laquelle elle vit. Dans ce cas précis, la probabilité qu'une femme ait une visite complète peut être expliquée par les caractéristiques liées aux femmes elles-mêmes, aux ménages et à celles liées aux effets de grappes. En outre, au seuil de 1%, le modèle à deux niveaux d'analyse est significativement meilleur par rapport à un niveau d'analyse. Dans la suite, nous allons développer des modèles plus élaborés en tenant compte des caractéristiques de chaque niveau pour faire ressortir la variation du recours aux soins prénatals.

Le premier modèle (M1) incluant seulement les caractéristiques individuelles de la femme du tableau 2 révèle que les variables comme l'âge de la femme, sa perception sur les difficultés d'obtenir les moyens financiers pour les soins ainsi que sa perception sur les difficultés de distance à l'égard des soins, son ethnie, son degré modernité, sa parité atteinte, l'opportunité de la grossesse sont des facteurs associés au recours aux prénatals. En effet, comparées aux gestantes de moins de 25 ans, celles de 25-34 ans ont 1,35 fois plus de chance de faire une visite complète que de faire une visite partielle ou aucune visite. Les gestantes qui perçoivent facile l'accès aux moyens financiers et une distance facile face au milieu de soins ont respectivement 1,66 et 1,96 fois plus de chance de faire une visite complète qu'une visite partielle ou aucune visite. Les gestantes d'ethnie sonrai, bella, touareg comparées aux bambara/malinké ont 51% moins de chance de faire une visite complète au profit des types de visites partielles ou aucune visite. Les gestantes ayant déclarées inopportune leurs grossesses comparées aux grossesses opportunes, celles avec 4 enfants ou plus comparées à celles de moins de 3 enfants ont respectivement 51%, 59% et 33% moins de chance de faire une visite complète et tendent vers des visites partielles ou ne faire aucune visite.

Le deuxième modèle (M2) incluant seulement les caractéristiques du ménage indique que le niveau de vie du ménage et les caractéristiques socioprofessionnelles du conjoint sont significativement associées à la visite prénatale. Plus précisément les gestantes des ménages riches ou moyennement riches comparées à celles des ménages pauvres ont respectivement 6,64 et 1,73 fois plus de chance de faire une visite complète que de faire une visite partielle ou ne faire aucune visite. Les gestantes dont le conjoint est d'une catégorie élevée ou moyennement élevée comparées aux gestantes de conjoints d'une

catégorie faible ont respectivement 4,56 et 1,75 fois plus de chance de faire une visite complète que de faire une visite partielle ou de ne faire aucune visite. Le troisième modèle (M3) incluant seulement les caractéristiques communautaires indique que la région, le milieu de résidence des gestantes, la proportion de ménages pauvres dans la communauté, la proportion de femmes non modernes dans la communauté sont des variables significativement associées à la visite prénatale. Les gestantes des régions de Sikasso, de Gao et de Kidal, comparées à celles de Kayes ont respectivement 52%, 77%, 99% moins de chance de faire une visite complète au profit d'une visite partielle ou aucune visite. En revanche, celles de Bamako et de Mopti, comparées aux gestantes de Kayes, ont respectivement 3,83 et 2,81 fois plus de chance de faire une visite complète de leur grossesse au profit d'une visite partielle ou aucune visite. De même, les gestantes issues des communautés d'une faible proportion de ménages pauvres ou d'une faible proportion de femmes non modernes ont respectivement 5,60 et 6,82 fois plus de chance de faire une visite complète de leur grossesse que de faire une visite partielle ou de ne faire aucune visite. Par contre les gestantes des milieux ruraux comparées aux gestantes urbaines ont 65% moins de chance de faire une visite complète se tendant plus vers des visites partielles ou ne faisait aucune visite.

Le quatrième modèle (M4) ou le modèle complet contient toutes les variables de l'étude, il indique les effets nets de chaque variable. Parmi les caractéristiques individuelles de la femme, le degré de modernité, l'opportunité de la grossesse, la perception sur les difficultés d'avoir les moyens financiers, de la permission pour les soins ainsi que la perception sur la distance face au milieu de soins sont significativement associées à la visite prénatale. Les femmes modernes ou moyennement modernes ont respectivement 3,10 et 1,48 fois plus de chance de faire une visite complète que d'en faire partiellement ou de ne recourir à aucune visite, comparées aux femmes non modernes. La chance de faire une visite complète chez les grossesses inopportunes diminue de 60% par rapport aux grossesses opportunes au profit d'une visite partielle ou de n'y recourir à aucune visite. En revanche, pour les femmes qui perçoivent facile l'accès aux moyens financiers et à la permission pour les soins et d'une distance facile face au milieu de soins ont respectivement 1,34 ; 1,49 et 1,68 fois plus de chance de faire une visite complète au détriment d'une visite partielle ou de ne faire aucune visite.

Parmi les caractéristiques du ménage, les gestantes des ménages riches par rapport à celles des ménages pauvres ont 1,88% plus de chance de faire une visite complète que d'en faire partiellement ou de ne faire aucune visite. De même, les gestantes dont les conjoints sont d'une catégorie élevée ou moyennement élevée ont respectivement 2,97 et 1,39 fois plus de chance de

faire une visite complète que de faire une visite partielle ou de ne faire aucune visite.

Parmi les caractéristiques communautaires, comparées à la région de Kayes, pour les gestantes, vivre dans les régions de Sikasso, de Gao et de Kidal diminue la chance de faire une visite complète respectivement de 51% ; 69% et 99%. Les gestantes issues des communautés de proportion faible de ménages pauvres et celles des communautés de proportions faibles de femmes non modernes ont respectivement 2,74 et de 3,69 fois plus de chance de faire une visite complète de leur grossesse que de faire une visite partielle ou de ne faire aucune visite.

**Tableau 2.** Pouvoirs explicatifs des facteurs du recours aux soins prénatals au Mali

Variables	M0	M1		M2		M3		M4	
		Odds Ratio	Effets marginau x	Odds Ratio	Effets marginau x	Odds Ratio	Effets marginau x	Odds Ratio	Effets marginau x
<b>Caractéristiques individuelles</b>									
<b>Age</b>									
Moins de 25 ans		Réf.						Réf.	
25 - 34 ans		1,35 **	0,02					1,24 <sup>ns</sup>	0,01
34 - 49 ans		1,38 *	0,02					1,38 *	0,02
<b>Ethnie</b>									
Bambara/malinké		Réf.						Réf.	
Peulh		0,83 <sup>ns</sup>	-0,01					0,87 <sup>ns</sup>	<0,01
Sarakolé/soninké		0,92 <sup>ns</sup>	-0,01					0,83 <sup>ns</sup>	-0,01
Sonrai/bella/sonrai		0,49 ***	-0,05					0,82 <sup>ns</sup>	-0,01
Dogon		0,63 *	-0,03					0,69 <sup>ns</sup>	-0,02
Senoufo/mianka/bobo		0,94 <sup>ns</sup>	<0,01					1,10 <sup>ns</sup>	<0,01
Autres		1,22 <sup>ns</sup>	0,01					1,11 <sup>ns</sup>	<0,01
<b>Degré de modernité</b>									
Non moderne		Réf.						Réf.	
Peu moderne		1,81 ***	0,04					1,48 ***	0,02
Moderne		4,93 ***	0,11					3,10 ***	0,08
<b>Parité atteinte</b>									
1 à 3 enfants		Réf.						Réf.	
4 enfants ou plus		0,67 ***	-0,03					0,81 <sup>ns</sup>	-0,01

**Lien parentèle avec le chef de ménage**

Chef de ménage	Réf.		Réf.	
Epouse	1,12 <sup>ns</sup>	<0,01	1,11 <sup>ns</sup>	<0,01
Autres	1,16 <sup>ns</sup>	<0,01	1,34 <sup>ns</sup>	0,02

**Opportunité de la grossesse**

Opportune	Réf.		Réf.	
Inopportune	0,41 <sup>***</sup>	-0,06	0,41 <sup>***</sup>	-0,05

**Perception d'avoir des moyens financiers pour les soins**

Grand problème	Réf.		Réf.	
Pas assez de problème	1,64 <sup>***</sup>	0,03	1,34 <sup>**</sup>	0,02

**Perception d'avoir de la permission pour aller recevoir les soins**

Grand problème	Réf.		Réf.	
Pas assez de problème	1,21 <sup>ns</sup>	0,01	1,49 <sup>**</sup>	0,03

**Perception de la distance pour aller recevoir les soins**

Grand problème	Réf.		Réf.	
Pas assez de problème	1,96 <sup>***</sup>	0,05	1,68 <sup>***</sup>	0,03

**Caractéristiques du ménage**

**Niveau de vie du ménage**

Pauvre	Réf.		Réf.	
Moyen	1,73 <sup>***</sup>	0,03	1,24 <sup>ns</sup>	0,01
Riche	6,64 <sup>***</sup>	0,12	1,88 <sup>***</sup>	0,04

**Participation de la femme à la prise de décision**

Participe	Réf.		Réf.	
Ne participe	1,12 <sup>ns</sup>	0,01	1,24 <sup>ns</sup>	0,01

**Taille du ménage**

Petite	Réf.		Réf.	
Moyenne	0,85 <sup>ns</sup>	- 0,01	0,79 <sup>ns</sup>	- 0,02
Grande	0,99 <sup>ns</sup>	<0,01	0,89 <sup>ns</sup>	- 0,01

**Catégorie socioprofessionnelle du conjoint**

Faible	Réf.		Réf.	
Moyen	1,75 ***	0,03	1,39 **	0,02
Elevé	4,56 ***	0,10	2,97 ***	0,07

**Caractéristiques communautaires**

**Région de résidence**

Kayes	Réf.		Réf.	
Koulikoro	1,86 *	0,04	1,66 <sup>ns</sup>	0,03
Sikasso	0,48 **	- 0,04	0,49 **	-0,04
Ségou	1,14 <sup>ns</sup>	<0,01	0,99 <sup>ns</sup>	<0,01
Mopti	3,82 ***	0,10	4,25 ***	0,11
Tombouctou	0,85 <sup>ns</sup>	-0,01	1,17 <sup>ns</sup>	0,01
Gao	0,23 ***	-0,08	0,31 **	-0,06
Kidal	0,002 ***	-0,16	0,006 **	-0,14
Bamako	2,81 **	0,08	2,30 *	0,06

**Milieu de résidence**

Urbain	Réf.		Réf.	
Rural	0,35 ***	-0,08	0,67 <sup>ns</sup>	-0,03

**Proportion de ménage pauvre dans la grappe**

Elevée	Réf.		Réf.	
Faible	5,60 ***	0,12	2,74 ***	0,06

**Proportion de femme non moderne dans la grappe**

Elevée	Réf.		Réf.	
Faible	6,82 ***	0,11	3,69 ***	0,08

<b>Wald (chi2)</b>	<b>253,46***</b>	<b>212,05***</b>	<b>260,03***</b>	<b>401,82**</b> *
--------------------	------------------	------------------	------------------	----------------------

<b>LR test ologit Likelihood - ratio test (pertinence de deux niveaux d'analyse)</b>	<b>1704,99** *</b>	<b>1159,71** *</b>	<b>1028,61** *</b>	<b>1063,83** *</b>	<b>855,66** *</b>
<b>Variance de la constante Akaike's Information Criteriat (AIC)</b>	<b>555,78***</b>	<b>6,61</b>	<b>6,28</b>	<b>7,05</b>	<b>6,73</b>
	<b>10359,46</b>	<b>10087,57</b>	<b>9242,51</b>	<b>10131,07</b>	<b>9009,97</b>

*Source : Analyse multivariée explicative des données de l'EDS-Mali, 2018. \*\*\* : significativité à 1 % ; \*\* : Significativité à 5 % ; \* : Significativité à 10 % et ns : non significative.*

## **4. Discussion**

L'analyse multivariée révèle qu'outre les variables individuelles, il existe des effets communautaires sur le comportement des femmes maliennes à l'égard de la visite prénatale. Ces résultats corroborent ceux de Bain et al. (2022) qui trouvèrent les effets individuels et contextuels sur l'utilisation du planning familial, de la consultation prénatale et de l'accouchement en milieu sanitaire. Dans ce cas présent, les facteurs associés à la visite prénatale sont la région de résidence, la proportion des ménages pauvres et de femmes non modernes, le niveau de vie du ménage, la catégorie socio-professionnelle du conjoint, degré de modernité de la femme, la parité de la femme, l'opportunité de grossesse, et la perception des femmes sur les contraintes d'accès au milieu de soins.

### **4.1. Contexte de résidence**

L'influence de la région de résidence dans le recours aux soins prénatals est énorme chez les gestantes maliennes. Elle occupe le premier rang parmi des facteurs avec un effet marginal de 14% pour la région de Kidal et de 11% pour la région de Mopti et de 6% pour la région de Gao. Ce résultat au Mali, serait en partie attribuable à la variation de l'offre sanitaire et des conditions socio-économiques entre les régions. En 2020 le nombre de professionnels de santé pour 10000 habitants est de 13 et 5 respectivement pour la région de Kidal et de Gao (Annuaire secteur santé, 2020). En outre, 50% et 78% des populations de ces régions vivent à au moins 15 km d'un établissement sanitaire (Annuaire secteur santé, 2020). Ajouté à cela, la crise sécuritaire dans les régions du nord impacterait le fonctionnement du système sanitaire malien continue de mettre à mal le fonctionnement effectif des services sociaux de base pour les populations des régions du nord. Ceci pourrait expliquer le manque de visite complète chez les gestantes de la région de Gao et de Kidal. Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par Timpkeu (2016) au Cameroun, Rwengé et al. (2014) en Côte d'Ivoire, (Shibre et al., 2021) en Guinée, Kitabo and Damtie (2020) en Ethiopie Konan (2023) en Côte d'Ivoire lorsqu'ils trouvèrent que les provinces de résidence sont des déterminants du recours aux soins prénatals. Outre la région de résidence, les gestantes issues des communautés de faible proportion de ménages pauvres et de femmes non modernes sont plus susceptibles de faire une visite complète. Ces résultats au Mali s'expliquent par une forte concentration communautés qui se ressemblent du point de vue social et économique. Ce résultat corrobore celui de (Badolo et al., 2022) qui trouvèrent un résultat similaire au Burkina.

Aussi, le pouvoir discriminant de l'accessibilité géographique se confirme dans le cadre de cette étude. En effet, une longue distance face à un centre de santé défavorise l'accès aux soins prénatals des jeunes gestantes



maliennes. Ce résultat confirme la thèse de Thaddeus et Maine (1994) selon laquelle l'éloignement des individus aux formations sanitaires influence négativement leur fréquentation. Parallèlement, Rwengé et al. (2011) dans leurs études sur les facteurs sociaux de l'utilisation des services de soins obstétricaux parmi les adolescentes Camerounaises trouvèrent que la distance influence leurs recours soins prénatals. Une ébauche d'explication tient du fait que dans le contexte malien, l'insuffisance des formations sanitaires, le dysfonctionnement de certaines pour cause de la crise sécuritaire, le mauvais état des routes rend difficile l'accès géographiques aux soins prénatals. Audibert et al. (2005) avait fait ressortir l'insuffisance des structures sanitaires au Mali. En 2017, le rapport de l'annuaire statistique secteur santé faisait apparaître une répartition inégale, et insuffisante, des infrastructures sanitaires au Mali.

#### **4.2. Caractéristiques du ménage**

Le niveau de vie du ménage de la gestante influence son recours à la visite prénatale. En effet, au Mali 42,1% des ménages vivent en dessous du seuil et la pauvreté affecte plus les ménages dirigés par un homme (43,1%) contre 27,6% pour les ménages dont la direction est assurée par une femme (Enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages, 2018). Les coûts liés au déplacement vers une structure de santé, ceux liés à la consultation et aux examens complémentaires ainsi que les coûts d'opportunité liés au temps sont tout aussi contraignant pour une femme d'un ménage pour recourir aux soins prénatals. Les études montrèrent la nécessité pour le Mali d'adopter un nouveau système de santé pour faire face aux contraintes financières de l'accès aux soins (Balique, 1998). Fort de ce constat, le gouvernement du Mali a mis en place un régime national d'assistance aux pauvres en 2011 qui produit aujourd'hui des effets mitigés (Touré and Ridde, 2022). Ainsi, les contraintes financières demeurent toujours des obstacles de recours aux soins prénatals. Ceux-ci pourraient expliquer une moindre utilisation des services de soins maternels par les gestantes des ménages pauvres. Un résultat similaire a été trouvé par Sangare et al. (2021) au Mali, Nkurunziza (2014) au Burundi, Niang et al. (2015) au Burkina, Rwengé et al. (2011) au Cameroun. Cependant, les travaux de (Mariko, 2003) indiquent que le prix a un effet mineur sur l'utilisation des services de santé et que les autorités de santé peuvent simultanément doubler les frais d'utilisation en mettant l'accent sur l'amélioration de la qualité structurelle et des processus de soins dans les établissements publics.

Outre le niveau de vie du ménage, les caractéristiques socioprofessionnelles du conjoint de la gestante augmentent la probabilité de recourir complètement aux soins prénatals de 7%. Au Mali, dans son code de mariage, c'est l'homme le chef de famille, celui-ci est le premier responsable

des dépenses familiales. Au de-là de ces prérogatives, les rapports sociaux entretenus dans la société, appuyés par les croyances religieuses, profèrent à l'homme un rôle de producteur et un important pouvoir décisionnel (Lees et al., 2021). Ainsi, une femme doit nécessairement passer par la demande de permission de son conjoint avant d'entreprendre tout exercice, y compris celui de recourir aux soins prénatals. En outre, l'instruction et l'occupation du conjoint permet de briser les barrières financières, de la connaissance des avantages des soins prénatals. Ceci explique pourquoi plus la catégorie socioprofessionnelle du conjoint est élevée plus la femme recourt normalement à la visite prénatale.

### **4.3. Caractéristiques individuelles**

Opérationnalisé par l'instruction, l'occupation, l'exposition aux médias (télé, radio) de la femme, le degré de modernité de la femme augmente la probabilité de recourir complètement aux soins prénatals de 8%. Cela parce que, l'instruction de la femme, son occupation et son exposition aux médias restent un cadre privilégié pour la femme de rompre avec les pratiques culturelles et traditionnelles qui souvent, sont imperméables au recours aux soins prénatals considéré comme une pratique moderne. Au Mali, 66% des femmes de 15-49 ans n'ont aucun niveau d'instruction (EDSVI, 2018). Ceci peut jouer sur leur statut d'activité, leur connaissance sur les effets positifs des soins prénatals et leur exposition aux médias. Les interventions éducatives sont essentielles aux initiatives de maternité sans risque (Nikiéma et al., 2009). Ainsi, plus la femme est moderne plus elle est encline de recourir normalement aux soins prénatals. Ce résultat corrobore avec ceux obtenus par Beninguissé et al. (2017) par Didier (2017) au Cameroun, Atekyereza and Mubiru (2014) en Ouganda, Niang et al. (2015) au Burkina, (Habonimana and Batura, 2021) au Burundi . Cependant au Niger quel que soit le niveau d'étude des adolescentes le niveau d'utilisation des services de soins maternels était meilleur (Rai et al., 2014).

Des résultats, il ressort que les grossesses non voulues sont moins enclines à faire l'objet de visite prénatale. Une grossesse non désirée est celle qui survient au moment où la femme ou le couple ne souhaite pas avoir un enfant, la grossesse serait donc conçue au plus tôt que prévue ou pas du tout désirée. Une étude de l'avortement auprès de 14 pays ont indiqué que les besoins de limitation des naissances en était l'une des causes (Chae et al., 2017). L'avortement étant interdit par la loi malienne, les gestantes porteuses d'une telle grossesse auront tendance à la cacher et d'être moins en contact avec le milieu de soins. Ce résultat rejoint ceux de Djourdebbé (2005) au Tchad, de N'Diaye et al. (2005) au Sénégal, Sable and Wilkinson (1998) au Missouri, où le retard ou la mauvaise utilisation des services de soins prénatals avaient un lien statistiquement significatif chez les femmes enceintes d'une

grossesse non attendue. Au Kenya, Magadi et al. (2000) ont également constaté un résultat similaire, que les grossesses non désirées font l'objet de consultations prénatales tardives nombreuses.

Les gestantes qui perçoivent difficile l'obtention de la permission pour recourir aux soins ont moins accès à la consultation prénatale. Bien que traité comme caractéristique de la femme, ce concept traduit, dans une certaine mesure les rapports de genre entretenus dans la société malienne. Au Mali la femme reste un cadet social est maintenue dans un état de sujétion à l'égard de son conjoint. Ceci permet de dire qu'elles ne sont pas maîtresses de leur corps, c'est-à-dire de leur vie reproductive. En d'autres termes, les transformations survenues avec, l'urbanisation, le peu de scolarisation et de salarisation des femmes maliennes permettrait de nouvelles exigences en matière de leur participation à la prise de décision sur leur santé. Cette participation conduit à un meilleur recours aux soins prénatals. Un résultat similaire a été retrouvé au Népal par Furuta et al. (2006) où la discussion au sein du couple autour des questions de la planification familiale, une des dimensions de l'autonomie de la femme, était associée à l'augmentation de la consultation prénatale et à l'accouchement assisté. Cependant, les travaux de Fotso et al. (2009) indiquent que la prise de décision et la liberté de mouvement des femmes n'ont pas d'effets significatifs sur l'utilisation des services pendant la grossesse et au moment de l'accouchement.

### **Conclusion et recommandation**

Les objectifs de cette étude étaient de chercher les facteurs explicatifs de l'inexistence de la visite prénatale chez les gestantes maliennes et de déterminer le profil des gestantes à l'égard des soins prénatals. L'analyse des données de l'Enquête Démographie et de Santé réalisée au Mali en 2018 a permis d'atteindre ces objectifs en recourant aux modèles multivariés de régression logistique multinomiale ordinaire sous l'approche multiniveau et à l'analyse factorielle des correspondances multiples.

Toutes choses égales par ailleurs, les facteurs explicatifs du recours aux soins prénatals sont dans l'ordre de la région de résidence, du degré de modernité de la femme, de la catégorie socioprofessionnelle du conjoint, des proportions de ménages pauvres et de femmes non modernes dans la communauté, l'opportunité de la grossesse du niveau de vie du ménage auquel appartient la gestante et des difficultés financières et d'autorisation de recourir aux soins. Les gestantes les plus concernées par des comportements à risque sont celles de la région de Gao, de Sikasso et de la région de Kayes, qui sont non modernes avec des conjoints de catégorie socioprofessionnelle faible, qui perçoivent les centres de santé comme difficilement accessible et vivent dans les ménages pauvres. Ces résultats relatifs aux effets des contextes de résidence et culturels, de l'offre sanitaire et des caractéristiques du ménage

confortent ceux obtenus par plusieurs études dont : au Cameroun, Burundi et de la Côte d'Ivoire. Ils sous-tendent qu'en éduquant et sensibilisant les gestantes et leurs partenaires sur l'importance de réaliser les visites prénatales dans le respect des normes améliorent leurs pratiques dans ce domaine. Il y a aussi lieu d'améliorer les conditions de vie des ménages et la disponibilité des formations sanitaires offrant des services de soins de prénatales.

Les résultats de l'étude ont aussi révélé l'impact de l'opportunité de la grossesse, de l'autorisation pour la femme d'aller aux soins. Ceci témoigne de l'importance de rendre disponible et de sensibiliser sur l'utilisation des méthodes de contraception, de réduire les inégalités de genre afin que la grossesse soit un projet de couple. Le modèle de Béninguissé dans cette étude est en partie vérifié à la différence que la taille du ménage et le lien de parenté de la gestante avec le chef de ménage n'ont pas d'impact significatif sur le comportement étudié. Au niveau scientifique, cette étude suggère de réaliser une étude qualitative sur le comportement des jeunes gestantes de la région de Mopti qui malgré la dégradation de la situation sécuritaire ont un bon comportement à l'égard de la visite prénatale. En amont, ce comportement peut être imputable aux diverses interventions des organismes non gouvernementaux dans les zones d'insécurité pour maintenir l'accès gratuit aux soins.

### References:

1. Abir, T., Ogbo, F. A., Stevens, G. J., Page, A. N., Milton, A. H., and Agho, K. E. (2017). The impact of antenatal care, iron-folic acid supplementation and tetanus toxoid vaccination during pregnancy on child mortality in Bangladesh. *PloS One*, 12(11), e0187090. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187090>.
2. Adjiwanou, V. (2013). Contexte de genre, autonomie des femmes et utilisation des services de santé maternelle en milieu rural africain : analyse par modèles d'équations structurelles (Thèse de doctorat en Démographie), Université de Montréal, Canada.
3. Ambaw, Y. L., Yirdaw, B. W., Biwota, M. A., Mekuryaw, A. M., and Taye, B. T. (2022) Antenatal care follow-up decreases the likelihood of cultural malpractice during childbirth and postpartum among women who gave birth in the last one-year in Gozamen district, Ethiopia: A community-based cross-sectional study. *Archives of Public Health = Archives Belges De Sante Publique*, 80(1), 53.
4. Atekyereza, P. R., and Mubiru, K. (2014). Influence of pregnancy perceptions on patterns of seeking antenatal care among women in reproductive age of Masaka District, Uganda. *Tanzania Journal of Health Research*, 16(4), 312-321. <https://doi.org/10.4314/thrb.v16i4.8>.

5. Audibert, M., and Roodenbeke, E. (2005). *Utilisation des services de santé de premier niveau au Mali : Analyse de la situation et perspectives* (Rapport de travail N° 33643, 128p.), Mali : Banque mondiale.
6. Badolo, H., Bado, A. R., Hien, H., De Allegri, M., and Susuman, A. S. (2022). Determinants of Antenatal Care Utilization Among Childbearing Women in Burkina Faso. *Frontiers in Global Women's Health*, 3, 848401. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2022.848401>.
7. Bain, L. E., Aboagye, R. G., Malunga, G., Amu, H., Dowou, R. K., Saah, F. I., and Kongnyuy, E. J. (2022). Individual and contextual factors associated with maternal healthcare utilisation in Mali: A cross-sectional study using Demographic and Health Survey data. *BMJ Open*, 12(2), e057681. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-057681>.
8. Balique, H. (1998). [Mali: A health care system in full transformation]. *Medecine Tropicale : Revue Du Corps De Sante Colonial*, 58(4), 337-341.
9. Beninguisse, G., and De Brouwere, V. (2004). Tradition and modernity in Cameroon: The confrontation between social demand and biomedical logics of health services. *African Journal of Reproductive Health*, 8(3), 152-175.
10. Beninguissé, G. (2003). *Entre tradition. Fondements sociaux de la prise en charge de la grossesse et de l'accouchement au Cameroun* (Thèse de doctorat en Démographie) Louvain-la-neuve, Belgique.
11. Bucagu, J. M., Basinga, P., Ngabo, F., Timmons, B, K, and Lee, A, C. (2012). Impact of health systems strengthening on coverage of maternal health services in Rwanda, 2000–2010: a systematic review, *Reproductive Health Matters*, Vol. 20, N° 39, pp.50-61.
12. Bouba Djourdebbé, F. (2005). *La déperdition des soins prénatals au Tchad* (Diplôme d'étude supérieure en démographie). Université de Yaoundé II (IFORD), Yaoundé.
13. Chae, S., Desai, S., Crowell, M., and Sedgh, G. (2017). Reasons why women have induced abortions: A synthesis of findings from 14 countries. *Contraception*, 96(4), 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.contraception.2017.06.014>.
14. Chireh, B., Essien, S. K., and D'Arcy, C. (2021). First trimester antenatal care visit reduces the risk of miscarriage among women of reproductive age in Ghana. *African Journal of Reproductive Health*, 25(1), 129-137. <https://doi.org/10.29063/ajrh2021/v25i1.15>.
15. Cissé, S. (2018). *Inégalités de recours aux soins de santé maternelle à l'aune des capacités : le cas du Mali* (Thèse de doctorat en Démographie), Université de Genève, Suisse.

16. Diarra, Z. (2020). *Evaluation de la qualité des consultations prénatales au Centre de Santé de Référence de Bougouni* [Thesis, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako]. <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/4009>.
17. Dumont, A., Fournier, P., Abrahamowicz, M., Traoré, M., Haddad, S., Fraser, W. D., and QUARITE research group. (2013). Quality of care, risk management, and technology in obstetrics to reduce hospital-based maternal mortality in Senegal and Mali (QUARITE) : A cluster-randomised trial. *Lancet (London, England)*, 382(9887), 146-157. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60593-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60593-0).
18. Eloundou, M., Wibai, Y., Paul, B., and Honorine. (2017). Contraintes à l'accès aux soins de santé maternelle dans la ville de Maroua. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, Vol. 6, n° 1, pp.13-21.
19. Flores, M., Garmendia, M. L., Flores, M., and Garmendia, M. L. (2021). Trends and causes of maternal deaths from 1990 to 2018. *Revista médica de Chile*, 149(10), 1440-1449. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872021001001440>.
20. Franckel, A. (2004). *Les comportements de recours aux soins en milieu rural au Sénégal, Le cas des enfants fébriles à Niakhar* (Thèse de doctorat en Démographie), Université Paris X – Nanterre, France.
21. Futura, M., and Salway, S. (2006). Women's position within the household as a determinant of maternal health care use in Nepal, *International Family Planning Perspectives*, pp.17-27.
22. Fournier, P., and Haddad, S. (1995). Quality, cost and utilization of health services in developing countries, A longitudinal study in Zaire, *Social Science Medicine*, Vol. 40, N°6, pp.743-753.
23. Fosto, J. C., Ezeh, A. C., and Essendi, H. (2009). Maternal health in resource-poor urban settings: how does women's autonomy influence the utilization of obstetric care services? *Reproductive Health*, Vol. 6, n° 9.
24. Gage, A. J. (2007). Barriers to the utilization of maternal health care in rural Mali. *Social Science and Medicine (1982)*, 65(8), 1666-1682. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2007.06.001>.
25. Garland, J., and Little, D. (2018). Maternal Death and Its Investigation. *Academic Forensic Pathology*, 8(4), 894-911. <https://doi.org/10.1177/1925362118821485>.
26. Golberstein, E., Eisenberg, D., and Gollust, S. E. (2008). Perceived stigma and mental health care seeking. *Psychiatric Services (Washington, D.C.)*, 59(4), 392-399. <https://doi.org/10.1176/ps.2008.59.4.392>.

27. Guindo, M. (2020). Les facteurs explicatifs du recours aux soins prénatals chez les femmes de 15-49 ans au Mali : différentielle intergénérationnelle.
28. Habonimana, D., and Batura, N. (2021). Empirical analysis of socio-economic determinants of maternal health services utilisation in Burundi. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 21(1), 684. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-04162-0>.
29. Hlongwane, T. M., Bozkurt, B., Barreix, M. C., Pattinson, R., Gülmezoglu, M., Vannevel, V., and Tunçalp, Ö. (2021). Implementing antenatal care recommendations, South Africa. *Bulletin of the World Health Organization*, 99(3), 220-227. <https://doi.org/10.2471/BLT.20.278945>.
30. INSTAT Mali. (2018). *Rapport final de l'Enquête Démographique et de Santé au Mali : EDS VI* (385p.), Mali : INSTAT Mali.
31. Kitabo, C. A., and Dامتie, E. T. (2020). Bayesian Multilevel Analysis of Utilization of Antenatal Care Services in Ethiopia. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2020, 8749753. <https://doi.org/10.1155/2020/8749753>.
32. Kitson, A. L. (2018). The Fundamentals of Care Framework as a Point-of-Care Nursing Theory. *Nursing Research*, 67(2), 99-107. <https://doi.org/10.1097/NNR.0000000000000271>.
33. Kroeger, A. (1983). Anthropological and socio-medical health care research in developing countries, *Social Science and Medicine*, Vol. 17, N° 3, pp.147-161.
34. Konan, L. G. (2023). Niveaux socio-économiques et recours au personnel de santé qualifié lors de l'accouchement en Côte d'Ivoire. *Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé : Publique*, 5(1), 265-283.
35. Laronne, A., Granek, L., Wiener, L., Feder-Bubis, P., and Golan, H. (2021). Organizational and individual barriers and facilitators to the integration of pediatric palliative care for children : A grounded theory study. *Palliative Medicine*, 35(8), 1612-1624. <https://doi.org/10.1177/02692163211026171>.
36. Lees, S., Kyegombe, N., Diatta, A., Zogrone, A., Roy, S., and Hidrobo, M. (2021). Intimate Partner Relationships and Gender Norms in Mali : The Scope of Cash Transfers Targeted to Men to Reduce Intimate Partner Violence. *Violence Against Women*, 27(3-4), 447-469. <https://doi.org/10.1177/1077801219897853>.
37. Magadi, M, A., Madise, N, J, and Rodrigues, R, N. (2000). Frequency and timing of antenatal care in Kenya: explaining the variations between women of different communities, *Social Science Medicine*, Vol. 51, N° 4, pp.551-561

38. Mariko, M. (2003). Quality of care and the demand for health services in Bamako, Mali: The specific roles of structural, process, and outcome components. *Social Science and Medicine* (1982), 56(6), 1183-1196. [https://doi.org/10.1016/s0277-9536\(02\)00117-x](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(02)00117-x).
39. Musarandega, R., Nyakura, M., Machezano, R., Pattinson, R., and Munjanja, S. P. (2021). Causes of maternal mortality in Sub-Saharan Africa: A systematic review of studies published from 2015 to 2020. *Journal of Global Health*, 11, 04048. <https://doi.org/10.7189/jogh.11.04048>.
40. Navaneetham, K., and Dharmalingam, A. (2002). Utilization of maternal health care services in Southern India, *Social Science Medicine*, Vol. 55, N° 10, pp.1849-1869.
41. Ndiaye, P, Dia, A, T., Diediou, A, Dieye, E, H, L, and Dione, D, A. (2005). Déterminants socioculturels du retard de la 1re consultation prénatale dans un district sanitaire au Sénégal, *Santé publique*, Vol. 17, N° 4, pp.531-538.
42. Nganawara, D. (2017). Qualité du suivi prénatal chez les jeunes femmes à Bafia au Cameroun, Vol. 8, N°1, p12-19.
43. Niang, M. (2014). *Le non-recours aux services de soins prénatals : expériences de femmes vivant dans la commune rurale de Kokologho au Burkina Faso* (Maîtrise en santé communautaire), Laval University, Canada.
44. Niang, M., Dupéré, S., and Bédard, E. (2015). [The non-uptake of prenatal care in Burkina Faso]. *Sante Publique (Vandoeuvre-Les-Nancy, France)*, 27(3), 405-414.
45. Nikiéma, B., Beninguisse, G., and Haggerty, J. L. (2009). Providing information on pregnancy complications during antenatal visits: Unmet educational needs in sub-Saharan Africa. *Health Policy and Planning*, 24(5), 367-376. <https://doi.org/10.1093/heapol/czp017>.
46. Nkurunziza, M. (2014). *Analyse du recours aux soins obstétricaux au Burundi : déterminants et motivations* (Thèse en Démographie). Université Catholique de Louvain, Belgique.
47. OMS. (2015). *Standards pour l'amélioration de la qualité des soins maternels et néonataux dans les établissements de santé* (Rapport de travail ,84p.), Genève : Organisation Mondiale de la Santé
48. Rai, R. K., Singh, P. K., Singh, L., and Kumar, C. (2014). Individual characteristics and use of maternal and child health services by adolescent mothers in Niger. *Maternal and Child Health Journal*, 18(3), 592-603. <https://doi.org/10.1007/s10995-013-1276-z>.
49. Ridde, V., Robert, E., Meessen, B. (2012). A literature review of the disruptive effects of user fee exemption policies on health systems. *BMC Public health*, Vol.12 N°1 1p.



50. Rwenge, M, and Tchamgoue-Nguemaleu, H, B. (2011). Facteurs sociaux de l'utilisation des services de soins obstétricaux parmi les adolescentes Camerounaises, *African Evaluation Journal Health*, Vol. 15, N° 3, pp.81-92.
51. Rwenge, M, J., and Kochou, S, H, A. (2014). Facteurs sociaux de la non-utilisation des services de soins prénatals ou de leur utilisation inadéquate en Côte d'Ivoire. *African Evaluation Journal*, Vol. 2, N° 1, 12p.
52. Sable, M. R., and Wilkinson, D. S. (1998). Pregnancy intentions, pregnancy attitudes, and the use of prenatal care in Missouri. *Maternal and Child Health Journal*, 2(3), 155-165. <https://doi.org/10.1023/a:1021827110206>.
53. Sangare, M., Coulibaly, Y. I., Coulibaly, S. Y., Dolo, H., Diabate, A. F., Atsou, K. M., Souleymane, A. A., Rissa, Y. A., Moussa, D. W., Abdallah, F. W., Dembele, M., Traore, M., Diarra, T., Brieger, W. R., Traore, S. F., Doumbia, S., and Diop, S. (2021). Factors hindering health care delivery in nomadic communities : A cross-sectional study in Timbuktu, Mali. *BMC Public Health*, 21(1), 421. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10481-w>.
54. Shibre, G., Zegeye, B., Idriss-Wheeler, D., and Yaya, S. (2021). Factors affecting the utilization of antenatal care services among women in Guinea : A population-based study. *Family Practice*, 38(2), 63-69. <https://doi.org/10.1093/fampra/ctmaa053>.
55. Thaddeus, S., and Maine, D. (1994). Too far to walk: maternal mortality in context, *Social science medicine*, Vol: 38 ; N°: 8, pp1091-1110.
56. Tekelab, T., Chojenta, C., Smith, R., and Loxton, D. (2019). The impact of antenatal care on neonatal mortality in sub-Saharan Africa : A systematic review and meta-analysis. *PloS One*, 14(9), e0222566. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222566>.
57. Timpkeu, T, G, F. (2016). *Facteurs explicatifs du recours aux soins prénatals chez les femmes en union au Cameroun* (Mémoire de master en démographie), Université de yaoundé II (IFORD), Yaoundé.
58. Tounkara, M., Sangho, O., Beebe, M., Whiting-Collins, L. J., Goins, R. R., Marker, H. C., Winch, P. J., and Doumbia, S. (2022). Geographic Access and Maternal Health Services Utilization in Sélingué Health District, Mali. *Maternal and Child Health Journal*, 26(3), 649-657. <https://doi.org/10.1007/s10995-021-03364-4>.
59. Touré, L., and Ridde, V. (2022). The emergence of the national medical assistance scheme for the poorest in Mali. *Global Public Health*, 17(1), 55-67. <https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1855459>.

60. White, D., Dynes, M., Rubardt, M., Sissoko, K., and Stephenson, R. (2013). The influence of intrafamilial power on maternal health care in Mali : Perspectives of women, men and mothers-in-law. *International Perspectives on Sexual and Reproductive Health*, 39(2), 58-68. <https://doi.org/10.1363/3905813>.
61. Wiggins, M., Sawtell, M., Wiseman, O., McCourt, C., Greenberg, L., Hunter, R., Eldridge, S., Haora, P., Kaur, I., and Harden, A. (2018). Testing the effectiveness of REACH Pregnancy Circles group antenatal care : Protocol for a randomised controlled pilot trial. *Pilot and Feasibility Studies*, 4, 169. <https://doi.org/10.1186/s40814-018-0361-x>
62. WHO/RHR/16,12. (2016). *Recommandations de l'OMS concernant les soins prénatals pour que la grossesse soit une expérience positive* (p, 10), Suisse : OMS, Consulté à l'adresse [www.who.int/reproductivehealth](http://www.who.int/reproductivehealth).



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Parcours d'Entrée en Vie Féconde et Recours à la Contraception Moderne chez les Femmes en Union en Afrique de l'Ouest**

***Hervé Bassinga***

Institut Supérieur des Sciences de la Population,  
Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

***Ousmane Barry***

***Sibiri Clément Ouedraogo***

Institut Supérieur des Sciences de la Population,  
Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

Institut National de la Statistique et de la Démographie, Burkina Faso

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p262](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p262)

---

Submitted: 17 May 2023

Accepted: 27 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bassinga H., Barry O. & Ouedraogo S.C. (2023). *Parcours d'Entrée en Vie Féconde et Recours à la Contraception Moderne chez les Femmes en Union en Afrique de l'Ouest*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 262.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p262>

---

### **Résumé**

Nonobstant les nombreuses initiatives visant à faire progresser le recours à la planification familiale (PF) (sensibilisation, subvention et distribution à base communautaire des produits contraceptifs), la prévalence contraceptive moderne dans bon nombre de pays d'Afrique subsaharienne reste faible. En 2021, le taux de prévalence contraceptive moderne chez les femmes en union était de 32 % au Burkina Faso (INSD et DHS programme, 2021). Il était de 10,6% en Guinée et 16,4% au Mali en 2018 (EDS). Au vu de ces faibles prévalences, cet article vise à analyser l'utilisation d'une méthode moderne de planification familiale chez les femmes en union en conciliation avec leurs trajectoires d'entrée en vie féconde. Les données utilisées sont issues d'enquêtes démographiques et de santé (EDS) de périodes proches, de huit pays d'Afrique de l'Ouest. L'analyse a été à la fois descriptive (bivariée) et explicative (régression logistique). Les résultats mettent en lumière des inégalités socio-économiques, socioculturelles et générationnelles dans le

recours à la contraception moderne chez les femmes en union. Ils révèlent également un effet d'habitus qui serait attribuable à leur parcours d'entrée en vie féconde. Ces résultats impliquent la nécessité de renforcer les actions de sensibilisation, de counseling, de suivi et de facilitation d'accès aux contraceptifs modernes, chez les jeunes hors union particulièrement issus des classes socio-économiques basses.

---

**Mots-clés:** Parcours d'entrée en vie féconde, Pratique contraceptive moderne, femme en union, Afrique de l'Ouest

---

## **Journey to Childbearing and Use of Modern Contraception among Married Women in West Africa**

*Hervé Bassinga*

Institut Supérieur des Sciences de la Population,  
Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

*Ousmane Barry*

*Sibiri Clément Ouedraogo*

Institut Supérieur des Sciences de la Population,  
Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso

Institut National de la Statistique et de la Démographie, Burkina Faso

---

### **Abstract**

Despite numerous initiatives to increase the use of family planning (FP) (awareness, subsidies, and community-based distribution of contraceptives), modern contraceptive prevalence in many sub-Saharan African countries remains low. In 2021, the modern contraceptive prevalence rate among women in union was 32% in Burkina Faso (INSD and DHS program, 2021). It was 10.6% in Guinea and 16.4% in Mali in 2018 (DHS). In view of these low prevalences, this paper aims to analyze the use of a modern family planning method among women in union in conciliation with their fertility entry trajectories. The data used come from Demographic and Health Surveys (DHS) of closed periods, from eight countries in Western Africa. The analysis was both descriptive (bivariate) and explanatory (logistic regression). The results highlight socioeconomic, sociocultural and generational inequalities in the use of modern contraception among women in union. They also reveal a habitus effect that is attributable to their pathway to fertility. These results imply the need to reinforce awareness raising, counseling, follow-up and facilitation of access to modern contraceptives among young people out of union, particularly from low socio-economic

classes.

---

**Keywords:** Fertility trajectory, Modern contraceptive practices, woman in union, Western Africa

## **Introduction**

L’Afrique de l’Ouest est l’une des régions du monde qui connaît une croissance rapide de sa population et des niveaux de fécondité des plus élevés. Le taux d’accroissement naturel au cours de la période 2015-2020 dans cette région d’Afrique est estimé à 2,7%. Aussi, en moyenne, une femme de cette région aura 5,2 enfants au cours de sa vie génésique (Tabutin & Schoumaker, 2020). La population de certains pays tel que le Niger a doublé au cours des 20 dernières années passant de 11 à 24 millions d’habitants (Tabutin & Schoumaker, 2020). Cette forte croissance qui s’inscrit dans un contexte de sous-développement où les défis de satisfactions des besoins vitaux des populations sont de plus en plus énormes, a contraint les Etats à une prise de conscience de la nécessité de promouvoir la planification familiale. Cependant, malgré les progrès réalisés dans ces pays pour faciliter et promouvoir la planification familiale par l’utilisation de moyens modernes de contraception, bon nombre de femmes en union n’y recourt pas. En 2018, le taux de prévalence contraceptive modernes chez les femmes en union était de 30,1% au Burkina Faso, 19,6% en Côte d’Ivoire et de 21,9% au Niger (PMA 2020). Les EDS parviennent également à des prévalences relativement faibles : 12,4% au Bénin en 2017, 10,6% en Guinée en 2018, 16,4% au Mali en 2018, 25,5% au Sénégal en 2019 et 32 % au Burkina Faso en 2021.

Ces faibles taux ne sont pas uniquement attribuables à un choix délibéré ni à une méconnaissance des méthodes modernes de contraception chez les femmes, mais également à l’offre de services. Bien que la planification familiale soit désormais gratuite dans certains pays tels que le Burkina Faso et le Niger, les facteurs liés à l’offre de services contraceptifs demeurent sans doute l’un des défis à relever.

Par ailleurs, face à un affranchissement de plus en plus évident vis-à-vis des mécanismes de contrôle socio-culturels traditionnels en raison d’une globalisation galopante en Afrique, il émerge une reconfiguration des parcours de vie féconde. Un tour d’horizon sur la recherche à ce sujet laisse entrevoir principalement deux types de parcours : un parcours du type traditionnel dans lequel l’encadrement de la sexualité et de l’entrée en union est essentiellement assuré par les us et coutumes (Badini, 1994 ; Bassinga et al, 2021 ; Beninguissé, 2007 ; Bledsoe et Cohen, 1993 ; Cornelia, 2012) et un parcours du type moderne qui émerge de la modernité nourrie par l’école, les médias, les nouvelles compositions des ménages (Pilon & Vimard, 1998) et l’influence des pairs favorisant ainsi l’accommodation des comportements sexuels et

reproducteurs des adolescents et jeunes à un style qui s'éloigne de plus en plus de celui des anciennes générations (Rwenge, 2004). La rupture d'avec les modèles d'abstinence se fait d'ailleurs de plus en plus remarquée dans un contexte de forte urbanisation (Calvès et al., 2007 ; Tourné, 2006 ; Zabin et al., 1998). La diminution du contrôle social, associée à la baisse des capacités économiques des parents favoriserait donc le relâchement de l'autorité familiale (Beninguisse, 2007 ; Zabin et al., 1998).

Ainsi, alors que le mariage représentait traditionnellement le point de départ de la séquence des événements de vie familiale, cette séquence appelée parcours nuptial se complexifie suite à l'effritement des modes traditionnels du passage à l'âge adulte, les jeunes citadins reportant leur mariage (Oppong, 1997 ; Mensch et al., 2001 ; Mensch et al., 2006 ; Mensch et al. 2005 ; Tourné, 2006), le contexte de l'initiation sexuelle est plus souvent pré-nuptial et le nombre de naissances hors mariage semble augmenter (Vergara, 2010) donnant ainsi lieu à un parcours de type maternité pré-nuptiale (Bassinga et al., 2021 ; Vergara, 2010). Ce modèle, bien que répandu par le fait de la modernité, a cependant été entretenu traditionnellement dans certains contextes africains. Dans ces contextes, l'on tolère et encourage parfois l'activité sexuelle et reproductive pré-nuptiale, la fécondité pré-nuptiale étant une démonstration de la fertilité de la femme et de la virilité des hommes (Greig, 2008 ; Rwenge, 2004).

En Afrique, l'ancrage de la religion favoriserait indirectement l'entrée en vie sexuelle et reproductive pré-nuptiale tout en sanctionnant les grossesses des célibataires. Pour Delaunay (1994), cette prohibition est légitimée et entretenue par certaines institutions religieuses à travers leurs prescriptions de virginité et de chasteté (Delaunay, 1994). Le mariage ayant lieu de plus en plus tardivement, les jeunes n'attendent plus nécessairement d'être mariés pour entamer leur vie sexuelle (Oppong, 1997 ; Mensch et al., 2001 ; Mensch et al., 2006 ; Mensch et al., 2005). Ce modèle de parcours est qualifié de modèle de sexualité pré-nuptiale (Bassinga et al., 2021 ; Vergara, 2010).

Des modèles de sexualité et de maternité pré-nuptiales, émerge un quatrième type de parcours, celui de célibat définitif. Il est vrai que ce parcours est souvent qualifié par les concernées et la société comme un échec, une incompétence et une incapacité à se marier (Tourné, 2006). Toutefois, l'on rencontre de plus en plus des jeunes faisant le choix de vivre sans entrée en union. Une analyse faite par Vergara (2010) à partir des données d'enquêtes démographiques et de santé, montre que 3% des femmes burkinabè suivent ce type de parcours que l'on qualifie de célibat de longue durée. Ces « célibataires endurcies » sont des femmes qui ont déjà eu des rapports sexuels et parfois ont connu la maternité (Vergara, 2010).

En s'inscrivant dans la logique de la demande des services de contraception, la trajectoire (ou le parcours) d'entrée en vie féconde suivie par

les femmes serait-elle un facteur déterminant du recours à une méthode moderne de contraception ? En raison de l'expérience de sexualité pré-nuptiale, l'hypothèse formulée ici est que les femmes qui ont un parcours de maternité pré-nuptiale ("premier rapport sexuel", "première maternité" et "première union") ou celles ayant un parcours de sexualité pré-nuptiale ("premier rapport sexuel" ensuite "première union" et enfin "première naissance") sont plus enclines à recourir à la contraception moderne par rapport aux femmes qui ont un parcours nuptial (début sa sexualité et contracte sa première maternité dans le cadre d'une union).

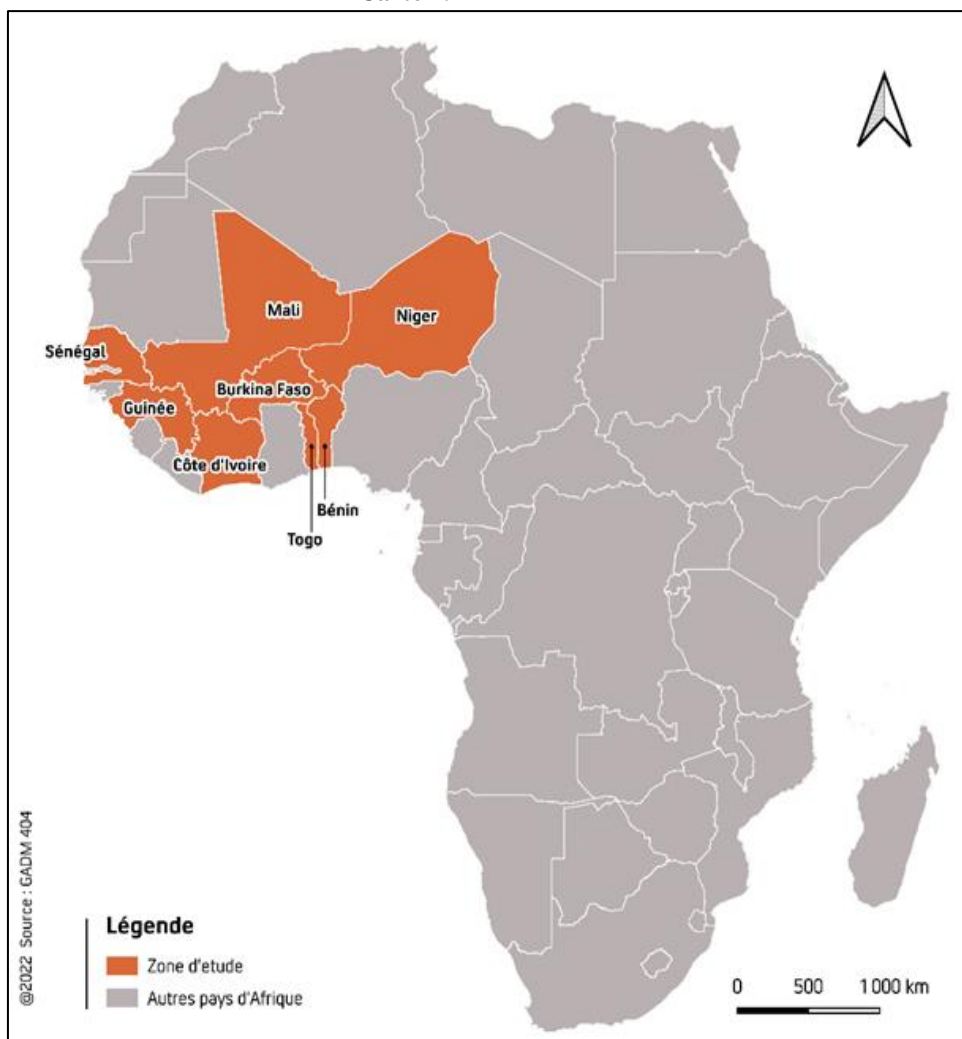
Cet article vise donc à analyser le recours à une méthode moderne de planification familiale chez les femmes en union dans huit pays d'Afrique de l'ouest en mettant en perspective leurs trajectoires d'entrée en vie féconde.

## **1- Données et méthodes**

### **1.1. Présentation de la zone d'étude**

La zone d'étude concerne huit pays d'Afrique de l'Ouest que sont le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo. Ces pays partagent une vision commune en matière de planification familiale dans le cadre d'un partenariat dénommé "partenariat de Ouagadougou". Les huit pays ont en commun une proximité culturelle et géographique (confère carte 1). Le partage de frontière favorise et facilite en partie le brassage culturel entre ces différents pays qui se caractérisent par une population à majorité non instruite. En effet, les proportions des personnes de 6 ans et plus sans aucun niveau d'instruction varient de 24,9 % pour le Togo (EDS 2013-2014) à 66,8 % au Niger (EDS 2012). Ces proportions sont encore plus élevées chez les femmes allant jusqu'à 72,6 % au Niger. Cette forte proportion des femmes sans niveau d'instruction pourrait influencer sur leurs pratiques contraceptives et leurs parcours de vie notamment celui d'entrée en vie féconde, car le lien entre l'instruction et les parcours de vie n'est plus à démontrer (Vergara, 2010). Concernant les pratiques ou croyances religieuses, deux groupes de pays se dégagent. Le premier groupe est celui du Niger, du Mali, du Sénégal, du Burkina Faso et de la Guinée où plus de 60 % de la population est de religion islamique selon les derniers recensements de ces pays (RGPH). La proportion des musulmans varie de 63 % au Burkina Faso à plus 95 % au Niger et au Sénégal. Le deuxième groupe est le Bénin, le Togo, et la Côte d'Ivoire. Dans ce groupe, l'islam est relativement moins pratiqué avec moins de 50 % de musulmans en Côte d'Ivoire et moins de 25 % au Bénin et au Togo (RGPH).

**Carte 1. Zone de l'étude**



Sur le plan économique, ces pays, exceptée la Guinée, partagent une même communauté économique à savoir, l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA). A l'exception de la Côte d'Ivoire, les sept autres pays sont moins avancés en termes de développement selon le rapport 2021 des Nations Unies sur les pays les moins avancés. En 2019, ces huit pays sont classés comme des pays à développement humain faible et l'Indice de développement humain (IDH) varie entre 0,545 pour le Bénin et 0,394 pour le Niger selon le rapport sur le développement humain 2021-2022<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <https://www.undp.org/fr/morocco/publications/rapport-sur-le-developpement-humain-2021-22>



Par ailleurs, l'urbanisation est de plus en plus une réalité dans ces différents pays, même si la majorité de la population vit dans les zones rurales. Selon les statistiques de World Vision (2022)<sup>2</sup>, le taux d'urbanisation au Bénin était de 43,6% en 2011. Il était de 24,6 % au Burkina Faso en 2010, de 47,7 % en Côte d'Ivoire en 2011 et de 39,0 % au Togo en 2013. Le taux d'urbanisation le plus faible est observé au Niger (16,2%). On peut s'attendre à des différences de connaissances, de comportements et d'opinions concernant à la fois les pratiques contraceptives et les parcours de vie sexuelle et féconde en fonction de l'environnement dans lequel les populations résident à l'intérieur de chaque pays.

## 1.2. Données et variables d'analyses

Les données utilisées dans cette étude sont issues des EDS de huit pays du partenariat de Ouagadougou. Il s'agit du Bénin (2011-12), du Burkina Faso (2010), de la Côte d'Ivoire (2011-12), de la Guinée (2012), du Mali (2012-13), du Niger (2012), du Sénégal (2010-11) et du Togo (2013-14). La population cible est constituée de l'ensemble des femmes en union et âgées de 15-49 ans. L'effectif de ces femmes varie entre 6 594 en Côte d'Ivoire et 13 027 au Burkina Faso. La variable dépendante d'analyse est l'utilisation d'une méthode contraceptive moderne et la variable indépendante principale est le parcours d'entrée en vie féconde. Il convient de préciser que la variable parcours d'entrée en vie féconde a été conçue à partir des dates des événements : « avoir son premier rapport sexuel (R) », « avoir sa première naissance (N) » et « contracter sa première union (U) » qui représentent la succession des états dans lequel une femme est passée depuis l'âge de début d'observation (15 ans) jusqu'à l'âge à la date de l'enquête. Une naissance étant impossible sans rapports sexuels, seulement trois séquences d'éléments sont logiquement parcourables. Ainsi, la variable parcours d'entrée en vie féconde prendra la modalité R-U-N si la femme connaît d'abord l'événement « premier rapport sexuel » ensuite l'évènement « première union » et enfin l'évènement « première naissance » ; on parle alors de parcours de sexualité pré-nuptiale. De même, elle prendra la modalité U-R-N si la femme débute sa sexualité et contracte sa première maternité dans le cadre d'une union ; il s'agit ici d'un parcours nuptial. La modalité R-N-U fait référence aux femmes qui connaissent d'abord leurs « premiers rapports sexuels » ensuite leur première maternité et enfin leur première union ; il s'agit donc d'un parcours de maternité pré-nuptiale.

---

<sup>2</sup><https://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMTendanceStatPays?codeTheme=1&codeStat=SP.URB.TOTL.IN.ZS&codePays=TGO&optionsPeriodes=Aucune&codeTheme2=1&codeStat2=x&codePays2=BEN&optionsDetPeriodes=avecNomP>

La description des proportions des femmes en union selon leurs parcours d'entrée en vie féconde (Tableau 1) permet de dégager deux groupes de pays. Les pays dont la majorité des femmes connaissent l'union avant la sexualité et la maternité c'est-à-dire un parcours nuptial (U-R-N) constituent le premier groupe. Il s'agit de la Guinée, du Burkina Faso, du Sénégal, du Niger et du Mali avec respectivement 69,7%, 63,3%, 56,8%, 54,6% et 48,8% de femmes en union qui ont eu un parcours nuptial. Dans ce groupe, la proportion des femmes en union ayant eu une maternité pré-nuptiale (R-N-U) est inférieure à celles ayant un parcours de sexualité pré-nuptiale (R-U-N). Le deuxième groupe concerne la Côte d'Ivoire, le Togo et le Bénin. En Côte d'Ivoire, le parcours de maternité pré-nuptial prédomine (36,6%) alors qu'au Bénin et au Togo, le parcours de sexualité pré-nuptiale est le plus fréquent (respectivement 39,2% et 37,6%).

**Tableau 1.** Année d'enquête, effectif de la population étudiée et répartition selon le parcours d'entrée en vie féconde par pays

Pays	Année	Effectif	Parcours d'entrée en vie féconde		
			U-R-N	R-U-N	R-N-U
<i>BÉNIN</i>	2011-12	11 301	28,2	39,2	32,6
<i>BURKINA FASO</i>	2010	13 027	63,3	22,9	13,8
<i>COTE D'IVOIRE</i>	2011-12	6 594	34,6	28,8	36,6
<i>GUINÉE</i>	2012	6 606	69,7	18,1	12,2
<i>MALI</i>	2012-13	8 264	48,8	26,9	24,3
<i>NIGER</i>	2012	9 148	54,6	28,1	17,3
<i>SENEGAL</i>	2010-11	10 264	56,8	21,6	21,6
<i>TOGO</i>	2013-14	6 676	33,9	37,6	28,5
TOTAL	-	71 880	49,6	27,7	22,6

Pour ce qui est des autres variables explicatives, elles sont classées en trois groupes suivant les enseignements tirés de la littérature scientifique sur le recours à la contraception. Il s'agit des caractéristiques sociodémographiques (âge de la femme), des caractéristiques socioculturelles (niveau d'instruction de la femme, la religion de la femme, le milieu de résidence de la femme), des caractéristiques socioéconomiques (quintile de niveau de vie du ménage d'appartenance de la femme, l'occupation de la femme). Ces variables sont obtenues directement dans les bases de données des enquêtes démographiques et de santé. La variable quintile de niveau de vie du ménage d'appartenance de la femme est un proxy matérialisant le niveau de vie économique des ménages. Elle est calculée à partir des biens, des équipements et des caractéristiques de l'habitat du ménage. La variable religion n'a pas été prise en compte dans le cadre de cette analyse car elle n'a pas été collectée dans certains pays.

### 1.3. Méthodes d'analyses

Tenant compte de la nature qualitative de la variable d'analyse "utilisation de la contraception moderne" et de celle indépendante principale "parcours de vie féconde", une analyse d'association de chi-2 entre la variable dépendante et la variable indépendante principale est faite dans un premier temps. Cette première analyse à visée descriptive est réalisée pour ausculter la relation qui existe entre le recours à la contraception et le parcours d'entrée en vie féconde des femmes en union. Cette relation est ensuite contrôlée par le biais des autres variables explicatives. Dans un second temps, la relation est analysée en présence d'autres variables à travers une régression logistique binomiale, car la variable dépendante est qualitative binaire ou dichotomique, afin d'identifier les déterminants du recours à la contraception moderne tout en se polarisant sur le parcours d'entrée en vie féconde.

Le modèle d'analyse explicative peut être illustré par l'équation mathématique suivante :

$$Z_i = \text{Ln} \left[ \frac{P_i}{1 - P_i} \right] = \beta_0 + \beta_1 x X_1 + \beta_2 x X_2 + \dots + \beta_n x X_n \text{ et } P_i = F(Z_i) \\ = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}}$$

où  $P_i$  est la probabilité que la femme  $i$  utilise une méthode de contraception moderne,  $X_i$  est la  $i^{\text{ème}}$  variable indépendante et  $\beta_i$  est le coefficient de la  $i^{\text{ème}}$  variable indépendante. Chaque coefficient mesure l'impact d'un changement dans la variable indépendante afférente sur la probabilité de recourir à une méthode de contraception moderne. Le quotient  $\frac{P_i}{1-P_i}$  est appelé odds ratio. La transformation logarithmique de ce quotient est le logit  $z$ .

Les "odd ratios" ou rapport des cotes (RC) sont donnés par ( $e^z$ ), où  $e$  est la fonction mathématique exponentielle. Si cette valeur est inférieure à 1, on dira que les femmes de la catégorie  $k$  ont  $(1-RC)*100$  moins de chance que leurs homologues du groupe de référence de recourir à une méthode moderne de contraception. Un "odd ratio" supérieur à 1 signifie que cette chance est de  $RC$  fois plus que les femmes de la catégorie de référence.

## 2- Résultats

### 2.1. Analyse descriptive

Relation entre l'utilisation de la contraception moderne et le parcours d'entrée en vie féconde

Quel que soit le pays d'analyse, les femmes en union ayant eu un parcours de maternité prénuptiale (R-N-U) et celles de sexualité prénuptiale

(R-U-N) sont relativement celles qui ont le plus recours à la contraception moderne au seuil de 5% (cf. tableau 2). Une analyse comparative de ces deux premiers groupes ne révèle pas de différences saillantes en matière de pratique contraceptive moderne et ce, quel que soit le pays d'analyse. Au sein du groupe de femmes ayant eu un parcours nuptial, la proportion de celles ayant recours à la contraception moderne varie d'un minimum de 4,6% en Guinée à un maximum de 14,1% au Togo. Cette proportion varie de 7% (Guinée) à 19,1% (Togo) pour celles qui ont eu un parcours de sexualité pré-nuptiale. Pour celles ayant eu un parcours de maternité pré-nuptiale, la faible prévalence contraceptive est constatée au Bénin (8,7%) et la plus élevée est observée au Togo (20%).

**Tableau 2.** Taux d'utilisation de la contraception moderne par pays selon le parcours d'entrée en vie féconde

Pays	Parcours d'entrée en vie féconde			Test de khi2
	U-R-N	R-U-N	R-N-U	
<i>BÉNIN</i>	7,0	8,9	8,7	***
<i>BURKINA FASO</i>	13,9	17,2	18,8	***
<i>COTE D'IVOIRE</i>	10,9	14,7	14,4	***
<i>GUINÉE</i>	4,6	7,0	7,5	***
<i>MALI</i>	8,0	11,6	12,7	***
<i>NIGER</i>	11,6	14,5	14,0	***
<i>SENEGAL</i>	12,4	12,8	13,7	*
<i>TOGO</i>	14,1	19,1	20,0	***

Significativité : \*\*\* 1 % ; \*\* 5% ; \* 10% ; ns non significatif

Contrôle de la relation entre l'utilisation de la contraception moderne et le parcours d'entrée en vie féconde par d'autres variables

Le taux d'utilisation des méthodes de contraception moderne est plus faible chez les femmes ayant un parcours nuptial par rapport aux autres femmes quel que soit le pays et le milieu de résidence à l'exception des milieux urbains du Bénin, du Niger et du Sénégal (cf. annexe 1). Suivant les pays, ce taux varie entre 8 et 30% en milieu urbain et entre 3 et 15% en zone rurale chez les femmes qui ont un parcours nuptial. Ce qui laisserait croire que l'utilisation de la contraception moderne relèverait plus, d'une part, des femmes résidant en milieu urbain et d'autres part, de celles ayant eu un parcours d'entrée en vie féconde hors union c'est-à-dire la sexualité et/ou la maternité avant l'union. En milieu urbain, les proportions les plus élevées de femmes ayant recours à la contraception moderne sont enregistrées au Burkina Faso, quel que soit le type de parcours, tandis que les plus faibles sont observées en Guinée et au Bénin. Parallèlement, en milieu rural, ce sont le Togo et la Guinée qui affichent respectivement les proportions les plus élevées et les plus faibles.

Considérant l'utilisation de la contraception moderne selon le parcours d'entrée en vie féconde et le niveau d'instruction des femmes, on constate une relation positive entre pratique contraceptive et niveau d'instruction quel que soit le type de parcours. En effet, les proportions des femmes pratiquant la contraception croissent avec le niveau d'instruction pour chacun des trois types de parcours (cf. annexe 2). Parmi les femmes sans instruction, il ressort que les prévalences contraceptives élevées sont constatées dans les groupes de parcours de sexualité et de maternité pré-nuptiale quel que soit le pays. Aussi, on note qu'indépendamment du parcours, les différences de prévalence s'amointrissent à l'intérieur des groupes de femmes ayant le même niveau d'instruction. Ce qui laisserait croire que le niveau d'instruction reste un facteur explicatif de la pratique contraceptive plus important que le parcours d'entrée en vie féconde.

L'analyse selon l'occupation de la femme montre que le taux d'utilisation des méthodes contraceptives modernes est moins élevé chez les femmes ayant un parcours nuptial (U-R-N) quelle que soit l'occupation à quelques exceptions près (Au Sénégal, le taux des femmes du parcours U-R-N est plus élevé que celui de celles du parcours R-U-N). Le taux d'utilisation des méthodes contraceptives modernes est en outre plus élevé chez les femmes actives que chez leurs homologues inactives à quelques exceptions près (annexe 3).

Suivant les groupes d'âge, la prévalence contraceptive moderne demeure en somme moins élevée aux jeunes âges (15-19 ans) et aux âges avancés (35-49 ans) comparativement aux âges intermédiaires (20-24 ans et 25-34 ans). Au sein de chaque groupe d'âge, la tendance à une moindre utilisation de la contraception moderne chez les femmes ayant un parcours nuptial est généralement respectée.

De façon globale, une relation positive est constatée entre l'utilisation de la contraception et le niveau de vie des ménages. En outre, aucune tendance nette ne se dégage suivant le parcours d'entrée en union au sein des femmes ayant un même niveau de vie. Les écarts en matière d'utilisation de la contraception moderne restent faibles au sein des groupes de niveau de vie égal.

## **2.2. Analyse explicative**

Vivre une expérience de sexualité ou de maternité pré-nuptiale favoriserait le recours à la contraception moderne chez les femmes en union. Il est vrai que la variable "parcours d'entrée en vie féconde" n'est significative que dans quatre pays (Guinée, Mali, Niger et Togo) des huit concernés par cette étude, mais, les coefficients de régressions témoignent de façon générale que les femmes en union qui ont eu un parcours de maternité pré-nuptiale (R-N-U) ou celles qui ont eu un parcours de sexualité pré-nuptiale (R-U-N)) sont

plus enclines à recourir à la contraception moderne par rapport aux femmes en union qui ont eu un parcours nuptial (U-R-N).

Au Mali, les femmes en union qui ont eu un parcours de maternité pré-nuptiale ont 1,39 fois plus de chance de recourir à la contraception moderne comparativement à celles qui ont un parcours nuptial au seuil de significativité d'un pour mille. Au Niger, les femmes en union ayant un parcours de sexualité pré-nuptiale ont 1,22 fois plus de chance de recourir à la contraception moderne comparativement à celles qui ont un parcours nuptial. Au Togo, les femmes en union qui ont eu un parcours de sexualité pré-nuptiale ou de maternité pré-nuptiale ont respectivement 1,27 et 1,40 fois plus de chance de recourir à la contraception moderne comparativement à celles qui ont un parcours nuptial au seuil de significativité d'un pour mille (1‰). Ces chances sont respectivement de 1,27 et 1,30 fois au seuil de 10‰ en Guinée. Cependant, au Bénin, en Côte d'Ivoire, au Burkina Faso et au Sénégal, aucune différence significative n'est constatée quant à l'utilisation de la contraception en fonction du parcours d'entrée en vie féconde.

**Tableau 2.** Résultats de l'analyse explicative

Variables indépendantes	PAYS							
	BÉNIN	BURKINA FASO	CÔTE D'IVOIRE	GUINÉE	MALI	NIGER	SENEGAL	TOGO
<b>Parcours d'entrée en vie féconde</b>								
<i>U-R-N</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
<i>R-U-N</i>	1.029ns	0.908ns	1.117ns	1.267*	1.177ns	1.223***	0.939ns	1.265***
<i>R-N-U</i>	1.098ns	1.043ns	1.123ns	1.302*	1.397***	1.154*	1.041ns	1.399***
<b>Milieu de résidence</b>								
<i>Urbain</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
<i>Rural</i>	1.030ns	0.777***	1.045ns	0.639**	0.864ns	0.593***	0.521***	1.015ns
<b>Niveau d'instruction</b>								
<i>Sans niveau</i>	0.738***	0.527***	0.527***	0.684**	0.920ns	0.676***	0.498***	0.585***
<i>Primaire</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
<i>Secondaire et +</i>	1.273**	1.456***	0.942ns	1.179ns	1.844***	1.335**	1.066ns	1.225**
<b>Occupation de la femme</b>								
<i>Inactive</i>	0.709***	0.853**	0.798**	0.423***	0.615***	0.809***	0.906ns	0.772**
<i>Active</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
<b>Groupe d'âge</b>								
<i>15-19 ans</i>	0.798ns	0.428***	0.673*	0.752ns	0.793ns	0.759*	0.613**	0.420***
<i>20-24 ans</i>	0.766**	0.925ns	0.916ns	0.780ns	1.023ns	0.850*	0.668***	0.760**
<i>25-34 ans</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
<i>35-49 ans</i>	1.080ns	0.904*	0.753***	0.668***	0.932ns	0.580***	0.960ns	0.783***
<b>Quintile du niveau de vie du ménage</b>								
<i>Très pauvre</i>	0.613***	0.753***	0.594***	0.665**	0.644**	0.997ns	0.543***	1.112ns
<i>Pauvre</i>	0.858ns	0.926ns	0.742**	0.764ns	1.006ns	0.912ns	0.734***	1.139ns
<i>Moyen</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>	<i>Réf.</i>
<i>Riche</i>	0.963ns	1.657***	1.209ns	0.877ns	2.533***	1.365***	0.940ns	0.829ns

Variables indépendantes	PAYS							
	BÉNIN	BURKINA FASO	CÔTE D'IVOIRE	GUINÉE	MALI	NIGER	SENEGAL	TOGO
<i>Très riche</i>	1.272*	2.669***	1.385**	1.454ns	4.129***	1.771***	1.267**	1.128ns
<b>chi2</b>	133.346	1025.913	182.176	142.880	458.399	416.041	616.390	145.807

Significativité : \*\*\* 1 % ; \*\* 5 % ; \* 10 % ; ns non significatif

Considérant les autres variables mobilisées, il apparaît que le recours à la contraception moderne chez les femmes en union est largement influencé par les inégalités socioéconomiques et démographiques exprimées à travers le milieu de résidence, l'occupation, le niveau d'instruction et le groupe d'âge de la femme ainsi que le niveau de vie du ménage auquel elle appartient.

Plus la femme en union est instruite, mieux elle recourt à la contraception moderne. Ce constat est fait au Burkina Faso, au Mali, au Niger, au Togo et au Bénin avec respectivement 1,45 ; 1,84 ; 1,33, 1,22 et 1,27 fois plus de chance de recourir à la contraception moderne pour une femme en union qui a atteint au moins le secondaire comparativement à celle qui s'est limitée au primaire (seuil de 5%). Cette situation va dans le même sens avec les conclusions d'autres études. En effet, Congo (2005) en étudiant les facteurs de la contraception au Burkina Faso a trouvé qu'à niveau d'instruction minimal tel que le primaire, la femme à 1,5 fois plus de chance d'utiliser une méthode moderne de contraception. Il conclut qu'avoir au minimum le niveau d'instruction secondaire favorise grandement une adoption des méthodes contraceptives modernes.

Par contre ne pas avoir été à l'école réduit les chances de recourir à la contraception moderne chez les femmes en union dans tous les pays. Au Sénégal par exemple, les femmes non instruites ont 51% moins de chances de recourir à une contraception moderne par rapport à celles qui ont un niveau primaire. Comme il est fait constat avec le niveau d'instruction, toute chose égale par ailleurs, le niveau de vie du ménage influence positivement le recours à la contraception moderne chez les femmes en union dans la plupart des pays. En effet, exception faite du Togo et de la Guinée, les femmes issues de ménages de très riches recourent plus à la contraception moderne par rapport à celles de niveau de vie moyen. Au Togo, particulièrement, l'on observe que le quintile du niveau de vie du ménage n'est pas significatif quel que soit le groupe de femme considéré. Autrement dit, il n'y a pas de différence par rapport au niveau de vie des ménages quant au recours à la contraception moderne chez les togolaises.

Suivant le milieu de résidence, il apparaît que les femmes résidant en milieu rural sont moins enclines à l'utilisation de la contraception. En Guinée, au Niger, au Sénégal et au Burkina Faso, les femmes du milieu rural ont respectivement 36%, 41%, 48% et 22% moins de chances d'utiliser la

contraception moderne par rapport à leurs homologues du milieu urbain. Il n'y a pas de différence significative entre les milieux urbain et rural en Côte d'Ivoire, au Bénin, au Mali et au Togo.

En analysant la variable occupation de la femme, il ressort, exception faite du Sénégal (différence non significative), que les femmes inactives sont moins enclines à recourir à la contraception moderne comparativement à leurs consœurs actives.

La cohorte d'appartenance de la femme (groupe d'âge) révèle un fait saillant, les jeunes femmes âgées de moins de 25 ans et celles relativement âgées (plus de 34 ans) ont toutes, moins de chances de recourir à la contraception moderne comparativement à celles d'âge intermédiaire (25-34 ans). Ce constat est assez général sauf au Mali où la variable n'est pas significative.

### **3- Discussion**

La littérature scientifique a longtemps mis en évidence l'action des facteurs socio-culturels, socioéconomiques et sociodémographiques sur les pratiques contraceptives chez les femmes. Cette analyse loin de contrarier cet état des faits vient confirmer les résultats longuement entretenus. De surcroît, elle met en lumière l'effet des habitudes reflétées ici par les parcours de vie des femmes en matière de sexualité et de maternité avant le mariage. Il est vrai que ce fait n'est pas vérifié dans tous les huit pays mais les résultats laissent penser de façon générale que les femmes qui ont eu une expérience de sexualité hors du mariage seraient plus enclines à recourir à la contraception moderne une fois en union. Cette expérience vécue avant le mariage ne serait-elle pas la conséquence d'un ensemble de facteurs qui influencent les comportements d'avant mariage ?

Déjà, l'analyse descriptive montre que les femmes ayant un parcours du type moderne (R-N-U ou R-U-N) sont celles vivant majoritairement en ville, avec un niveau d'instruction relativement élevé et qui sont issues de ménages relativement riches. Les quelques exemples rencontrés dans la littérature viennent conforter l'hypothèse d'un schéma de parcours de vie intuitivement impulsé par le contexte socioculturel et socioéconomique (Vergara, 2010 ; Bassinga et al. 2021; Mounté et al. 2016). A ce titre Vergara (2010) a montré qu'au Burkina Faso, les femmes rurales sont davantage représentées dans les parcours traditionnels (84 %) que dans les parcours émergents (49 %) ou ceux de célibataires (47 %). Par contre, les parcours qui s'écartent plus du contrôle social et culturel comme ceux de sexualité pré-nuptiale, de maternité pré-nuptiale et des célibataires sont davantage représentés par des femmes ayant grandi en ville, 28%, 50 % et 57 % respectivement (Vergara, 2010).



Considérant la scolarisation, Vergara (2010) montre également que la catégorie nuptiale est majoritairement composée de femmes n'ayant jamais été sur les bancs d'école (92%). Pour des femmes ayant eu de 6 à 18 années de scolarité, elles ont presque quatre fois plus de chances d'avoir un parcours de sexualité pré-nuptiale, 11 fois plus de chances d'avoir une naissance pré-nuptiale et 15,5 fois plus de chances de rester célibataire jusqu'à 25 ans. La scolarisation modifie ainsi la séquence de l'entrée en vie féconde nuptiale et ouvre les portes aux jeunes femmes à d'autres choix, et à d'autres risques, que le mariage et la procréation durant leur adolescence.

S'appuyant sur la théorie de l'existence d'une rationalité économique dans le comportement sexuel des jeunes, et sur l'idée que la sexualité peut être une stratégie utilisée par les jeunes pour améliorer leur statut par le mariage ou la fécondité, l'emprunt d'un chemin de vie est considéré comme une action volontaire réalisée dans le cadre d'une stratégie de survie économique. En effet, « en l'absence de ressources matérielles, la sexualité d'une jeune femme est ce qu'elle peut offrir et manipuler pour garder l'affection d'un homme » (Faiz Rashid, 2008, p. 119). Tenant compte de l'âge, Vergara (2010) met en évidence le fait que les femmes plus jeunes (25-29 ans) suivent davantage des parcours non nuptiaux (principalement un parcours de sexualité pré-nuptiale) comparativement à celles plus âgées qui ont une plus forte tendance à suivre le parcours nuptial. En effet, les femmes de 25-29 ans ont 85 % plus de chances que les femmes de 45-49 ans de suivre un parcours de sexualité pré-nuptiale que de suivre le parcours nuptial, puis, pour les 30-34 ans ces chances sont de 74 % et pour les 35-39 ans, de 37 %. Par ailleurs, les parcours de maternité pré-nuptiale gagnent du poids chez les générations plus jeunes, progressant discrètement dans la population en passant de 3 % pour les 45-49 ans à presque 5 % pour les 25-29 ans. Ceci semble présager un changement important dans la séquence des transitions d'entrée en vie féconde au bénéfice principalement de la séquence de sexualité pré-nuptiale et dans une moindre mesure de la séquence de maternité pré-nuptiale. Par exemple, Müller et al. (2007) montrent qu'au fil des générations, les chances de former un couple tôt diminuent. Il en va de même pour la première naissance. Antoine (2002) montre qu'à Yaoundé, les nouvelles générations ont leur premier enfant plus tard que les générations plus anciennes, qui avaient déjà leur premier enfant au même âge.

Cette analyse bien qu'ayant mis en évidence des résultats probants, elle présente quelques limites. D'abord la religion de la femme n'a pas été considérée du fait de sa non prise en compte lors des collectes de données dans certains pays tel que le Niger alors qu'elle constitue un facteur clé dans l'explication des comportements sexuels et reproductifs. Il en est de même de l'ethnie. En effet, l'analyse suivant les groupes ethniques classés selon l'autonomie des femmes (Kobiané, 2006), révèle que les femmes des ethnies où l'autonomie est relativement élevée ont une plus forte tendance à suivre des

parcours de célibataire (25%) et de maternité pré-nuptiale (17%) par rapport aux autres femmes. Ces résultats semblent indiquer que l'autonomie décisionnelle et économique de la femme joue sur le fait de rester célibataire et d'avoir une naissance pré-nuptiale, ce qui pourrait influencer le comportement contraceptif. Toutefois, la prise en compte de l'occupation de la femme dans le modèle, transcende avec l'autonomie de cette dernière.

Par ailleurs, la tendance chez les femmes qui ont connu un parcours de maternité pré-nuptiale à recourir plus à la contraception moderne par rapport aux femmes qui ont connu un parcours nuptial, pourrait également être tributaire d'une satisfaction de leur désir d'avoir des enfants, ce désir ayant été comblé en partie ou totalement hors mariage.

Ces résultats confortent bien l'idée selon laquelle, l'environnement socioculturel, où vivent et grandissent les adolescents et jeunes, a une influence certaine sur le moment et l'ordre de survenance des événements : avoir son premier rapport sexuel, avoir sa première conception et contracter sa première union. Ces parcours de vie, autant qu'ils sont le fruit de plusieurs facteurs, engendrent des différences spécifiques dans le recours à la contraception moderne chez les femmes en union.

## **Conclusion**

L'amélioration de la prévalence contraceptive moderne demeure un défi des programmes et politiques de santé maternelle et reproductive. Cet article tout en mettant en lumière des inégalités socioéconomiques, socioculturelles et générationnelles dans le recours à la contraception moderne chez les femmes en union, révèle un effet d'habitus qui serait attribuable à l'expérience vécue par les concernées durant leurs parcours d'entrée en vie féconde. Les femmes qui connaissent une expérience de sexualité et de maternité pré-nuptiale ont tendance à plus recourir à la contraception moderne par rapport à celles qui découvrent leur sexualité une fois dans le mariage. Ces résultats mis en conciliation appellent à renforcer les actions de sensibilisation, de counseling, de suivi et de facilitation d'accès aux contraceptifs modernes, chez les jeunes particulièrement issus des classes socio-économiques basses. La modification des parcours ne relevant pas forcément de l'action politique, il serait plus indiqué que celles, qui optent implicitement ou de façon explicite pour des parcours de sexualité et de maternité pré-nuptiale, n'aient pas de barrières quant à l'accès à la contraception pour espérer un impact sur les comportements sexuels et reproductifs une fois dans la vie de couple.

## **References:**

1. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) [Sénégal], et ICF. 2019. Sénégal : Enquête Démographique et de Santé Continue (EDS-Continue 2019). Rockville, Maryland, USA : ANSD

- et ICF.
2. Antoine P. (2002), « L'approche biographique et ses possibilités pour l'analyse des systèmes de genre », Paris : DIAL, 24 p. multigr. (Document de Travail - DIAL).
  3. Badini, A. 1994. "Naître et grandir chez les Moosé traditionnels." in Découvertes du Burkina. Paris-Ouagadougou: SEPIA-ADDB.
  4. Bassinga H., Barry O. et Ouedraogo C. (2021), « Parcours d'entrée en vie féconde et pratiques contraceptives chez les femmes en union dans les pays d'Afrique membre du partenariat de Ouagadougou », communication à la conférence internationale de la population.
  5. Beninguisse G. (2007), « Sexualité prémaritale et santé de la reproduction des adolescents et des jeunes en Afrique subsaharienne », L'Afrique face à ses défis démographiques: Un avenir incertain, Paris; Nogent-sur-Marne, pp. 289-321.
  6. Bledsoe, Caroline H. and Barney C. (1993), "Social Dynamics of Adolescent Fertility in SubSaharan Africa." Pp. 208, edited by P. D. o. A. F. i. S.-S. Africa. Washington, D.C.: National Academy Press.
  7. Calvès, Anne-Emmanuèle (1999), "Marginalization of African single mothers in the marriage market: Evidence from Cameroon." *Population Studies* 53:291-301
  8. Calvès, Anne-Emmanuèle, Jean-François Kobiané, and Edith Martel (2007), "Changing Transition to Adulthood in Urban Burkina Faso." *Journal of Comparative Family Studies* 38.
  9. Congo Z. (2005), Les facteurs de la contraception au Burkina Faso. Analyse à partir des données de l'enquête démographique et de santé de 1999, Gripps. La planification familiale en Afrique. Documents d'analyse n° 5.
  10. Gage Anastasia J. (1995), "An Assessment of the Quality of Data on Age at First Union, First Birth, and First Sexual Intercourse for Phase II of the Demographic and Health Surveys Program." Macro International Inc, Calverton, Maryland.
  11. Gage-Brandon, Anastasia J (1993), "Sex, Contraception and Childbearing Before Marriage in SubSaharan Africa." *International Family Planning Perspectives* 19:14.
  12. Greig A. (2008), « Le sexe et les droits de l'homme », *IDS Bulletin*, Au cœur de l'importance de la Sexualité, Vol. 37, no 5, pp. 139-144.
  13. Institut National de la Statistique (INS) et ICF. 2018. Enquête Démographique et de Santé en Guinée 2018. Conakry, Guinée, et Rockville, Maryland, USA : INS et ICF.
  14. Institut National de la Statistique (INSTAT), Cellule de Planification et de Statistique Secteur Santé-Développement Social et Promotion de la Famille (CPS/SS-DS-PF) et ICF. 2019. Enquête Démographique et

- de Santé au Mali 2018. Bamako, Mali et Rockville, Maryland, USA : INSTAT, CPS/SS-DS-PF et ICF.
15. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique (INSAE) et ICF. 2019. Enquête Démographique et de Santé au Bénin, 2017-2018. Cotonou, Bénin et Rockville, Maryland, USA : INSAE et ICF.
  16. Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD) et ICF International, 2012. Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples du Burkina Faso 2010. Calverton, Maryland, USA : INSD et ICF International
  17. Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD) et ICF International, 2022. Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples du Burkina Faso 2021. Calverton, Maryland, USA : INSD et ICF International.
  18. Kobiané J-F (2006), "Appartenance ethnique, rapports de genre et inégalités sexuelles dans la scolarisation en milieu rural au Burkina Faso : du discours anthropologique aux résultats statistiques." Les travaux de l'ISSP 18:23.
  19. Mensch Barbara S., Judith B., and Margaret E. Greene (1998), *The Uncharted Passage: Girls' Adolescence in the Developing World*, Edited by P. Council. New York: Population Council.
  20. Mensch Barbara S., Monica J. Grant, and Ann K. Blanc (2006), "The Changing Context of Sexual Initiation in sub-Saharan Africa." *Population and Development Review* 32:699-727.107
  21. Mensch Barbara S., Singh S., and Casterline J. (2005), "Trends in the timing of first marriage among men and women in the developing world." in *The Changing Transitions to Adulthood in Developing Countries: Selected Studies*, edited by N. R. Council. Washington D.C.: The National Academies Press.
  22. Mensch Barbara S., Wesley H. Clark, Cynthia B. Lloyd, and Annabel S. Erulkar (2001), "Premarital Sex, Schoolgirl Pregnancy, and School Quality in Rural Kenya." *Studies in Family Planning* 32:285-301.
  23. Müller N., Studer M. et Ritschard G. (2007), Classification de parcours de vie à l'aide de l'optimal matching, XIVe Rencontre de la Société francophone de classification (SFC 2007), Paris, 157-160 pp. Consulté à l'adresse [http://mephisto.unige.ch/pub/publications/gr/MullerStuderRitsch\\_SFC07.pdf](http://mephisto.unige.ch/pub/publications/gr/MullerStuderRitsch_SFC07.pdf)
  24. Oppong C. (1997), "African family systems and socioeconomic crisis." Pp. 158-182 in *Family, population and development in Africa*, edited by A. Adepaju. London, England: Zed books.
  25. Performance Monitoring and Accountability 2020 (PMA2020/Ivory coast) (2018), rapports 2018 du Burkina Faso, de la Ivory Côte d'Ivoire

- et du Nigercoast.
26. Pilon M. and Vimard P. (1998), "Structure et dynamiques familiales à l'épreuve de la crise en Afrique subsaharienne." Pp. 1-22 in *Ménages et familles face à la crise*, edited by C. Quetelet. Louvain-La-Neuve, Belgique: Chaire Quetelet.
  27. Rwenge Mburano J.-R. (2004), « Les différences ethniques des comportements sexuels au Cameroun : l'exemple des Bamiléké et Bèti ». Consulté à l'adresse <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/4115>
  28. Tabutin, D. & Schoumaker, B. (2020), *La démographie de l'Afrique subsaharienne au XXIe siècle : Bilan des changements de 2000 à 2020, perspectives et défis d'ici 2050*. *Population*, 2(2-3), 169-295. <https://doi.org/10.3917/popu.2002.0169>.
  29. Tourné K. (2006), Chapitre XI. Se marier en Égypte, Fait partie d'un numéro thématique : Devenir adulte aujourd'hui. *Perspectives internationales, Débats Jeunesses*, n°18 pp. 195-210
  30. Vergara D. (2009), *Parcours d'entrée en vie féconde des femmes au Burkina Faso : une analyse séquentielle*, Mémoire grade de Maîtrise en sciences en démographie, Faculté des arts et des sciences, Université de Montréal, 129p.
  31. Zabin L. S. et Kiragu K. (1998). *The Health Consequences of Adolescent Sexual and Fertility Behavior in Sub-Saharan Africa*. *Studies in Family Planning*, Vol. 29, no 2, pp. 210-232.

## Annexes

**Annexe 1** : Taux d'utilisation (%) de la contraception moderne par pays selon le milieu de résidence et le parcours d'entrée en vie féconde

Pays	Milieu de résidence					
	Urbain			Rural		
	U-R-N	R-U-N	R-N-U	U-R-N	R-U-N	R-N-U
BÉNIN	10,1	10,0	9,7	5,5	7,9	8,1
BURKINA FASO	29,4	32,4	33,8	10,8	11,5	12,6
COTE D'IVOIRE	14,2	17,1	19,3	8,8	12,8	10,7
GUINÉE	8,0	10,8	12,0	3,5	4,6	4,7
MALI	19,8	21,9	26,2	5,4	8,5	8,9
NIGER	27,1	25,5	28,1	9,3	12,0	10,7
SENEGAL	21,2	18,5	21,8	6,4	8,0	7,2
TOGO	13,5	20,6	21,9	14,4	17,8	18,8

**Annexe 2.** Taux d'utilisation (%) de la contraception moderne par pays selon le niveau d'instruction et le parcours d'entrée en vie féconde

Pays	Niveau d'instruction (1/2)					
	Sans niveau			Primaire		
	U-R-N	R-U-N	R-N-U	U-R-N	R-U-N	R-N-U
BÉNIN	5,9	7,2	7,3	11,0	10,8	10,8
BURKINA FASO	11,1	11,7	13,5	27,4	24,9	30,6
COTE D'IVOIRE	8,7	10,6	10,5	19,3	18,9	18,2
GUINÉE	3,6	6,4	6,2	7,6	7,2	9,6
MALI	6,5	9,4	9,5	11,0	15,5	15,9
NIGER	9,5	13,1	11,6	18,4	21,0	21,9
SENEGAL	8,2	9,4	8,8	20,8	20,2	25,1
TOGO	10,7	13,6	14,9	17,6	19,2	22,8

Pays	Niveau d'instruction (2/2)					
	Secondaire			Supérieur		
	U-R-N	R-U-N	U-R-N	R-U-N	U-R-N	R-U-N
BÉNIN	13,5	13,6	13,5	13,6	13,5	13,6
BURKINA FASO	44,9	43,5	44,9	43,5	44,9	43,5
COTE D'IVOIRE	18,0	22,0	18,0	22,0	18,0	22,0
GUINÉE	10,8	8,8	10,8	8,8	10,8	8,8
MALI	25,9	26,5	25,9	26,5	25,9	26,5
NIGER	31,8	23,3	31,8	23,3	31,8	23,3
SENEGAL	28,9	20,0	28,9	20,0	28,9	20,0
TOGO	19,4	24,3	19,4	24,3	19,4	24,3

**Annexe 3.** Taux d'utilisation (%) de la contraception moderne par pays l'occupation et le parcours d'entrée en vie féconde

Pays	Occupation					
	Inactive			Active		
	U-R-N	R-U-N	R-N-U	U-R-N	R-U-N	R-N-U
BÉNIN	6,0	6,3	6,3	7,7	9,4	9,5
BURKINA FASO	12,5	27,0	18,9	14,1	15,7	18,4
COTE D'IVOIRE	8,7	14,1	12,7	11,6	14,7	14,7
GUINÉE	3,2	3,3	5,0	4,8	8,0	8,0
MALI	6,7	8,3	8,8	9,4	13,1	16,7
NIGER	10,9	12,7	11,5	13,1	19,0	20,1
SENEGAL	11,3	9,1	12,4	13,5	15,8	15,0
TOGO	12,5	18,4	15,1	14,3	19,2	21,0

**Annexe 4.** Taux d'utilisation (%) de la contraception moderne par pays selole groupe d'âge et le parcours d'entrée en vie féconde

Pays	Groupe d'âge (1/2)					
	15-19 ans			20-24 ans		
	U-R-N	R-U-N	U-R-N	R-U-N	U-R-N	R-U-N
BÉNIN	4,0	8,3	6,2	4,8	9,3	4,9
BURKINA FASO	4,2	10,1	15,6	13,1	17,9	22,0
COTE D'IVOIRE	8,1	12,1	8,2	8,1	16,5	16,3
GUINÉE	5,0	3,7	0,0	4,7	7,1	4,0
MALI	7,3	9,0	7,3	7,9	11,6	13,7
NIGER	8,8	12,3	17,5	13,1	14,7	12,2
SENEGAL	7,3	6,4	7,3	9,1	9,5	8,5
TOGO	13,1	8,3	6,0	11,4	20,5	18,3

Pays	Groupe d'âge (2/2)					
	25-34 ans			35-49 ans		
	U-R-N	R-U-N	U-R-N	R-U-N	U-R-N	R-U-N
BÉNIN	6,9	8,0	10,0	8,2	9,9	8,9
BURKINA FASO	15,1	19,7	20,5	14,2	14,6	15,7
COTE D'IVOIRE	11,9	16,1	16,6	11,6	12,3	12,0
GUINÉE	5,1	9,1	10,4	3,9	5,4	6,9
MALI	8,7	11,2	13,5	7,3	12,7	12,2
NIGER	14,2	17,7	14,3	8,1	11,1	14,1
SENEGAL	13,0	13,4	17,4	14,1	14,0	12,9
TOGO	16,3	22,6	22,1	13,1	15,6	19,4

**Annexe 5.** Taux d'utilisation (%) de la contraception moderne par pays selon le niveau de vie et le parcours d'entrée en vie féconde

Pays	Niveau de vie (1/2)								
	Très pauvre			Pauvre			Moyen		
	U-R-N	R-U-N	R-N-U	U-R-N	R-U-N	R-N-U	U-R-N	R-U-N	R-N-U
BÉNIN	5,1	5,4	4,2	5,2	7,0	8,4	8,0	9,5	7,9
BURKINA FASO	7,3	5,7	9,3	9,3	8,1	9,5	9,4	9,6	13,8
COTE D'IVOIRE	4,6	12,3	8,4	11,8	7,6	10,1	10,2	16,4	14,0
GUINÉE	2,6	6,1	2,3	3,5	4,3	3,7	4,0	5,9	7,7
MALI	3,0	4,7	3,4	3,8	6,4	7,0	6,0	5,2	5,0
NIGER	8,6	10,2	8,2	7,4	10,7	7,1	8,0	10,4	11,4
SENEGAL	4,3	5,3	5,8	7,0	8,4	6,9	12,5	12,3	14,0
TOGO	13,7	15,3	20,1	14,3	19,7	19,2	15,4	18,1	17,6

	Niveau de vie (2/2)					
	Riche			Très riche		
	U-R-N	R-U-N	R-N-U	U-R-N	R-U-N	R-N-U
BÉNIN	7,9	9,2	8,5	11,4	11,7	14,5
BURKINA FASO	17,4	16,0	17,3	32,5	36,4	35,2
COTE D'IVOIRE	15,4	16,1	17,7	16,8	20,3	22,2
GUINÉE	5,4	3,8	6,9	9,9	12,6	13,7
MALI	9,2	17,5	15,5	21,1	23,5	30,8
NIGER	12,1	16,2	13,0	23,5	23,7	27,4
SENEGAL	16,0	13,5	17,8	24,0	23,3	24,9
TOGO	11,5	17,1	18,4	15,9	23,8	25,0





ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Résistance de la Tique Invasive *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* à la Nouvelle Gamme d'Acaricides Distribués en Côte d'Ivoire**

***Boka Ohoukou Marcel***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Biguezoton Abel***

Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide(CIRDES), Burkina Faso

***Achi Yaba Louise***

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire  
Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Kande Souleymane***

***Koffi Serge Landry***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Akoto Rita Prisca***

Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Yapi Yapi Grégoire***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p284](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p284)

Submitted: 12 January 2023

Accepted: 27 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Boka O.M., Biguezoton A., Achi Y.L., Kande S., Koffi S.L., Akoto R.P & Yapi Y.G. (2023). *Résistance de la Tique Invasive Rhipicephalus (Boophilus) microplus à la Nouvelle Gamme d'Acaricides Distribués en Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 284.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p284>

### **Résumé**

La tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) est un ectoparasite qui cause des dégâts importants dans les élevages de bovins en Côte d'Ivoire. Ce travail avait pour objectifs (i) de répertorier les acaricides

distribués en Côte d'Ivoire pour le détiqage des bovins et (ii) d'évaluer le niveau de résistance-sensibilité de la tique *R. (B.) microplus* à la nouvelle gamme d'acaricides dans les élevages péri-urbains de bovins au sud de la Côte d'Ivoire, précisément dans la zone d'Azaguié où *R. (B.) microplus* a été découverte pour la première fois en Afrique de l'Ouest. La méthode de référence LPT (Larval Packet Test) standardisée par la FAO a été utilisée pour l'évaluation du niveau de résistance de cette tique invasive aux acaricides. Il ressort de l'étude que sept molécules acaricides sont officiellement commercialisés en Côte d'Ivoire pour le contrôle des tiques chez les bovins (Alphacyperméthrine, Cyperméthrine, Amitraz, Fluméthrine, Deltaméthrine, Fipronil et le Chlorpyrifos) sous divers noms commerciaux. Face aux échecs thérapeutiques récurrents et aux plaintes des éleveurs, la nouvelle gamme d'acaricides proposée pour le détiqage des bovins est essentiellement constituée de produits à base de fipronil, de fluméthrine, de deltaméthrine ou de cyperméthrine associée au chlorpyrifos. Les résultats du LPT ont montré une variation de la résistance des populations de tiques *R. (B.) microplus* vis-à-vis d'un acaricide à l'autre. Les tiques ont présenté une résistance à la deltaméthrine et à la fluméthrine, mais un niveau de sensibilité acceptable ( $RR_{50} < 4$ ) à l'association cyperméthrine-chlorpyrifos-butoxide de pipéronyl-citronnelle.

---

**Mots-clés:** Larval Packet Test (LPT), *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, acaricide, résistance, Côte d'Ivoire

---

## **Resistance of the Invasive Tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* to the New range of Acaricides Marketed in Côte d'Ivoire**

***Boka Ohoukou Marcel***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et  
Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Biguezoton Abel***

Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone  
Subhumide(CIRDES), Burkina Faso

***Achi Yaba Louise***

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire  
Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Kande Souleymane***

***Koffi Serge Landry***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et  
Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Akoto Rita Prisca***

Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Yapi Yapi Grégoire***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et  
Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) is an ectoparasite that causes significant damage in cattle farms in Côte d'Ivoire. The objectives of this work were (i) to inventory the acaricides marketed in Côte d'Ivoire for tick control in cattle and (ii) to estimate the level of resistance-sensitivity of *R. (B.) microplus* to the new range of acaricides in peri-urban cattle farms in southern Côte d'Ivoire, precisely in the Azaguié area where *R. (B.) microplus* was first discovered in West Africa. The reference method LPT (Larval Packet Test) standardized by the FAO was used to estimate the level of resistance of this invasive tick to acaricides. It appears from the study that seven acaricidal molecules are officially marketed in Côte d'Ivoire for the control of ticks in cattle (Alphacypermethrin, Cypermethrin, Amitraz, Flumethrin, Deltamethrin, Fipronil and Chlorpyrifos) under various trade names. Faced with recurrent treatment failures and farmers' complaints, the new range of acaricides proposed for tick control in cattle

mainly consists of products based on fipronil, flumethrin, deltamethrin or cypermethrin combined with chlorpyrifos. The LPT results showed a variation of the resistance of *R. (B.) microplus* tick populations to one acaricide to another. The study showed a resistance of *R. (B.) microplus* tick populations to deltamethrin and flumethrin, but an acceptable level of *R. (B.) microplus* ticks susceptibility ( $RR_{50} < 4$ ) to the association of acaricides (cypermethrin-chlorpyrifos-piperonyl butoxid-citronella).

---

**Keywords:** Larval Packet Test (LPT), *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, acaricide, resistance, Côte d'Ivoire

## Introduction

L'élevage des bovins en Afrique subsaharienne est confronté à plusieurs contraintes qui limitent son rendement et freinent son développement. Au nombre de ces dernières, les tiques et les maladies à tiques sont particulièrement redoutables. Depuis des décennies, la lutte contre les tiques entreprise par les éleveurs dans les cheptels bovins et ovins en Afrique de l'Ouest avait pour but principal de limiter les dégâts causés par *Amblyomma variegatum* (Farougou et al., 2007). Cependant, depuis le début des années 2000, l'émergence de la tique exotique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) dans les troupeaux bovins constitue une menace très sérieuse pour les éleveurs en Côte d'Ivoire. Il s'agit en effet de l'espèce de tique associée aux plus fortes pertes économiques au monde (Frisch, 1999). Elle est beaucoup plus fréquente chez les bovins et est responsable de la babésiose bovine à *Babesia bovis*, l'espèce de babésie la plus meurtrière chez le bovin.

La résistance aux acaricides est un problème central pour le contrôle de la tique du bétail *R. (B.) microplus* (Cossío-Bayúgar et al., 2020). Cette tique est reconnue pour sa résistance à la plupart des acaricides. De ce fait, il résulte une utilisation accrue et anarchique desdits acaricides par les éleveurs afin de protéger leurs animaux contre les fortes morbidités, les mortalités et les pertes de productions (lait, viande, peau et cuir). Après son introduction dans les années 2002-2004 au sud de la Côte d'Ivoire, l'aire de distribution de cette tique exotique s'est étendue à l'ensemble du territoire national (Boka et al., 2017). Ses variations saisonnières sont également connues dans le nord, le centre et le sud du pays (Boka, 2016). Enfin, selon les régions, elle présente une résistance soit à l'amitraz, la deltaméthrine ou à l'alphacyperméthrine (Achi et al., 2022). *Rhipicephalus (B.) microplus* constitue ainsi un grand cauchemar pour l'élevage bovin et surtout pour les populations rurales qui dépendent de l'élevage pour leur survie.

Face aux échecs thérapeutiques récurrents et aux plaintes des éleveurs, une gamme variée d'acaricides est actuellement proposée aux éleveurs

déseparés par divers distributeurs sans une évaluation préalable de leur efficacité dans les conditions locales. D'où la justification de la présente étude.

L'objectif général de cette étude était d'améliorer la lutte contre la tique *R. (B.) microplus* en Côte d'Ivoire en apportant une assistance aux éleveurs dans le choix des acaricides qui leur sont proposés. De façon spécifique, il s'agissait (i) de répertorier les acaricides distribués en Côte d'Ivoire pour le détiage des bovins et (ii) d'évaluer le niveau de résistance de *R. (B.) microplus* à la nouvelle gamme d'acaricides dans les élevages péri-urbains de bovins au sud de la Côte d'Ivoire.

## Matériel et Méthodes

### Zone d'étude

La zone d'étude (Figure 1) est représentée par le département d'Azaguié situé dans la partie Sud-Est de la Côte d'Ivoire (longitude - 4,083333, latitude 5,633333). Cette partie de la Côte d'Ivoire est située dans la zone forestière humide, caractérisée par un climat équatorial guinéen à quatre (4) saisons dont deux saisons des pluies (une grande d'avril à juillet et une petite d'octobre à novembre) alternées avec deux saisons sèches (une petite d'août à septembre et une grande de décembre à mars). Avec une température moyenne annuelle comprise entre 25 et 30 °C et des précipitations abondantes pouvant atteindre 1766 mm à Abidjan, le sud-est constitue une zone propice à l'agriculture. Les principales cultures sont le cacao, le café, l'hévéa, le palmier à huile, l'ananas, la banane douce, la banane plantain et le manioc.

La localité d'Azaguié, distante de 40 km de la capitale économique d'Abidjan, est une zone assez sollicitée pour l'élevage péri-urbain (élevage de volailles, de porcins, de petits ruminants et de bovins).

Les types de bovins élevés dans cette localité sont les taurins locaux (Ndama et Lagunaire) dans une grande mesure, les zébus, les bovins de races exotiques importées essentiellement de l'Europe et du Brésil (Montbéliard, Holstein, Girolando, etc.) et des métis issus de croisements divers. Les élevages sont de type sédentaire et sont pratiqués essentiellement selon un mode extensif avec le recours au pâturage naturel comme principale source d'alimentation pour les animaux (MIPARH, 2003).

Il est à souligner que la tique *R. (B.) microplus* a été découverte pour la première fois en Afrique de l'Ouest en 2007 à Azaguié (Madder et al., 2007), où des jeunes ivoiriens ont été installés depuis 1996 dans la production laitière par l'ex-projet « laitier sud » cofinancé par la Coopération Belge et l'Etat de Côte d'Ivoire de 1996 à 2009. Le département d'Azaguié a par ailleurs abrité en 2008, l'investigation de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (IMTA) qui a révélé un remplacement de 96% de la tique *R. (B.) decoloratus* par la tique exotique *R. (B.) microplus* (Madder et al., 2011).

### **Approche méthodologique**

Pour la réalisation de l'étude, une enquête transversale a été réalisée en décembre 2018 dans le département d'Azaguié où la tique *R. (B.) microplus* est bien établie depuis sa découverte pour la première fois au sud de la Côte d'Ivoire. Cette enquête a permis de prélever des tiques femelles gorgées de *R. (B.) microplus* sur des bovins dans quatre (4) fermes où la résistance des tiques aux acaricides est soupçonnée.

Ces fermes ont été sélectionnées en fonction des types de production, soit 2 fermes laitières (exploitant des bovins de race exotique ou métis) et 2 fermes d'embouche (exploitant des bovins de race locale). Dans chaque ferme, une dizaine d'animaux a été détiquée et des femelles bien gorgées de *R. (B.) microplus* ont été collectées par ferme et acheminées au laboratoire pour analyse.

La Direction des Services Vétérinaires (DSV), ainsi que les grossistes importateurs et répartiteurs de produits vétérinaires ont été par ailleurs contactés et un répertoire des acaricides distribués officiellement en Côte d'Ivoire a été réalisé.

### **Echantillons**

Le niveau de résistance des populations de tiques *R. (B.) microplus* a été testé à trois produits acaricides : delthaméthrine, fluméthrine et une association de molécules (cyperméthrine, chlorpyrifos, butoxide de pipéronyl et citronnelle). Ces acaricides représentent des molécules distribuées officiellement en Côte d'Ivoire pour le contrôle des tiques chez les bovins, mais pour lesquelles, aucun test de résistance de la tique *R. (B.) microplus* vis-à-vis de ceux-ci n'a encore été effectué dans le contexte de l'élevage ivoirien, exception faite de la deltaméthrine.

Les échantillons sont des larves de tiques *R. (B.) microplus* âgées de 14 à 21 jours issues des femelles gorgées récoltées sur le terrain au sud de la Côte d'Ivoire (Azaguié). Une souche de référence de *Rhipicephalus (Boophilus) geigy*, sensible aux produits acaricides et récoltée à l'origine à Houndé au Burkina Faso a été ajoutée aux lots d'échantillons récoltés en Côte d'Ivoire pour effectuer les tests de résistance LPT (Larval Packet Test ou test d'emballage larvaire).

### **Collecte des échantillons de tiques**

La collecte des tiques a été réalisée dans les différentes fermes sélectionnées au moins deux semaines après le dernier traitement acaricide. Elle a été réalisée dans la matinée (entre 9h et 11h) afin d'avoir plus de chance de prélever des femelles de tiques bien gorgées. Les tiques ont été collectées sur les animaux âgés de plus d'un an et préalablement contentionnés en

décubitus latéral par les bouviers à l'aide d'un dispositif de cordage. La collecte s'est faite pendant 10 minutes sur une moitié du corps, plus précisément dans les zones de prédilection des tiques, notamment : l'oreille, le fanon, l'ars, le flanc, les mamelles, le périnée, le toupillon de la queue et la face interne de la cuisse. Au moins 30 femelles *R. (B.) microplus* bien gorgées ont été collectées par ferme et conditionnées dans des flacons préalablement préparés à cet effet. Ces flacons ont été distinctement identifiés et déposés dans un bac contenant un tissu propre imbibé d'eau pour maintenir le milieu humide et permettre ainsi la survie des tiques. Les couvercles des flacons et des bacs ont été perforés et protégés respectivement par un filet et un grillage à mailles fines afin de procurer de l'air aux tiques collectées.

Ensuite, les tiques *R. (B.) microplus* non gorgées et les autres espèces de tiques (quelque soit le stade de développement) ont été conditionnées dans des pots en plastique contenant de l'éthanol à 70° et acheminées également au laboratoire. La collecte de mâles accouplés aux femelles gorgées a été particulièrement réalisée afin de faciliter l'identification des espèces au laboratoire. Il est à souligner que les différents pots ont été correctement identifiés. Sur la face externe, un code a été porté à l'aide d'un « marker permanent » et à l'intérieur du pot, il a été introduit un bout de papier sur lequel le code et d'autres informations de reconnaissance (date, nom de l'éleveur, race, âge, numéro de l'animal si possible) ont été inscrits à l'aide d'un crayon à papier. Les femelles gorgées de *R. (B.) microplus* maintenues vivantes ont été acheminées à Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso, au laboratoire d'acarologie du Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES).

#### **Analyses de laboratoire**

❖ **Identification des tiques** : Au laboratoire, les tiques du genre *Rhipicephalus (Boophilus)* ont été identifiées à l'aide d'une loupe binoculaire à partir de la clé d'identification de Walker et al. (2003) et celle développée par Madder (2012a et 2012b).

❖ **Test de résistance** : L'évaluation de la résistance des tiques aux acaricides a été faite par la méthode du « Larval Packet Test » (LPT) d'après le protocole de la FAO adapté par le CIRDES. Ce test est réalisé à partir des larves âgées de 14 à 21 jours issues des femelles de tiques gorgées. Il est à préciser que les femelles gorgées ont été mises à l'étuve à une température de 27°C et une hygrométrie variant entre 80 et 90% jusqu'à la ponte. Les larves obtenues ont été traitées avec une série de dilutions de chaque acaricide à différentes concentrations : 0,0039 g/l ; 0,0078 g/l ; 0,0156 g/l ; 0,0312 g/l ; 0,0625 g/l ; 0,125 g/l ; 0,25 g/l ; 0,5 g/l ; 1 g/l ; 2 g/l. Le taux de mortalité des larves induite a été par la suite évalué et comparé à celui

enregistré chez une souche de référence sensible du CIRDES, la souche *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* (Adakal et al., 2012).

### **Traitement des données**

Les données du LPT ont été analysées grâce à la librairie drc (Ritz et al., 2015) disponible dans le logiciel R (R Core Team, 2013). Il s'agit d'une analyse de régression non linéaire de dose-mortalité à l'aide de la fonction `drm`. Ensuite, les concentrations léthales (LC) LC50 et LC90 (concentrations qui peuvent causer la mort de 50% et 90% des échantillons respectivement) avec leur intervalle de confiance à 95 % et les Ratios de Résistance (RR) ont été déterminés. Ces derniers correspondent au rapport de la concentration létale d'un échantillon donné (échantillon de terrain) sur celle de la souche de référence sensible. Un échantillon est considéré comme sensible si le  $RR < 4$ , modérément résistant si  $4 < RR < 10$  et fortement résistant si  $RR > 10$  (Jonsson et Hope, 2007).

## **Résultats**

### **(i) Différents types d'acaricides distribués en Côte d'Ivoire**

Le tableau I en annexes présente le répertoire des acaricides distribués en Côte d'Ivoire suite à l'enquête réalisée auprès de la Direction des Services Vétérinaires (DSV) et des grossistes importateurs et répartiteurs de produits vétérinaires.

Il ressort de ce répertoire que sept molécules d'acaricides sont distribuées officiellement en Côte d'Ivoire sous divers noms commerciaux. Il s'agit de : l'amtiaz, l'alphacyperméthrine, la deltaméthrine, la fluméthrine, la cyperméthrine, le fipronil et l'association de deux principes actifs (cyperméthrine et chlorpyrifos), d'un synergisant (butoxide de pipéronyl) et d'un répulsif (la citronnelle).

L'enquête a montré que la nouvelle gamme d'acaricides proposés aux éleveurs pour le contrôle des tiques chez les bovins est à base de fluméthrine, de fipronil, de delthaméthrine ou de cyperméthrine associée au chlorpyrifos, au butoxide de piperonyl et à la citronnelle. Cependant, les larves de tiques *R. (B.) microplus* n'ont pas été testées au fipronil au cours de cette étude.

### **(ii) le niveau de résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides**

Les résultats d'analyses de laboratoire sont présentés dans le tableau II et les figures 2, 3 et 4 consignés en annexes. Les résultats indiquent de fortes résistances des populations de tiques testées à la delthaméthrine et à la fluméthrine, mais une résistance modérée à l'association cyperméthrine - chlorpyrifos - citronnelle - butoxide de pipéronyl. Le niveau de résistance des tiques varie donc en fonction du produit acaricide utilisé.



L'association de principes actifs, a permis d'enregistrer des LC50 variant de 10,18e-03 g/l à 28,25e-03 g/l et des LC90 de 4,26e-02 g/l à 5,11e-02 g/l (Tableau II). Les ratios de résistance (RR) à 50% de mortalité étaient de 1,45 à 4,03 (RR <4). La souche de référence a fourni des valeurs de LC50 et LC90 plus faibles que les échantillons de tiques analysés. Cette différence est illustrée dans la Figure 2. En considérant le produit à base de delthamétrine, les valeurs de LC50 sont situées entre 1.10e-01 g/l et 2.20e-01 g/l tandis que celles de LC90 sont 2.24e-01 g/l et 5.05e-01 g/l. En ce qui concerne les ratios de résistance à 50% de mortalité elles varient de 34,80 à 69,86 (RR>10). La souche de référence a fourni également des valeurs de LC50 et LC90 plus faibles que les échantillons analysés avec ce produit (Figure 3). Avec le produit à base de la fluméthrine, des LC50 de 7.77e-02 g/l à 2.98e-01 g/l et des LC90 de 1.56e-01 g/l à 5.01e-01 g/l ont été enregistrées. Les RR à 50% vont de 50,66 à 194,02 (RR>10). Comme pour les autres produits, la souche de référence a fourni également des valeurs de LC50 et LC90 plus faibles (Figure 4).

## Discussion

La résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides serait la cause majeure de l'échec des stratégies de lutte contre cette tique. Cette résistance fait depuis longtemps, l'objet d'inquiétudes et de plusieurs recherches dans le monde vétérinaire (FAO, 2004). En Afrique, elle a été signalée dans de nombreux pays dont l'Afrique du sud (Baker et al., 1981), le Ghana (Kaljouw, 2008), le Burkina Faso (Kandé, 2014), le Bénin (Adehan et al., 2016), l'Ouganda (Vudriko et al., 2016), la Côte d'Ivoire (Achi et al., 2022), etc. L'étude réalisée plus particulièrement en Côte d'Ivoire par Achi et al. (2022) a porté sur l'étude de la résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides usuels tels que l'alphacyperméthrine, la deltaméthrine et l'amitraz. La présente étude vient compléter la précédente en fournissant des données complémentaires sur la résistance de la tique invasive *R. (B.) microplus* en Côte d'Ivoire. Elle permet en effet de communiquer les résultats de recherche sur l'évaluation de la résistance de *R. (B.) microplus* à un autre pyréthrianoïde de synthèse (fluméthrine) et à une association de molécules (cyperméthrine – chlorpyrifos - butoxide de pipéronyl – citronnelle) qui font partie de la nouvelle gamme d'acaricides proposés aux éleveurs. Ces deux produits n'ont jamais été testés dans les conditions de terrain en Côte d'Ivoire.

Les résultats de l'étude ont montré une variation de la résistance des populations de tiques *R. (B.) microplus* d'un acaricide à un autre. Cette même variation a été constatée dans plusieurs études dont celle menée par Adehan et al. (2016) au Bénin sur les populations de tiques *R. (B.) microplus* provenant de 5 fermes bovines. Les bioessais réalisés au cours de notre étude ont montré une résistance de la tique *R. (B.) microplus* à la deltaméthrine et à la

fluméthrine. En ce qui concerne la deltaméthrine qui est un pyréthrianoïde de synthèse qui a fait l'objet de plusieurs études, nos résultats corroborent ceux obtenus par les auteurs (Achi et al., 2022 ; Adehan et al., 2016 et Kandé, 2014) à travers des études de résistance-sensibilité menées sur des populations de tiques issues respectivement de la Côte d'Ivoire, du Bénin et du Burkina Faso. Ces études ont par ailleurs montré que la tique *R. (B.) microplus* représente dans ces trois pays précédemment cités un véritable problème de santé animale en raison de sa résistance à d'autres acaricides usuels comme l'amtiaz et l'alphacyperméthrine. Selon Adakal et al. (2013), la Côte d'Ivoire, le Bénin et le Burkina Faso représentent les pays où la tique *R. (B.) microplus* a été découverte en premier lieu en Afrique de l'Ouest. La résistance de la tique *R. (B.) microplus* à la deltaméthrine a été également trouvée dans d'autres pays en dehors de l'Afrique dont l'Inde et la Nouvelle-Calédonie comme le montre respectivement les études réalisées par Kumar et al. (2021) et Hüe et al. (2016).

En ce qui concerne la fluméthrine, nos résultats corroborent ceux de Rodriguez-Vivas et al. (2021) qui ont également observé un niveau de résistance élevé de la tique *R. (B.) microplus* par l'utilisation du bioessai LPT au Mexique. Par contre, une étude menée en Inde par Shyma et al. (2015) sur des populations de tiques *R. (B.) microplus* a montré une résistance de niveau faible à la fluméthrine par l'utilisation du même test. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la résistance aux acaricides bien qu'étant un phénomène héréditaire (Brown, 1967), peut varier notamment en fonction des tests utilisés, des fréquences ou aux pratiques de traitements qui diffèrent selon les régions (Bianchi et al., 2003; Lovis, 2012). Cela justifie pourquoi, il est important de promouvoir la bonne utilisation des produits et de procéder à la surveillance continue de la résistance de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides afin de mieux assister les éleveurs dans le choix des acaricides qui sont commercialisés.

En dehors des deux pyréthrianoïdes de synthèse (deltaméthrine et fluméthrine), notre étude a aussi évalué l'association cyperméthrine-chlorpyrifos-butoxide de pipéronyl-citronnelle. Conformément aux résultats obtenus, les éleveurs de bovins en Côte d'Ivoire pourraient être encouragés à utiliser l'association cyperméthrine-chlorpyrifos-butoxide de pipéronyl-citronnelle pour laquelle une sensibilité de la tique *R. (B.) microplus* a été observée. Ces résultats pourraient se justifier par le fait que cette spécialité est d'utilisation récente comparativement aux autres acaricides distribués en Côte d'Ivoire. Aussi, l'association de la cyperméthrine à une autre substance active (le chlorpyrifos), à un synergisant (le butoxide de pipéronyl) et à un répulsif (la citronnelle) aurait contribué à augmenter l'efficacité du produit vis-à-vis de la tique *R. (B.) microplus*. En effet, le chlorpyrifos est un organophosphoré chloré qui présente un effet insecticide et acaricide à large

spectre. Aussi, le butoxyde de pipéronyl est connu pour induire un effet synergique avec d'autres insecticides et acaricides par l'inhibition de l'activité de détoxification microsomaux des insectes et acariens. L'association de substances actives permet de potentialiser leurs effets acaricides (Li et al., 2007 ; Rodriguez-Vivas et al., 2013). Ainsi, en Nouvelle-Calédonie l'adjonction d'amitraz à une solution de deltaméthrine a permis de contrôler des populations de tiques résistantes à la deltaméthrine (Barré et al., 2008). Le succès des mélanges repose sur l'espoir qu'un individu ne portera probablement pas d'allèles résistants pour deux acaricides ayant des modes d'action différents. Par contre, Higa et al. (2016) ont montré dans une étude menée au Brésil à travers la méthode de LPT sur des populations de tiques *R. (B.) microplus*, une résistance à l'association de molécules acaricides cyperméthrine-chlorpyrifos-citronnelle-butoxide de pipéronyl. Cela justifierait qu'il n'est pas exclu qu'à la longue, la tique *R. (B.) microplus* développe une résistance contre cette spécialité en Côte d'Ivoire. D'où la nécessité de bien encadrer les éleveurs sur l'utilisation rationnelle de ce produit qui présenterait actuellement une efficacité acceptable contre la redoutable tique *R. (B.) microplus*. Le recours à des bio acaricides ou à d'autres stratégies de lutte anti-tiques telles que la rotation des pâturages, l'élevage de « races » bovines dites résistantes pourrait également aider à réduire la pression d'utilisation des acaricides chimiques (Hüe et al., 2016). Plusieurs auteurs ont en effet pu isoler des plantes médicinales à effets acaricides ou bio acaricides dans plusieurs pays dont la Côte d'Ivoire (Azokou et al. 2016 ; Diaha-Kouamé et al. 2017) et le Bénin (Adehan et al. 2022). Par ailleurs, l'alternance des acaricides est aussi ciblée comme stratégie pour réduire ou ralentir le développement de la résistance des tiques aux acaricides (Lovis, 2012).

## Conclusion

Cette étude fait remarquer que les acaricides distribués officiellement en Côte d'Ivoire pour le contrôle des tiques chez les bovins sont à base de sept principes actifs : l'amitraz, l'alphacyperméthrine, la deltaméthrine, la fluméthrine, la cyperméthrine, le fipronil et l'association de deux principes actifs (cyperméthrine et chlorpyrifos). Elle a permis de montrer que la tique *R. (B.) microplus* est résistante à la deltaméthrine et à la fluméthrine dans la zone d'étude. L'association cyperméthrine - chlorpyrifos - butoxyde de pipéronyl – citronnelle qui est une nouvelle spécialité d'acaricide distribuée en Côte d'Ivoire, composée de deux principes actifs (cyperméthrine et chlorpyrifos), d'un synergisant (butoxide de pipéronyl) et d'un répulsif (citronnelle), présenterait pour le moment un niveau d'efficacité acceptable contre la tique *R. (B.) microplus*.

En termes de perspectives, il est prévu d'étendre cette étude à d'autres régions de la Côte d'Ivoire afin d'apprécier dans ces zones, le niveau de résistance de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides usuels et nouveaux, y compris le fipronil qui n'a pas encore été évalué dans les conditions de terrain du pays. Face au défi de la lutte contre les tiques, il importe d'assurer une surveillance périodique de la résistance aux acaricides, de promouvoir la rotation des pâturages quand cela est possible, l'alternance des acaricides y compris les bio acaricides et l'encadrement des éleveurs pour leur utilisation rationnelle.

**Remerciements:** Nous remercions le LAMIVECT-2 pour avoir financé ces travaux de recherche.

### References:

1. Achi Y. L., Boka M., Biguezoton A., Yao K. P., Adakal H., Kandé S., Koffi L., Akoto P. R., & Koné M. (2022). Resistance of the cattle tick *Rhipicephalus microplus* to alphacypermethrin, deltamethrin and amitraz in Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 16(3): 910-922.
2. Adakal H., Stachurski F., & Chevillon C. (2012). Tick control practices in Burkina Faso and acaricide resistance survey in *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* (Acari: Ixodidae) (2012) *Experimental and Applied Acarology* 59(4): 483–491.
3. Adakal H., Biguezoton A., Zoungrana S., Courtin F., De Clercq E.M., & Madder M. (2013). Alarming spread of the Asian cattle tick *Rhipicephalus microplus* in West Africa: another three countries are affected: Burkina Faso, Mali and Togo. *Exp Appl Acarol* 61:383–386
4. Adehan S.B., Biguezoton A., Adakal H., Assogba M.N., Zoungrana S., Gbaguidi A.M., Tonouhewa A., Kandé S., Achi L., Kagone H, Adehan R., Mensah G.A., De Deken R., Madder M., & Farougou S. (2016). Acaricide resistance of *Rhipicephalus microplus* ticks in Benin. *African journal of agricultural research*, 11(14):1199-1208.
5. Adehan S. B., Dah-Nouvlessounon D., Badarou K. O., Akpo Y., Zinsou S. E., Kounonzo M. L., Kandé S., Gbaguidi A. M., Mama T., Boko K. C., & Farougou S. (2022). Evaluation in vivo en station de l'activité acaricide de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* sur une infestation contrôlée de bovins Borgou par la tique exotique *Rhipicephalus microplus* au Bénin. *J.Anim.Plant Sci.*,Vol. 51 (1) : 9201-9212.
6. Azokou A., Achi Y. L., & Koné M. W. (2016). Lutte contre les tiques du bétail en Côte d'Ivoire par des méthodes traditionnelles. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (4) : 52.
7. Baker J. A. F., Jordan J. O., & Robertson W. D. (1981). A comparison of the resistance spectra to ixodicides of *Boophilus decoloratus* (Koch)

- and *Boophilus microplus* (Canestrini) in the Republic of South Africa and Transkei. In: Tick Biology and Control. Whitehead GB, Gibson JD, editors. Tick Research Unit, Rhodes University, Grahamstown, 103 - 108.
8. Barré N., Li A.Y., Miller R.J., Gaïa H., Delathière J.-M., Davey R.B., & George J.E. (2008). In vitro and in vivo evaluation of deltamethrin and amitraz mixtures for the control of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) in New Caledonia. *Vet. Parasitol.* 155 (1-2): 110-119. DOI: 10.1016/j.vetpar.04.016.
  9. Bianchi M. W., Barré N., & Messad S. (2003). Factors related to cattle infestation level and resistance to acaricides in *Boophilus microplus* tick populations in New Caledonia. *Vet. Parasitol.* 112 (1-2): 75-89. DOI: 10.1016/s0304-4017(02)00415-6.
  10. Boka, O. M. (2016). Emergence de la tique *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en Afrique de l'Ouest : étude de sa distribution et de sa capacité de remplacement des espèces autochtones de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat unique. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Ecole doctorale : sciences de la vie, de la santé et de l'environnement, 137p.
  11. Boka O. M., Achi L., Adakal H., Azokou A., Yao P., Yapi Y. G., Kone M., Dagnogo K., & Kaboret Y. Y. (2017). Review of cattle ticks (*Acari, Ixodida*) in Ivory Coast and geographic distribution of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, an emerging tick in West Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 2017; DOI: 10.1007/s10493-017-0129-7.
  12. Brown, A. N. A. (1967). *Genetics of insect vectors of disease*. Elsevier, Amsterdam, 505p.
  13. Castro-Janer E., Martins J.R., Mendes M.C., Namindome A., Klafke G.M., & Schumaker T.T.S. (2010): Diagnoses of fipronil resistance in Brazilian cattle ticks *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* using in vitro larval bioassays. *Vet. Parasitol.* 173, 300–306.
  14. Castro Janer E., Klafke G.M., Capurro M.L., & Schumaker T.T.S. (2015). Cross-resistance between fipronil and lindane in *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. *Veterinary Parasitology*, 10.1016/j.vetpar.03.011.
  15. Cossío-Bayúgar R., Miranda-Miranda E., Martínez-Ibañez F., Narváez-Padilla V., & Reynaud E. (2020). Physiological evidence that three known mutations in the para-sodium channel gene confer cypermethrin knockdown resistance in *Rhipicephalus microplus*. *Parasit Vectors.* 13: 370. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04227-7>.
  16. Davey R. B., George J. E., Hunter J. S. I., & Jeannin P. (1999). Evaluation of a pour-on formulation of fipronil against *Boophilus*

- annulatus (Acari: Ixodidae) under natural South Texas field conditions. *Exp. Appl. Acarol.* 23:351-364.
17. Diaha-Kouamé A. C. A., Yao K. P., Tano D. K. C., Azokou A., & Kouakou K. (2017). Evaluation of acaricide activity in the leaves extracts of four medicinal local plants on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888). *The Pharma Innovation Journal*, 6(7): 78-85.
  18. Food and Agriculture Organization (FAO), (2004). Ticks: acaricide resistance: diagnosis, management and prevention. In: resistance management and integrated parasite control in ruminants: Guidelines, 25-77p.
  19. Farougou, S., Kpodekon, M., Adakal, H., Sagbo, P., & Boko, P. (2007). Abondance saisonnière des tiques (Acari : Ixodidae) parasites des ovins dans la région méridionale du Bénin. *Revue Méd. Vét.* 158, 627-632.
  20. Frisch J.E. (1999). Towards a permanent solution for controlling cattle ticks. *Int. J. Parasitol.*, Second International Conference Novel Approaches to the Control of the Helminth Parasites of Livestock 29, 57-71.
  21. Higa L.O.S., Garcia M.V., Barros J.C., Koller W.W., & Andreotti R. (2016). Evaluation of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to different acaricide formulations using samples from Brazilian properties. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612016026>.
  22. Hüe T., Petermann J., Hurlin J.-C., Gaia H., & Cauquil L. (2016). Etat des lieux des résistances de la tique du bétail *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) à la deltaméthrine, l'amitraz et la moxidectine en Nouvelle-Calédonie: quelles perspectives de lutte? *Rev. élev. méd. vét. pays trop.* 68 (4): 167-174.
  23. Jonsson, N. N., & Hope, M. (2007). Progress in the epidemiology and diagnosis of amitraz resistance in the cattle tick *Boophilus microplus*. *Vet. Parasitol.* 146:193-198.
  24. Kandé S. (2014). Évaluation de la résistance des tiques aux acaricides dans les zones d'introduction en Afrique de l'Ouest (Benin, Burkina Faso et Côte d'Ivoire). Mémoire de Master en Production et Industries Animales, Institut du Développement Rural (IDR)/Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), 78p.
  25. Kaljouw M. (2008). Resistance to acaricides of *Boophilus* ticks from cattle in Ghana. Veterinary Services Department of Ghana and Utrecht University Report, 1-16.
  26. Kumar S., Sharma A.K., Kumar B., Shakya M., Patel J.A., Kumar B., Bisht N., Chigure G.M., Singh K., Kumar R., Kumar S., Srivastava S.,

- Rawat P., & Ghosh S. (2021). Characterization of deltamethrin, cypermethrin, coumaphos and ivermectin resistance in populations of *Rhipicephalus microplus* in India and efficacy of an antitick natural formulation prepared from *Ageratum conyzoides*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101818>.
27. Lovis L. (2012). Evaluation of acaricide resistance in the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, using a new in vitro test and molecular tools. These de doctorat en science. Université de Neuchatel, 218p.
28. Lovis L., Mendes M.C., Perret J.L., Martins J.R., Bouvier J., Betschart B., & Sager H. (2013). Use of the Larval Tarsal Test to determine acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Brazilian field populations. *Vet. Parasitol.* 191: 323-331.
29. Li A.Y., Chen A.C., Miller R.J., Davey R.B., & George J.E. (2007). Acaricide resistance and synergism between permethrin and amitraz against susceptible and resistant strains of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Pest. Manag. Sci.* 63 (9): 882-889.
30. Madder M. (2012a). I-Spot Key for the identification of *R. Boophilus* females:  
[http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29\\_females.0.1](http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29_females.0.1).
31. Madder M. (2012b). I-Spot Keys for the identification of *R. Boophilus* males:  
[http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29\\_males.0.2](http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29_males.0.2).
32. Madder M., Thys E., Achi L., Touré A., & De Deken R. (2011). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: a most successful invasive tick species in West-Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 53: 139-145.
33. Madder M., Thys E., Geysen D., Baudoux C., & Horak I. (2007). *Boophilus microplus* ticks found in West Africa. *Exp Appl Acarol* 43 (3) : 233-234.
34. Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques (MIPARH), (2003). Rapport national sur l'état des ressources zoogénétiques. Rapport MIPARH - Côte d'Ivoire, 1-78.
35. Miller R.I, Almazan C., Ortiz-Estrada M., Davey R.B., George J.E., & Perez De Leon A. (2013). First report of fipronil resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* of Mexico. *Vet Parasitol* 191, 97-101.
36. R Core Team (2013). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria <https://www.r-project.org/> (seen on 19 /02/ 2021).

37. Ritz C., Baty F., Streibig J.C., & Gerhard D. (2015). Dose-Response Analysis Using R. PLOS ONE 10, e0146021. doi:10.1371/journal.pone.0146021.
38. Rodriguez-Vivas R.I., Li A.Y., Ojeda-Chi M.M., Trinidad-Martinez I., Rosado-Aguilar J.A., Miller R.J., & Pérez de León A.A. (2013). In vitro and in vivo evaluation of cypermethrin, amitraz, and piperonyl butoxide mixtures for the control of resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. *Vet. Parasitol.* 197 (1-2): 288-296.
39. Rodriguez-Vivas R.I., España E.R., Blanco I.L., Ojeda-Chi M.M., Trinidad-Martinez I., Islas J.A.T., & Bhushan C. (2021). Monitoring the resistance of *Rhipicephalus microplus* to amitraz, flumethrin, coumaphos, and ivermectin on cattle farms in Mexico. *Veterinary Parasitology*, <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100644>.
40. Shyma K.P., Gupta J.P., Singh V., & Patel K. K. (2015). In Vitro Detection of Acaricidal Resistance Status of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* against Commercial Preparation of Deltamethrin, Flumethrin, and Fipronil from North Gujarat, India. *Journal of Parasitology Research*, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/506586>.
41. Taylor M. A. (2001). Recent developments in ectoparasiticides. *Vet J.*, 161: 253-268.
42. Vudriko P., Okwee-Acai J., Tayebwa D. S., Byaruhanga J., Kakooza S., Wampande E., Omara R., Muhindo J. B., Tweyongyere R., Owiny D. O., Hatta T., Tsuji N., Umemiya-Shirafuji R., Xuan X., Kanameda M., Fujisaki K., & Suzuki H. (2016). Emergence of multi-acaricide resistant *Rhipicephalus* ticks and its implication on chemical tick control in Uganda. *Parasit. Vectors.* 94. DOI: 10.1186/s13071-015-1278-3.
43. Walker A. R., Bouattour A., Camicas J. L., Estrada-Peña A., Horak I., Latif A., Pegram R., & Preston P. M. (2003). Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. *Bioscience Reports*, Edinburgh.



## Annexes

**Tableau I.** Acaricides vendus officiellement en Côte d'Ivoire pour le déparasitage externe des bovins, 2018

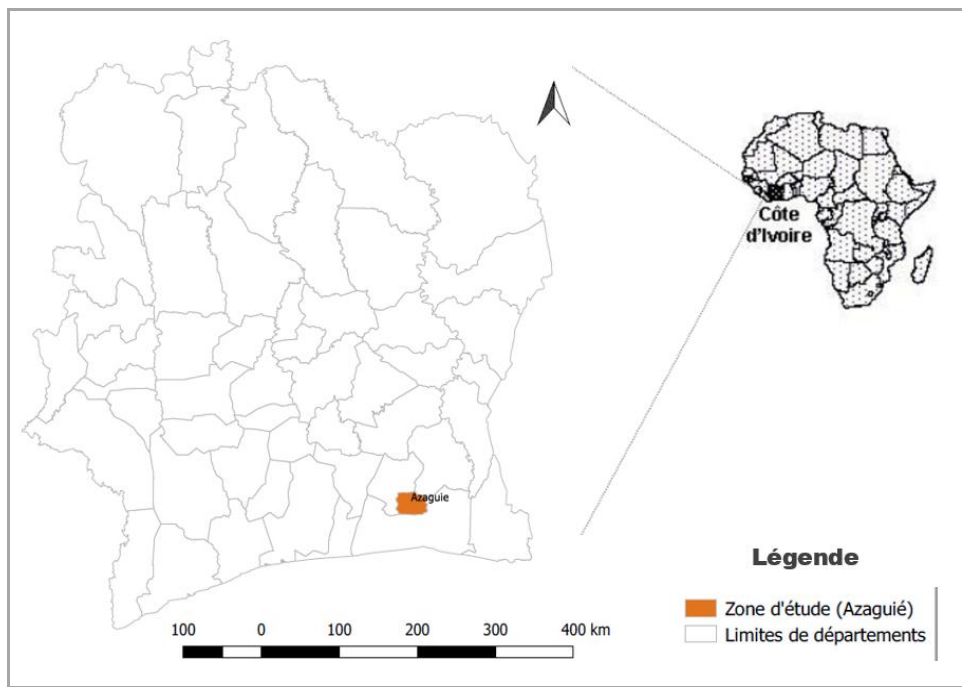
Structures	Spécialités	Principes actifs
SN PROVECI	<i>Provethrine</i>	Cyperméthrine
	<i>Canamethrine</i>	Cyperméthrine 10 %
	<i>Cyertop</i>	Cyperméthrine - chlorpyrifos - butoxide de pipéronyl - citronnelle
PHARMAVET	<i>Alphacyperméthrine</i>	Alphacyperméthrine 10 %
	<i>Topline</i>	Fipronil
ALL VET	<i>Althrine</i>	Alphacyperméthrine 10 %
	<i>Flumethrate</i>	Fluméthrine 7,5 %
CPV	<i>Ticknet</i>	Alphacyperméthrine 10 %
	<i>Vacopzinc 20EC</i>	Amitraz 20 %
CODIVET	<i>Alphacyperméthrine</i>	Alphacyperméthrine 10 %
	<i>Alphalobs</i>	Alphacyperméthrine 10 %
	<i>Dominex</i>	Alphacyperméthrine 10 %
	<i>Butox</i>	Deltaméthrine 5 %
	<i>Deltaméthrine</i>	Deltaméthrine 5 %
	<i>Detalobs</i>	Deltaméthrine 5 %
	<i>Antitic</i>	Amitraz 12,5 %
	<i>Topticol</i>	Fluméthrine 5 %
Pharmacie du commerce	<i>Vectocid</i>	Deltaméthrine 50g
	<i>Vectoclor plus bain</i>	Cyperméthrine - chlorpyrifos - butoxide de pipéronyl
	<i>Vectoclor plus pour on</i>	Cyperméthrine - chlorpyrifos - butoxide de pipéronyl - citronnelle
	<i>Dominex</i>	Alphacyperméthrine 10 %

**Tableau II.** Concentrations létales et statuts de résistance des échantillons

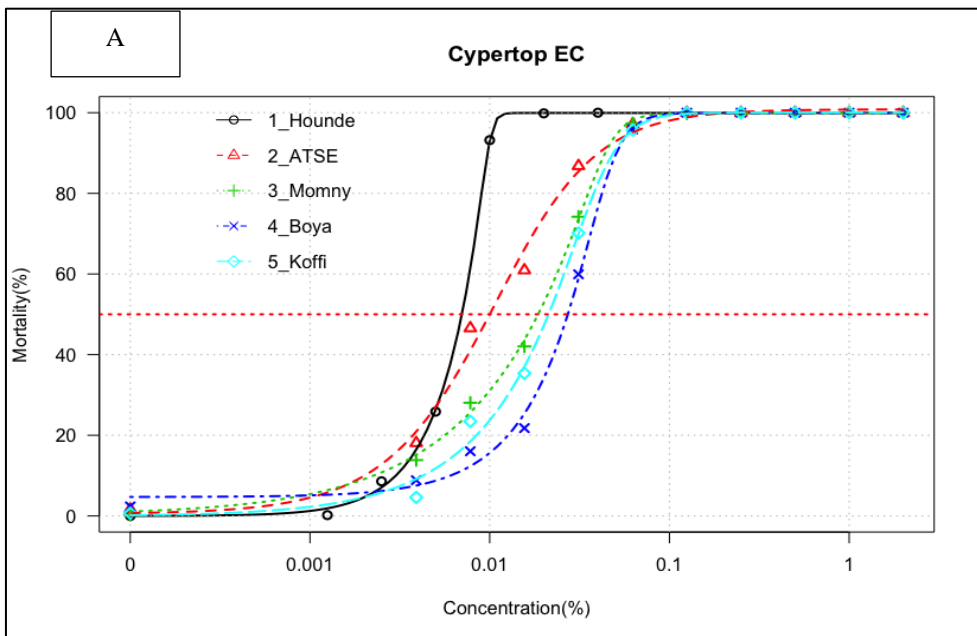
<b>Échantillon</b>	<b>LC<sub>50</sub> (CI)</b>	<b>RR<sub>50</sub> (CI)</b>	<b>LC<sub>90</sub> (CI)</b>	<b>RR<sub>90</sub> (CI)</b>	<b>Pente</b>	<b>Statut de résistance</b>
<b>Association (cyperméthrine - chlorpyriphos - butoxide de pipéronyl - citronnelle)</b>						
Houde.BF/Burkina Faso	7.00e-03 (3.10e-04 – 6.39e-03)	-	9.71e-03 (2.72e-04 – 9.17e-03)	-	-2.09±2.32	-
Ferme ATSE	10.18e-03 (5.78e-04 – 9.04e-03)	1.45 (1.25 – 1.66)	4.26e-02 (5.57e-03 – 3.16e-02)	4.38 (3.23 – 5.53)	-1.60±0.34	Modérément Résistant
Ferme Momny	18.62e-03 (8.47e-04 – 16.95e-03)	2.66 (2.33 – 2.99)	4.37e-02 (4.05e-03 – 3.57e-02)	4.50 (3.65 – 5.35)	-6.14±3.5	Modérément Résistant
Ferme Boya	28.25e-03 (8.73e-04 – 26.52e-03)	4.03 (3.61- 4.46)	5.11e-02 (3.55e-03 – 4.41e-02)	5.26 (4.49 – 6.04)	-5,56±1.44	Modérément Résistant
Ferme Koffi	21.25e-03 (8.67e-04 – 19.54e-03)	3.03 (2.68 – 3.39)	4.86e-02 (3.88e-03 – 4.1e-02)	5.01 (4.18 – 5.84)	-4.07±1.12	Modérément Résistant
<b>Delthaméthrine</b>						
Houde.BF/Burkina Faso	3.15e-03 (9.66e-05 – 2.96e-03)	-	6.51e-03 (4.37e-04 – 5.65e-03)	-	-3.21±0.57	-
Ferme ATSE	1.64e-01 (8.18e-03 – 1.48e-01)	52.07 (46.10 – 58.04)	5.05e-01 (4.12e-02 – 4.24e-01)	77.63 (61.55 – 93.70)	-4.46±1.65	Résistant
Ferme Momny	1.20e-01 (2.63e-03 – 1.15e-01)	38.18 (35.36- 41.00)	2.24e-01 (1.63e-02 – 1.91e-01)	34.37 (27.69 – 41.05)	-3.67±0.64	Résistant
Ferme Boya	1.10e-01 (2.99e-03 – 1.04e-01)	34.80 (32.01 – 37.60)	2.58e-01 (2.30e-02 – 2.13e-01)	39.68 (31.00 – 48.37)	-2.41±0.37	Résistant
Ferme Koffi	2.20e-01 (4.12e-03 – 2.12e-01)	69.86 (64.94 – 74.77)	2.88e-01 (2.13e-02 – 2.46e-01)	44.30 (35.64 – 52.97)	-2.21±3.76	Résistant

<b>Fluméthrine</b>						
Houde.BF/Burkina Faso	1.53e-03 (1.34e-03 - 1.73 e-03)	-	3.51e-03 (2.40e-03 - 4.61e-03)	-	-3.53±1.71	-
Ferme ATSE	2.98e-01 (2.65e-01 - 3.30e-01)	194.02 (162.11 - 225.94)	5.01e-01 (4.28e-01 - 5.75e-01)	143.00 (93.443 - 192.56)	-6.10±2.73	Résistant
Ferme Momny	1.05e-01 (9.58e-02 - 1.14e-01)	68.55 (58.14 - 78.96)	1.81e-01 (1.36e-01 - 2.26e-01)	51.55 (30.93 - 72.78)	- 13.57±24.87	Résistant
Ferme Boya	9.12e-02 (7.94e-02 - 1.03e-01)	59.44 (48.84 - 70.03)	1.59e-01 (1.25e-01 - 1.94e-01)	45.46 (28.13 - 62.79)	-3.95±1.85	Résistant
Ferme Koffi	7.77e-02 (7.12e-02 - 8.42e-02)	50.66 (43.10 - 58.22)	1.56e-01 (1.25e-01 - 1.87e-01)	44.50 (28.00 - 61.01)	-3.05±0.70	Résistant

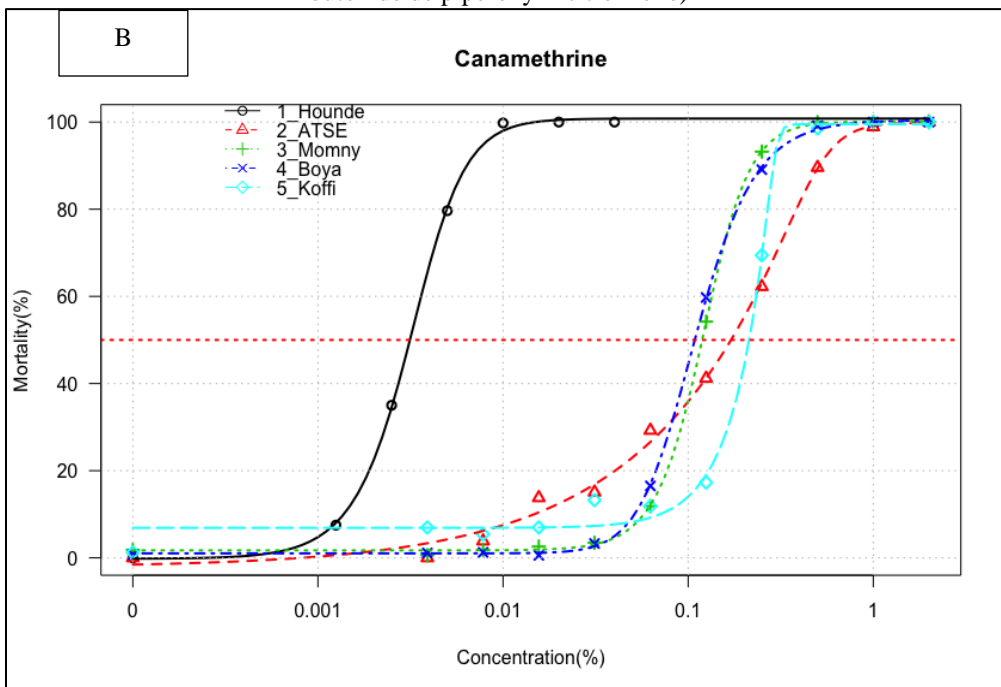
LC50 : Concentration permettant de tuer 50% des spécimens de l'échantillon ; LC90 : Concentration permettant de tuer 90% des spécimens de l'échantillon ; CI : Intervalle de confiance à 95% ; RR : Ratio (Rapport) de Résistance



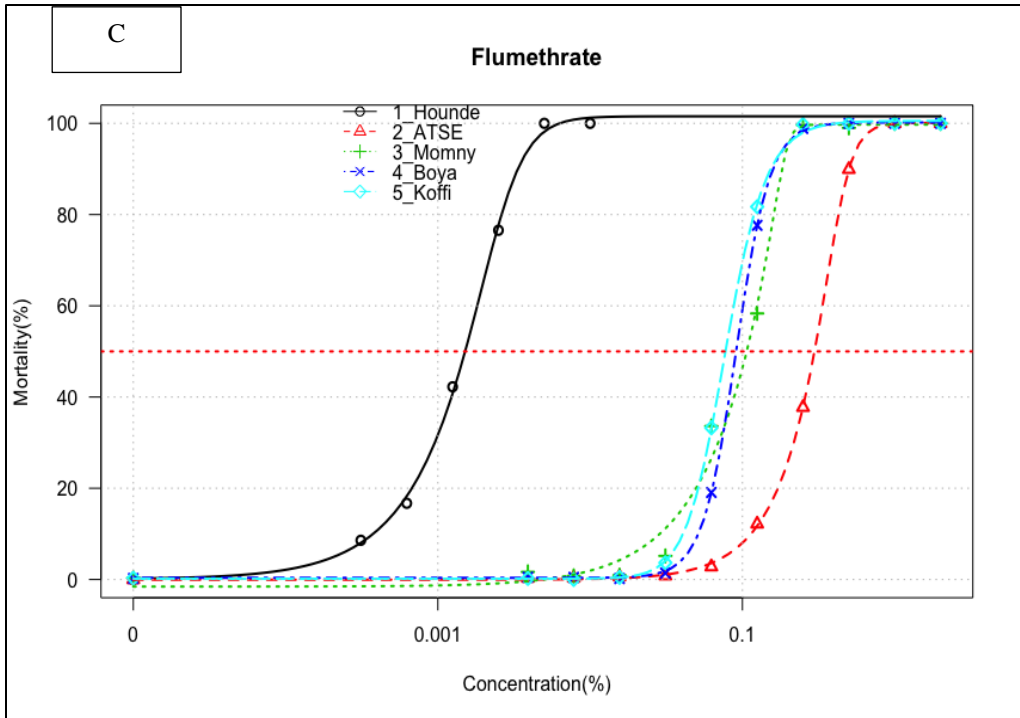
**Figure 1.** Zone d'étude



**Figure 2.** Courbes de doses-réponses de l'Association (Cyperméthrine - chlorpyrifos - butoxide de pipéronyl - citronnelle)



**Figure 3.** Courbes de doses-réponses de la Delthaméthrine



**Figure 4.** Courbes de doses-réponses de la Fluméthrine



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Enquête sur l'Importance des Ressources Végétales pour la Population Riveraine du Parc National de la Langue de Barbarie (Sénégal)

*Faye Babacar*  
*Djihounouck Ives*  
*Mbaye Mame Samba*  
*Noba Kandioura*

Laboratoire de botanique et biodiversité,  
Département biologie végétale, Faculté des sciences et techniques  
Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal  
*Diop Richard Demba*  
Université Amadou Mahtar Mbow de Dakar, Senegal

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p305](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p305)

Submitted: 28 December 2021

Accepted: 28 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Babacar F., Ives D., Samba M.M., Kandioura N. & Demba D.R. (2023). *Enquête sur l'Importance des Ressources Végétales pour la Population Riveraine du Parc National de la Langue de Barbarie (Sénégal)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 305.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p305>

### Résumé

Les espèces végétales constituent une composante essentielle de la biodiversité. Ainsi au Sénégal plusieurs études ont été effectuées sur ces espèces. Cependant celles qui portent à la fois sur les ligneux et les herbacées sont rares. Ce travail a été réalisé entre 2012 et 2014 pour évaluer l'importance des ressources végétales pour la population riveraine du Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB). Une enquête ethnobotanique basée sur un questionnaire a été réalisée. La valeur d'usage, le facteur de consensus et le niveau de fidélité ont été évalués. L'analyse des résultats montre que *Prosopis glandulosa* (1,05) présente la plus grande valeur d'usage suivie d'*Acacia tortilis* subsp *raddiana* (0,83). Les usages les plus courants sont l'alimentation humaine (19,90 %), l'usage médicinal (19,40 %) et l'alimentation animale (16,50 %). Les facteurs de consensus sont plus élevés pour l'alimentation humaine et l'usage médicinal. La flore médicinale utilisée par les riverains du PNLB est plus diversifiée avec 67 espèces réparties dans 32 familles et 56

genres. Elle est suivie de l'alimentation humaine avec 52 espèces réparties dans 32 familles et 45 genres. Les résultats sur le niveau de fidélité des espèces aux catégories d'usages les plus citées montrent l'existence d'espèces à usages exclusifs avec 100% de niveaux de fidélité et d'espèces à usages multiples avec moins de 100% de niveau de fidélité. Le niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation humaine, animale ainsi que dans la médecine traditionnelle et leur valeur d'usage sont corrélés négativement. Les ressources végétales sont importantes pour la population riveraine du Parc National de la Langue de Barbarie qui les utilise dans plusieurs catégories d'usages. Cependant une étude plus approfondie sur les espèces médicinales serait bénéfique pour l'humanité.

---

**Mots-clés:** Enquête ethnobotanique, Flore, Parc National de la Langue de Barbarie, Sénégal

---

## **The importance of Plant Resources for the Local Population of the Thongue of Barbarism National Park (Senegal)**

*Faye Babacar*  
*Djihounouck Ives*  
*Mbaye Mame Samba*  
*Noba Kandioura*

Laboratoire de botanique et biodiversité,  
Département biologie végétale, Faculté des sciences et techniques  
Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal

*Diop Richard Demba*  
Université Amadou Mahtar Mbow de Dakar, Senegal

---

### **Abstract**

Plant species are an essential component of biodiversity. Thus in Senegal several studies have been carried out on these species. However, those relating to both ligneous and herbaceous plants are rare. This work was carried out between 2012 and 2014 to assess the importance of plant resources for the local population of the Thongue of Barbarism National Park (TBNP). An ethnobotanical survey based on a questionnaire was carried out. Analysis of the results shows that *Prosopis glandulosa* (1.05) shows the highest use value followed by *Acacia tortilis* subsp *raddiana* (0.83). The most common use are food (19.90%), medicinal use (19.40%) and animal feed (16.50%). Consensus factor are highest for human food and medicinal use. The medicinal flora used by residents of the NPLB is more diversified with 67 species distributed in 32

families and 56 genera. The families most represented in this medicinal flora are the Fabaceae (22.38%), the Malvaceae (8.95%) and the Combretaceae (5.97%). It is followed by human food with 52 species divided into 32 families and 45 genera. The results on the level of fidelity of species to the most cited use categories show the existence of species for exclusive use with 100% fidelity levels and multiple use species with less than 100% fidelity level. The level of fidelity of species used in human and animal food as well as in traditional medicine and their use value are negatively correlated. Plant resources are important for the local population of the Thongue of Barbarism National Park who use them in several categories of uses. The importance of plant resources for the population is well known. However, further study of medicinal species would be beneficial to mankind.

---

**Keywords:** Ethnobotanical survey, Flora, Barbarism Thongue National Park, Senegal

## Introduction

La contribution de la diversité biologique au bien-être humain et économique est particulièrement importante dans des secteurs de production majeurs tels que la pêche, l'agriculture, la foresterie et le tourisme (SCDB, 2009). Les plantes constituent une composante essentielle de la diversité biologique (SCDB, 2010). Environ 7000 espèces végétales sont utilisées pour l'alimentation (SCDB, 2009). Les composés extraits des espèces végétales constituent la base de 50% des médicaments de prescription moderne. Quarante-vingt pourcent de la population mondiale utilise des médicaments traditionnels à base de plantes (SCDB, 2010). Environ 80 % de la population des pays en voie de développement utilisent les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) pour se soigner et se nourrir (FAO, 2019). Au Sénégal, près de 8 millions de m<sup>3</sup> de bois sont prélevés annuellement sur les formations ligneuses pour la fourniture de combustibles domestiques. Les principaux consommateurs sont les ménages dont l'approvisionnement en énergie dépend encore pour 90% des combustibles ligneux (ME, 2000). L'importance de la biodiversité ne se limite pas aux services d'approvisionnement. La biodiversité constitue également un gisement culturel avec une valeur spirituelle et esthétique inestimable. L'offre naturelle liée à la diversité des écosystèmes fait que le secteur touristique constitue la deuxième source de devises au Sénégal après la pêche (MEDD, 2015). D'où la pertinence de l'analyse de l'importance des ressources végétales auprès de la population riveraine du PNLB.

Au Sénégal, des recherches ont été effectuées sur l'importance des ressources végétales (kerharo et Adam 1964; Faye, 2010; Diop *et al.*, 2011; Gueye *et al.*, 2012; Sarr *et al.*, 2013; Gning *et al.*, 2014; Ndong *et al.*, 2015;



Ndiaye *et al.*, 2017). Cependant celles qui portent à la fois sur les ligneux et les herbacées sont rares.

Ainsi ce travail envisage d'analyser l'importance des ressources végétales au niveau de la population riveraine du Parc National de la Langue de Barbarie. Il se propose de déterminer la diversité des espèces connues de la population, d'identifier les différentes catégories d'usages et le facteur de consensus des informateurs au niveau de ces catégories d'usages, la valeur d'usage des espèces, la diversité et le niveau de fidélité des espèces utilisées dans les différentes catégories d'usages.

## **Materiel et methodes**

### **Présentation du site d'étude**

Le PNLB se trouve à une vingtaine de Km de Saint-Louis (Niang, 1990). A cheval sur les communautés rurales de Léona (région de Louga) et Ndiébène-Gandiole (région de Saint-Louis), le PNLB est situé approximativement entre 15° 55'N-15°917'N et 16° 30'W-16°5'W (DPN, 2010). Le parc couvre une superficie d'environ 20 km<sup>2</sup> et s'étend du phare de Gandiole au Nord à l'ancienne embouchure du fleuve Sénégal au Sud. Il comprend une partie terrestre (la Langue de Barbarie), vaste cordon littoral sableux entre le fleuve et l'océan, une zone maritime océanique correspondant à une bande de 500 m au large et le fleuve Sénégal avec les lagunes et marais littoraux du Douiti et du Lawmar. La limite du parc est déterminée par les berges (Figure 1).

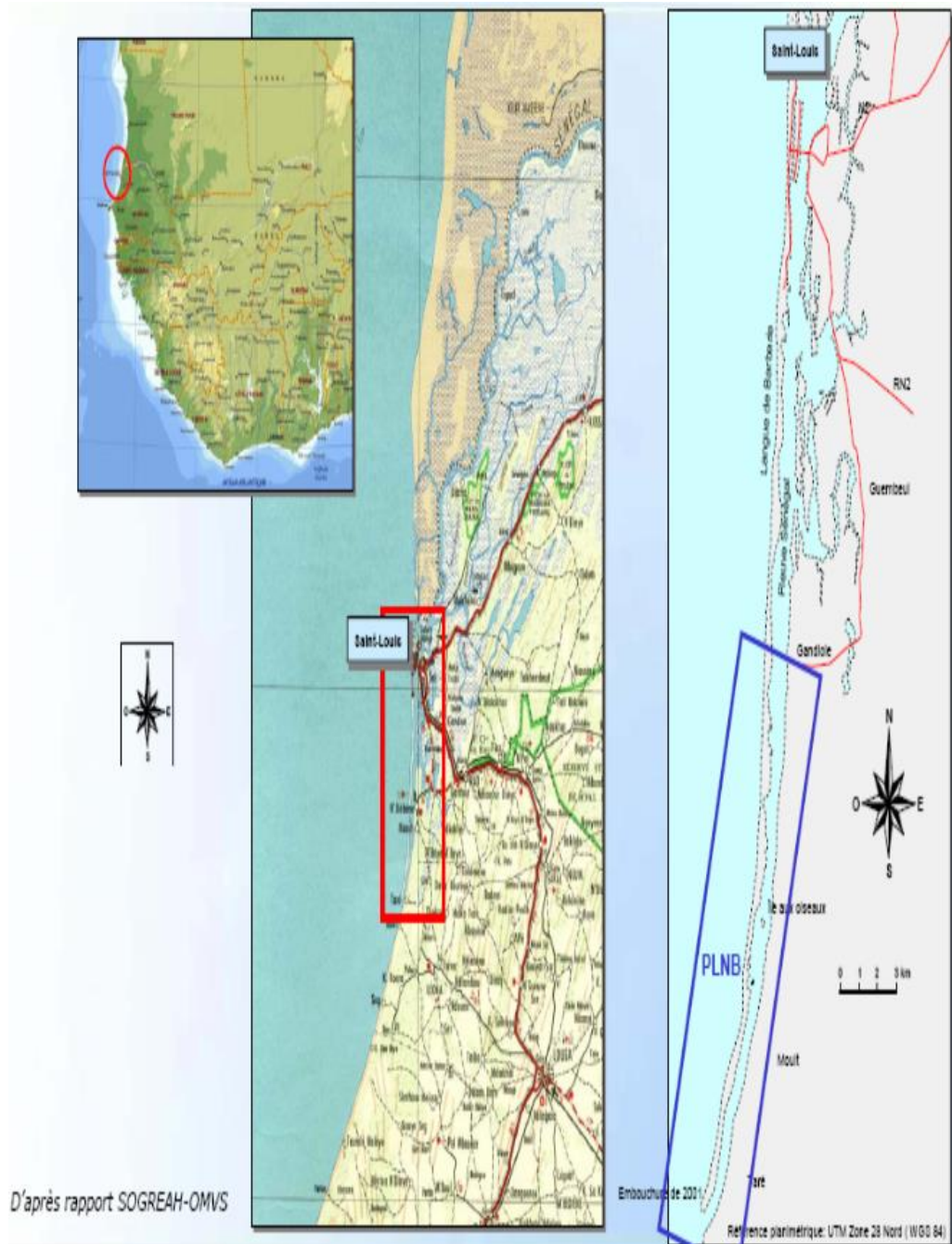


Figure 1. Localisation du PNLB

## Méthodologie

### Collecte des données

Pour la collecte des données ethnobotaniques, nous avons procédé à une enquête basée sur un questionnaire. L'enquête est adressée aux populations riveraines du PNLB, aux agents de la DPN en service au niveau du PNLB et aux éco-gardes.

Treize villages ont été visités et le nombre de personnes interrogé par village est de 15 (Diop *et al.*, 2012). Ainsi le total fait 195 personnes interrogées de manière aléatoire. Des sorties de terrain avec des enquêtés ont permis d'identifier certaines espèces citées en langues locales.

### Traitement et analyse des données

Les espèces ont été citées souvent en langues locales lors de l'enquête. Lors du traitement des données ethnobotaniques, leurs noms scientifiques ont été retrouvés grâce aux noms vernaculaires de plantes du Sénégal (Adam, 1970). Le traitement des données a été effectué avec les logiciels Sphinx Plus<sup>2</sup>, SPSS et le tableur Excel de Microsoft Office 2007. Les paramètres suivants ont été évalués.

### La valeur d'usage

La valeur d'usage a été calculée par la formule de Phillips & Gentry (1993) modifiée par Rossato *et al.* (1999) cité par Houeanou *et al.*, 2016. Elle permet d'évaluer l'importance d'une plante dans une communauté.

$$Uv = \sum_{i=1}^{In} \frac{Ui}{n}$$

Avec

Ui = le nombre d'usage mentionné par un informateur i

n = le nombre total d'informateurs interviewé

### Le facteur de consensus informateurs (FCI)

Le facteur de consensus informateurs (FCI) ou Informant Consensus Factor Heinrich (1998) a été calculé pour renseigner sur la variabilité des catégories d'usages et la recherche de composés bioactifs. Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Une valeur proche de 0 montre qu'une grande diversité d'espèces est utilisée pour une même catégorie d'usage et une valeur proche de 1 signifie qu'un nombre réduit d'espèces est cité par un grand nombre d'informateurs pour une catégorie d'usage.

Le FCI est calculé par la formule ci-dessous :

$$FCI = \frac{Nur - Nt}{Nur - 1}$$

Où

Nur = Nombre total de citation pour une catégorie d’usage donnée

Nt = Nombre d’espèces impliqué dans cette même catégorie.

### Le Niveau de Fidélité

Le Niveau de Fidélité est calculé selon la méthode de Ngom *et al.* (1994). Il permet d’évaluer le degré de consensus de l’utilisation d’une espèce pour une catégorie d’usage donnée.

$$NF = \frac{\text{Nombre de citations de l'espèce pour une catégorie}}{\text{Nombre de citations de l'espèce pour toutes les catégories}}$$

### Le coefficient de corrélation de Pearson

Le coefficient de corrélation de Pearson permet de mesurer l’association linéaire entre deux variables X et Y. Lorsqu’il est strictement supérieur à zéro, on dit que la relation linéaire entre X et Y est positive. Par contre lorsqu’il est strictement inférieur à zéro, la relation linéaire entre X et Y est dite négative. Plus le coefficient de corrélation approche les extrêmes, plus l’association entre les deux variables est forte. Quand le coefficient de corrélation est égal à zéro, il n’y a pas d’association linéaire entre les deux variables (Arel-bundock, 2021).

Le coefficient de corrélation est calculé par la formule ci-dessous

$$r_{XY} = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Où

Cov (X, Y) est la covariance entre la variable X et la variable Y

$\sigma_X$  est l’écart type de la variable X

$\sigma_Y$  est l’écart type de la variable Y

### Résultats

#### *Diversité des espèces végétales citées avec leurs familles et leurs catégories d’usages par la population riveraine du PNLB et présentant les plus grandes valeurs d’usages*

**Tableau 1.** Liste des espèces végétales citées lors de l’enquête auprès des riverains du PNLB et présentant les plus grandes valeurs d’usages

Famille	Espèces	catégories d'usages	VU
<i>Fabaceae- Mimosoideae</i>	<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Al an, Bo ch, Ch bo, Sa f te, Mé, Om, Br ve, Fi sa, Ha vi,	1,05
<i>Fabaceae- Mimosoideae</i>	<i>Acacia tortilis</i> subsp. <i>Raddiana</i> (Forsk) Savi	al an, Bo ch, ch bo, Sa f te, Mé, Om, So re, Fi sa, Ha vi	0,83
<i>Meliaceae</i>	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Al hu, Al an, Bo ch, Sa f te, Mé, Om, So re, Br ve, Be, Co ni	0,77

<i>Arecaceae</i>	<i>Cocos nucifera</i> L.	Al hu, Bo ch, Sa f te, Mé, So re, Ap	0,74
<i>Casuarinaceae</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Al an, Bo ch, Ch bo, Sa f te, Mé, Om, So re, Br ve, Fi sa, Fe	0,65
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	Al hu, Al an, Bo ch, Sa f te, My, Mé, Om, So re, Be, Ap	0,63
<i>Fabaceae-Mimosoideae</i>	<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A. Chev.	Al an, Bo ch, Mé, Om, Fe	0,53

*Prosopis glandulosa* (1,05) présente la plus grande valeur d'usage suivie d'*Acacia tortilis subsp raddiana* (0,83), d'*Azadirachta indica* (0,77), de *Cocos nucifera* (0,74), de *Casuarina equisetifolia* (0,65), de *Balanites aegyptiaca* (0,63) et de *Faidherbia albida* (0,53).

### Les catégories d'usages

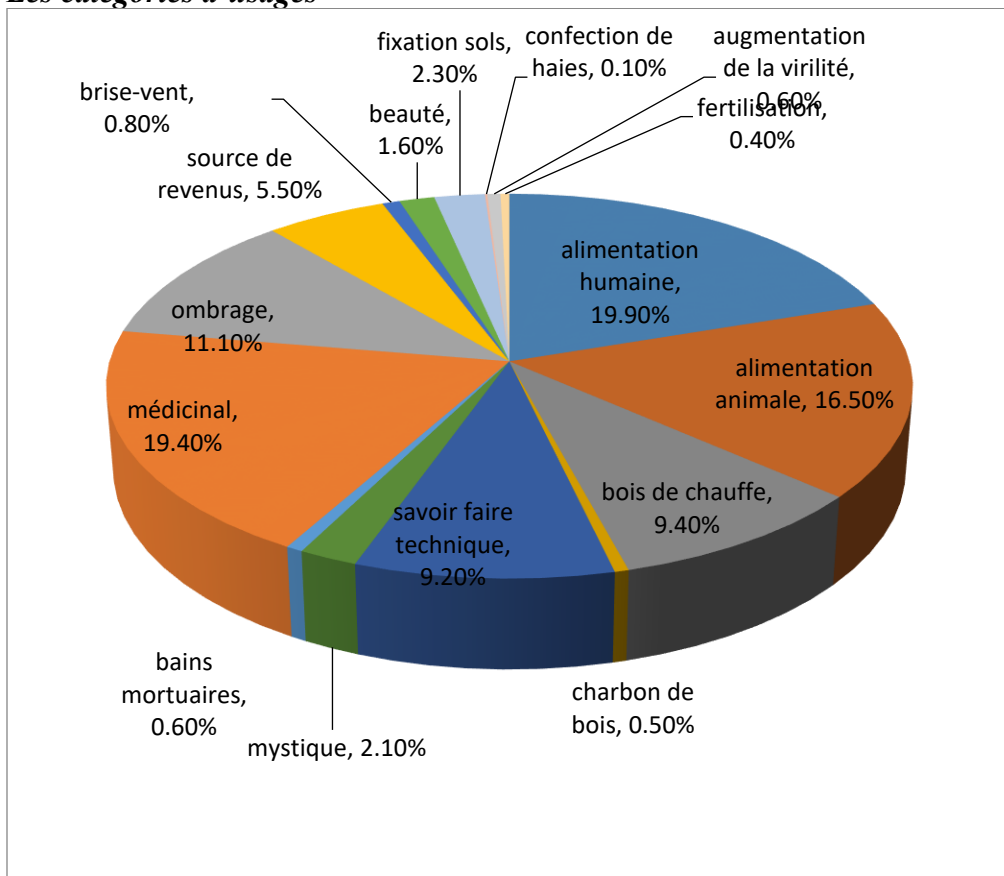


Figure 2. Les catégories d'usages au niveau de la population périphérique du PNLB.

Les résultats de l'enquête menée auprès des riverains du PNLB sur les catégories d'usages des ressources végétales montrent que l'alimentation humaine (19,90 %), l'usage médicinal (19,40 %) et l'alimentation animale (16,50 %) sont les catégories d'usages les plus courants. Ainsi plus de la moitié des citations faites par la population interrogée appartient à ces trois catégories d'usages. En dehors de ces catégories, les ressources végétales sont citées dans d'autres domaines. L'ombrage est cité par 11,10% des enquêtés, le bois de chauffe et le savoir-faire technique ont été cités respectivement à hauteur de 9,40% et 9,20%. Une part non négligeable des ressources végétales procure des revenus à la population (5,50%). Le pourcentage de citation restant est partagé par les catégories d'usages suivantes: brise-vent (0,80%), beauté (1,60%), fixation du sol (2,30%), la confection de haies (0,10%), le charbon de bois (0,50%), l'augmentation de la virilité (0,60%), l'usage mystique (2,10%), les bains mortuaires (0,60%) et la fertilisation des sols (0,40%).

### **Le facteur de consensus des informateurs sur les catégories d'usages auprès de la population riveraine du PNLB**

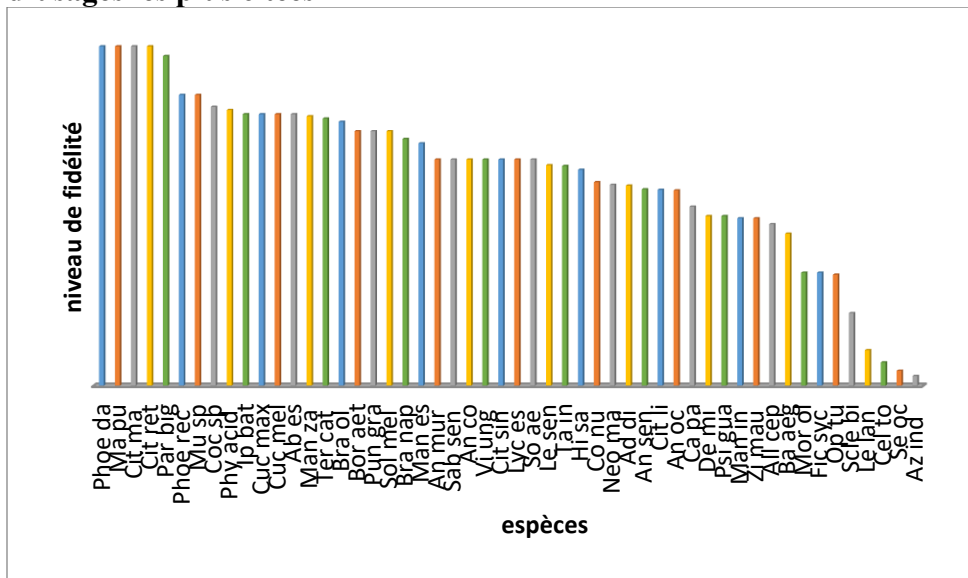
**Tableau 2.** Facteur de consensus des informateurs sur les catégories d'usages auprès de la population riveraine du PNLB

catégories d'usage	Nur	Nt	Nur-Nt	Nur-1	FCI
Alimentation humaine	867	67	800	866	1
Médicinale	1002	107	895	1001	0,89
Ombrage	136	17	119	135	0,88
bois de chauffe	166	21	145	165	0,87
Fixation du sable	38	6	32	37	0,86
Alimentation animale	453	67	386	452	0,85
Savoir-faire technique	149	36	113	148	0,76
Brise-vent	15	5	10	14	0,71
Source de revenu	100	34	66	99	0,66
Haies vives	28	10	18	27	0,66
Religieux	5	3	2	4	0,5
Fertilisation	7	4	3	6	0,5
Beauté	24	13	11	23	0,47
charbon de bois	4	3	1	3	0,33
Mystiques	31	21	10	30	0,33
Virilité	10	8	2	9	0,22

Au niveau de la population riveraine du PNLB, toutes les catégories d'usages présentent un facteur de consensus informateur supérieur ou égal à 0,5 à l'exception des catégories d'usages virilité (0,22), mystiques (0,33), charbon de bois (0,33) et beauté (0,47). L'alimentation humaine et l'usage

médicinal présentent les facteurs de consensus les plus élevés avec respectivement 1 et 0,89. Ces deux catégories d'usages sont suivies de la catégorie ombrage (0,88), de la catégorie bois de chauffe (0,87), de la catégorie fixation du sol (0,86), de l'alimentation animale (0,85), du savoir-faire technique (0,76), de la catégorie brise-vent (0,71), puis de la catégorie sources de revenu (0,66), de la catégorie haies (0,66) et enfin des catégories d'usages bain mortuaire et fertilisation (0,5 chacune).

### Diversité et niveau de fidélité des espèces utilisées dans les catégories d'usages les plus citées



Phoe da : *Phoenix dactylifera*; Ma pu : *Malus pumila*; Cit ma : *Citrus maxima*; Cit ret : *Citrus reticulata*; Par big : *Parkia biglobosa*; Phoe rec : *Phoenix reclinata* ; Mu sp : *Musa sp* ; Coc sp : *Coccoloba sp*; Phyll acid : *Phyllanthus acidus* ; Ip bat : *Ipomoea batatas* ; Cuc max : *Cucurbita maxima* ; Cuc me : *Cucumis melo* ; Ab Es : *Abelmoschus esculentus* ; Man za ; *Manilkara zapota* ; Ter Cat : *Terminalia catapa* ; Bra ol : *Brassica oleracea* ; Bor aet : *Borassus aethiopicum* ; Pun gra : *Punica granatum* ; Sol mel : *Solanum melongena* ; Bra nap : *Brassica napus* ; Man es : *Manihot esculenta* ; An mur : *Annona muricata* ; Sab sen : *Saba senegalensis* ; An co : *Ananas comosus* ; Vi ung : *Vigna unguiculata* ; Cit sin : *Citrus sinensis*; Lyc es : *Lycopersicon esculentum*; So ae: *Solanum aethiopicum*; Le sen : *Lepisanthes senegalensis* ; Ta in : *Tamarindus indica* ; Hi s : *Hibiscus sabdariffa* ; Co nu: *Cocos nucifera*; Neo ma : *Neocarya macrophylla*; Ad di : *Adansonia digitata* ; An sen : *Annona senegalensis* ; Cit li : *Citrus limon*; An oc: *Anacardium occidentale*; Ca pa: *Carica papaya*; De mi: *Detarium microcarpum*; Psidium guajava; Man in : *Mangifera indica* ; Zi mau : *Ziziphus mauritiana* ; All cep : *Allium cepa* ; Ba aeg : *Balanites aegyptiaca* ; Moro l : *Moringa oleifera* ; Fic syc : *Ficus sycomorus* ; Op tu : *Opuntia tuna*; Scle bi : *Sclerocarya birrea* ; Le lan : *Leptadenia lanceolata* ; Cel to : *Celtis toka* ; Se oc : *Senna occidentalis* ; Az ind : *Azadirachta indica*

**Figure 3.** Diversité et niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation humaine

Les espèces utilisées dans l'alimentation humaine sont au nombre de 52. Elles sont réparties dans 32 familles et 45 genres. Certaines espèces présentent un niveau de fidélité maximal de 100%. C'est le cas de *Citrus reticulata*, *Citrus maxima*, *Malus pumila* et de *Phoenix dactylifera*. Le reste des espèces présente des niveaux de fidélité inférieurs à 100%. Cependant la plupart de ces espèces à usages multiples contribue plus à l'alimentation humaine qu'aux autres catégories d'usages.

**Tableau 3.** Corrélation entre valeur d'usage et niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation humaine

**Corrélations**

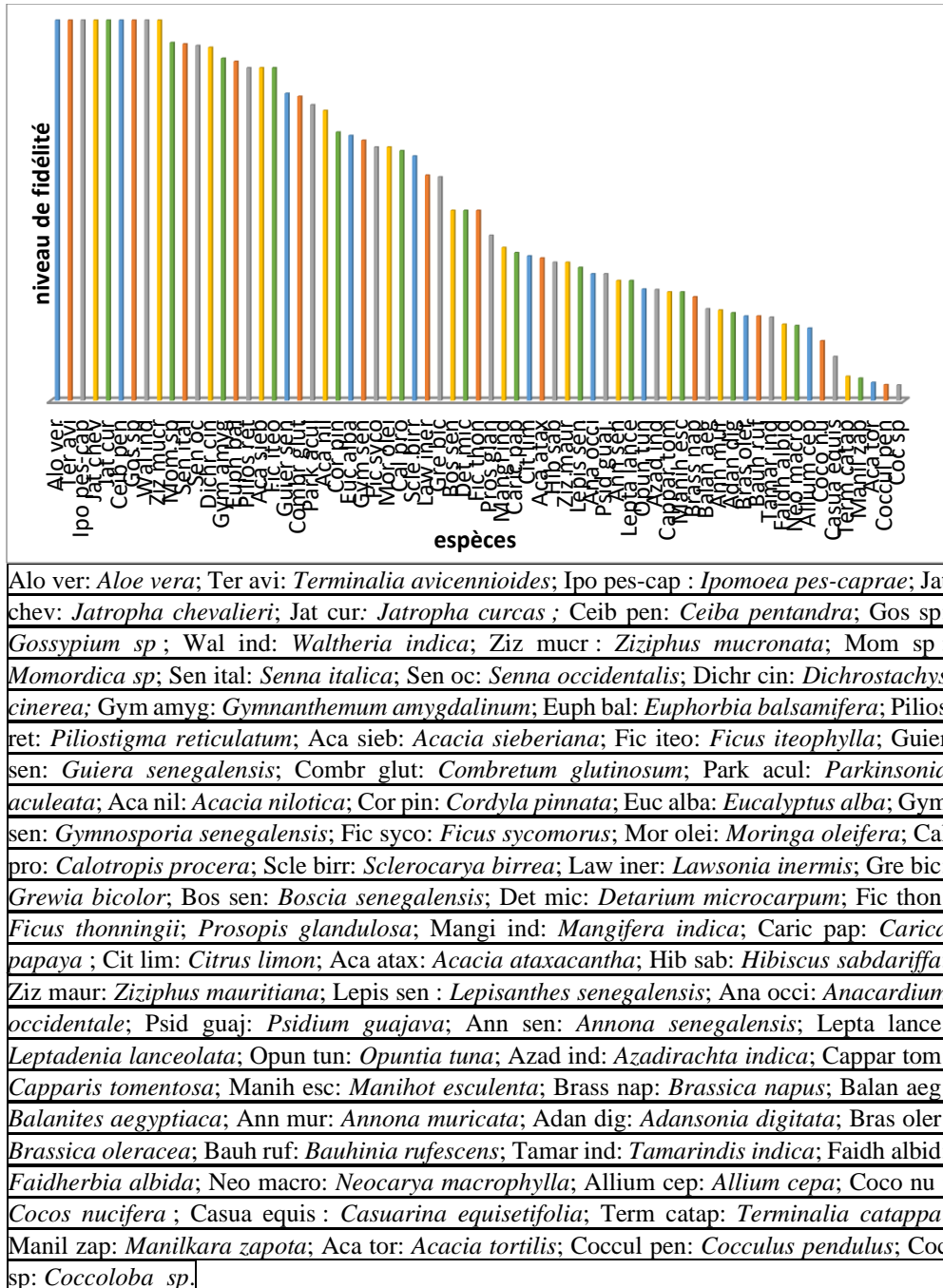
		Niveau de fidélité	Valeur d'usage
Niveau de fidélité	Corrélation de Pearson	1	-,447**
	Sig. (bilatérale)		,001
	N	52	52
Valeur d'usage	Corrélation de Pearson	-,447**	1
	Sig. (bilatérale)	,001	
	N	52	52

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Le niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation humaine et la valeur d'usage sont corrélés négativement et cette corrélation est significative au niveau 0,01. Cependant le degré de liaison est faible ( $r = -0,447$ ).

La diversité et le niveau de fidélité des espèces végétales utilisées dans la médecine traditionnelle sont présentés dans la figure ci-dessous.





Combretaceae (5,97%). L'analyse des résultats de cette flore montre l'existence d'espèces exclusivement médicinales avec 100% de niveaux de fidélité et d'espèces à usages multiples avec moins de 100% de niveau de fidélité. Les espèces exclusivement médicinales sont *Aloe vera*, *Terminalia avicennioides*, *Ipomoea pes-caprae*, *Jatropha chevalieri*, *Jatropha curcas*, *Ceiba pentandra*, *Gossypium sp*, *Waltheria indica* et *Ziziphus mucronata*. Les espèces à usages multiples constituent plus de la moitié des espèces de la flore médicinale des riverains du PNLB. Parmi ces espèces à usages multiples, ceux qui participent plus dans l'usage médicinal sont *Momordica sp* (94,15% de niveau de fidélité), *Senna italica* (93,75%), *Senna occidentalis* (93,33%), *Dichrostachys cinerea* (92,85%) et *Gymnanthemum amygdalinum* (90%).

**Tableau 4.** Corrélation entre valeur d'usage et niveau de fidélité des espèces utilisées en médecine traditionnelle

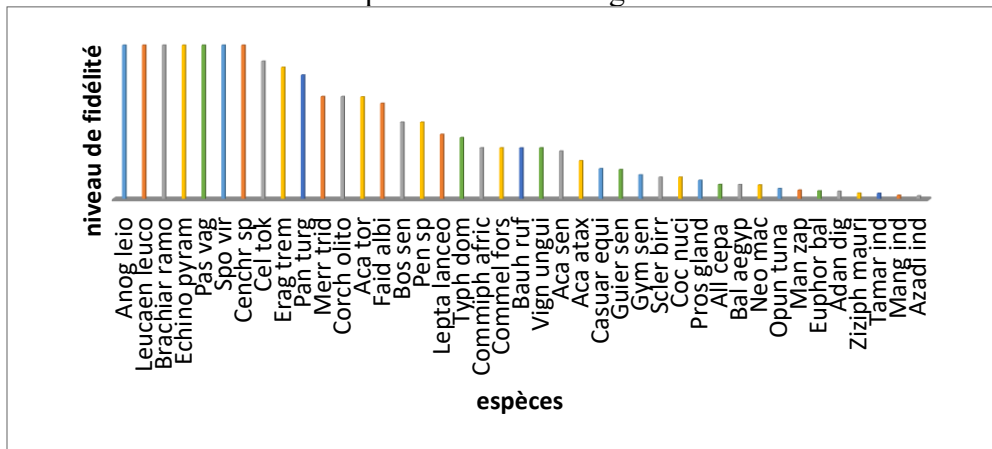
**Corrélations**

		Niveau de fidélité	Valeur d'usage
Niveau de fidélité	Corrélation de Pearson	1	-,466**
	Sig. (bilatérale)		,000
	N	67	67
Valeur d'usage	Corrélation de Pearson	-,466**	1
	Sig. (bilatérale)	,000	
	N	67	67

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Le niveau de fidélité des espèces utilisées en médecine traditionnelle et la valeur d'usage sont corrélés négativement comme dans le cas de l'usage alimentaire. Cette corrélation est significative au niveau 0,01 et de faible degré (r = -0,447)

La diversité et le niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation animale sont présentés dans la figure suivante.



Anog leio: *Anogeissus leiocarpa*; Leucaen leuco: *Leucaena leucocephala*; Brachiar ramo: *Brachiaria ramosa*; Echino pyram: *Echinochloa pyramidalis*; Pas vag: *Paspalum vaginatum*; Spo vir: *Sporobolus virginicus*; Cenchr sp: *Cenchrus sp*; Cel tok: *Celtis toka*; Erag trem: *Eragrostis tremula*; Pan turg: *Panicum turgidum*; Merr trid: *Merremia tridentata*; Corch olito: *Corchorus olitorius*; Aca tor: *Acacia tortilis*; Faidhe albid: *Faidherbia albida*; Bos sen: *Boscia senegalensis*; Peniset sp: *Penisetum sp*; Lept lanceo: *Leptadenia lanceolata*; Typh doming: *Typha domingensis*; Commiph afric: *Commiphora africana*; Commel forss: *Commelina forsskaoli*; Bauh ruf: *Bauhinia rufescens*; Vign ungui: *Vigna unguiculata*; Aca sen: *Acacia senegal*; Aca atax: *Acacia ataxacantha*; Cas equ: *Casuarina equisetifolia*; Guier sen: *Guiera senegalensis*; Gym sen: *Gymnosporia senegalensis*; Sclero bir: *Sclerocarya birrea*; Coc nuci: *Cocos nucifera*; Pros glandu: *Prosopis glandulosa*; Allium cep: *Allium cepa*; Balan aegy: *Balanites aegyptiaca*; Neocar macro: *Neocarya macrophylla*; Opun tun: *Opuntia tuna*; Manil zap: *Manilkara zapota*; Euphor bal: *Euphorbia balsamifera*; Adan digi: *Adansonia digitata*; Ziziph mauri: *Ziziphus mauritiana*; Tam ind: *Tamarindis indica*; Mangi ind: *Mangifera indica*; Azadi ind: *Azadirachta indica*.

**Figure 5.** Diversité et niveau de fidélité des espèces utilisées au niveau de l'alimentation animale

Les espèces utilisées dans l'alimentation animale par les riverains du PNLB sont réparties dans 23 familles et 39 genres. Elles sont au nombre de 41. Parmi ces 41 espèces, certaines possèdent des niveaux de fidélité de 100% et d'autres moins de 100%. Les espèces ayant des niveaux de fidélité maximums sont *Anogeissus leiocarpa*, *Leucaena leucocephala*, *Brachiaria ramosa*, *Echinochloa pyramidalis*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus* et *Cenchrus sp*. Le reste est composé d'espèces à usages multiples. Parmi ces espèces à usages multiples, celles qui participent plus dans l'alimentation animale sont *Celtis toka* (89,65% de niveau de fidélité), *Eragrostis tremula* (85,71%), *Panicum turgidum* (80,64%), *Merremia tridentata* (66,66%), *Corchorus olitorius* (66,66%), *Acacia tortilis subsp. raddiana* (66,46%) et *Faidherbia albida* (62,24%).

**Tableau 5.** Corrélation entre valeur d'usage et niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation animale

**Corrélations**

		Niveau de fidélité	Valeur d'usage
Niveau de fidélité	Corrélation de Pearson	1	-,475**
	Sig. (bilatérale)		,002
	N	41	41
Valeur d'usage	Corrélation de Pearson	-,475**	1
	Sig. (bilatérale)		,002
	N	41	41

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Le niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation animale et la valeur d'usage sont corrélés négativement et cette corrélation est significative au niveau 0,01. Le degré de corrélation reste néanmoins faible ( $r = -0,447$ ).

## **Discussion**

### **Diversité des espèces végétales citées par la population et présentant les plus grandes valeurs d'usages**

La famille la plus représentée dans cette catégorie est celle des Fabaceae-mimosoideae. La famille des Fabaceae-mimosoideae est citée dans plusieurs catégories d'usages. En effet cette famille présente une importance au niveau local comme l'alimentation animale et le bois de chauffe entre autres. Cette importance locale est signalée par Diatta (2016) pour la famille des Caesalpiniaceae et des Apocynaceae. La dominance des Fabaceae est liée à son importance socio-économique en zones tropicale et intertropicale NAS (1979) et Nongonierma (1978).

Au niveau de la population riveraine du PNLB, *Prosopis glandulosa* (1,05) présente la plus grande valeur d'usage suivie d'*Acacia tortilis subsp raddiana* (0,83), d'*Azadirachta indica* (0,77), de *Cocos nucifera* (0,74), de *Casuarina equisetifolia* (0,65), de *Balanites aegyptiaca* (0,63) et de *Faidherbia albida* (0,53). Ces espèces sont les plus importantes pour les riverains du PNLB car elles interviennent dans plusieurs catégories d'usages. Ainsi les espèces ayant une grande valeur d'usage sont souvent à usages multiples (Diatta, 2016). Au Ferlo-Nord, l'analyse de l'importance spécifique a révélé une dominance nette de *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera* et *Acacia tortilis var. raddiana* qui interviennent dans toutes les domaines d'activités (Ndong *et al.*, 2015). Selon Ngom *et al.* (2014) lorsque des espèces présentent les plus grandes valeurs d'usages, cela est considéré par plusieurs auteurs comme le signe que ces espèces subissent une pression d'utilisation importante. Ces résultats sont corroborés par ceux de Dossou *et al.*, (2012) qui considèrent que l'importance accordée à une espèce ne dépend pas de sa disponibilité mais de sa capacité à satisfaire les besoins des populations dans les différentes catégories d'usages. Selon Lougbegnon *et al.*, (2011) les espèces à plus grandes valeurs d'usages montrent un degré de satisfaction des populations par rapport à ces espèces et une pression sur elles.

### **Les catégories d'usages et le facteur de consensus sur ces catégories**

Au total 16 catégories d'usages ont été révélées par les résultats de l'enquête menée auprès des riverains du PNLB. Les catégories d'usages les plus citées au niveau de la population riveraine du PNLB sont l'alimentation humaine, l'usage médicinal et l'alimentation animale. L'alimentation humaine représente 19,90 % des citations. L'usage médicinal représente 19,40 % des

citations. Quant à l'alimentation animale, elle représente 16,50 %. Ces résultats illustrent parfaitement l'importance des ressources végétales dans le bien-être des populations. En effet s'alimenter et se soigner constituent des préoccupations majeures des pays en développement.

Concernant les deux catégories d'usages les plus fréquentes au niveau de la population riveraine du PNLB, la même tendance est observée avec les travaux de Muluwa et Bostoën (2008) chez les Nsong où l'alimentation humaine vient en tête avec 39 % de plantes nommées suivie de l'usage médicinal avec 23 % de plantes connues pour leurs vertus thérapeutiques. Une similitude est notée avec les travaux de Soro *et al.* (2014) concernant les catégories d'usages les plus citées. Au niveau de la hiérarchisation des catégories d'usages, les résultats obtenus au niveau des riverains du PNLB sont similaires à ceux de Muluwa et Bostoën (2008). Cependant concernant cette hiérarchisation des catégories d'usages une différence est notée avec les travaux de Soro *et al.* (2014) dans lesquels l'usage médicinal vient en tête suivi de l'alimentation humaine. Toutes les catégories d'usages présentent un facteur de consensus informateur supérieur ou égal à 0,5 à l'exception de quelques-unes. Ces dernières sont la catégorie d'usage mystique, augmentation de la virilité, charbon de bois et beauté au niveau de la population riveraine du PNLB. Cela signifie que la population s'accorde sur l'essentiel des catégories d'usages. Ces résultats sont différents de ceux de Ngom *et al.* (2014) dans lesquels les populations s'accordent sur toutes les catégories de services identifiées. L'alimentation humaine et l'usage médicinal présentent les facteurs de consensus les plus élevés avec respectivement 0,87 et 0,86. Le facteur de consensus élevé de l'usage médicinal est observé avec les résultats obtenus par Lougbegnon *et al.* (2018). Pour les catégories mystiques et augmentation de la virilité le faible consensus serait lié aux connaissances peu échangées par la population. Quant à la catégorie d'usage charbon de bois, le faible consensus serait lié à une pratique peu fréquente ou inexistante dans la zone. Pour la catégorie d'usage beauté, le faible consensus serait lié à une connaissance des espèces de cette catégorie par un petit nombre d'enquêtés.

### **Diversité et niveau de fidélité des espèces utilisées dans les catégories d'usages les plus citées**

Les espèces végétales citées couramment dans l'alimentation humaine par les riverains du PNLB sont les espèces fruitières et les légumes. Ce constat serait dû à l'importance de ces deux groupes pour la population et à la pratique du maraîchage dont l'ampleur diminue avec la salinité de l'eau et des sols. En effet les fruits et les légumes constituent les principales sources de vitamines et de sels minéraux. Dans les travaux de Ngom *et al.* (2014) les 3 espèces qui contribuent plus dans l'alimentation sont également des espèces fruitières.

La flore médicinale utilisée par les riverains du PNLB est composée de 67 espèces réparties dans 32 familles et 56 genres. Elle est plus diversifiée que la flore médicinale utilisée par la population riveraine du conservatoire botanique Michel Adanson de Mbour (Diop *et al.*, 2019). Les espèces à usages multiples constituent plus de la moitié des espèces de la flore médicinale des riverains du PNLB. L'accès relativement difficile à des soins modernes, les limites de la médecine moderne face à certaines pathologies pourraient expliquer l'usage de nombreuses espèces végétales à des fins médicinales. Ces résultats sont corroborés par ceux de Muluwa et Bostoen (2008) qui soutiennent qu'un grand nombre de plantes (23%) est connu chez les Nsong pour leurs vertus thérapeutiques. Parmi les espèces les plus importantes pour la population riveraine du PNLB, celles qui contribuent plus à l'usage médicinal sont *Acacia nilotica* (76,27%) et *Prosopis glandulosa* (43,46%). La poudre tamisée de gousses pilées d'*Acacia nilotica* var *adansonii* est conseillée dans le traitement de la diarrhée par Fortin *et al.* (1997).

Les espèces utilisées dans l'alimentation animale par les riverains du PNLB sont au nombre de 41 réparties dans 39 genres et 23 familles. Parmi ces 41 espèces, certaines possèdent des niveaux de fidélité de 100% et d'autres moins de 100%. Les espèces dont le niveau de fidélité est inférieur à 100% sont composées d'espèces à usages multiples. Les espèces fourragères les plus populaires sont constituées d'herbacées et de quelques ligneux. Ces résultats sont corroborés par ceux de Chafia *et al.* (2017) selon lesquels les légumineuses et les graminées sont utilisées comme fourrage. Elles peuvent être associées en culture ou séparées (Benider *et al.*, 2017 ; Mbaye, 2013). Par contre ils sont différents de ceux de Ngom *et al.* (2014) dans lesquels les espèces fourragères sont des ligneux.

### **Corrélation entre le niveau de fidélité et la valeur d'usage**

La corrélation significative au niveau 0,01 entre le niveau de fidélité et la valeur d'usage montre l'existence d'une liaison entre ces deux variables. Cependant le niveau de fidélité est corrélé négativement à la valeur d'usage car le coefficient de corrélation est négatif ( $r = - 0,447$ ). La faiblesse du degré de corrélation serait due au fait que le niveau de fidélité d'une espèce à une catégorie d'usage dépend de l'utilisation de l'espèce dans les différentes catégories d'usages. En effet plus une espèce est utilisée dans plusieurs catégories d'usages plus son niveau de fidélité diminue. Par contre son niveau de fidélité augmente lorsque le nombre de catégories d'usages dans lesquelles l'espèce est impliquée diminue. Cette utilisation à son tour détermine la valeur d'usage de l'espèce car plus une espèce est utilisée plus elle est importante pour la population et plus sa valeur d'usage augmente. Par conséquent le niveau de fidélité est lié à la valeur d'usage par l'intermédiaire d'un autre facteur qui est l'utilisation de l'espèce. Un exemple similaire est présenté dans

l'ouvrage d'Arel-bundock (2021). En effet il s'agit d'une détermination du salaire en fonction du genre à travers deux chemins différents. L'un est une discrimination directe c'est à dire le salaire est déterminé directement par le genre et l'autre une discrimination indirecte ou le salaire est déterminé par le genre par l'intermédiaire du poste occupé. Ces résultats sont différents de ceux de Vodounou et Doubogan (2016) dans lesquels la corrélation est positive et forte ( $r^2 = 0,982$ ) entre les effets des changements climatiques et les stratégies développées pour continuer leur activité agricole.

## Conclusion

La famille la plus citée au niveau des espèces végétales présentant la plus grande valeur d'usage est celle des Fabaceae-mimosoideae. Les catégories d'usages des ressources végétales les plus citées sont l'alimentation humaine (19,90%), l'usage médicinal, (19,40%) et l'alimentation animale (16,50%). Au niveau de la population riveraine du PNLB toutes les catégories d'usages présentent un facteur de consensus informateur supérieur ou égal à 0,5 à l'exception des catégories d'usages augmentation de la virilité (0,22), mystiques, charbon de bois (0,33) et beauté (0,47). L'alimentation humaine et l'usage médicinal présentent les facteurs de consensus les plus élevés avec respectivement 1 et 0,89. Les espèces qui présentent les plus grandes valeurs d'usages sont *Prosopis glandulosa* et *Acacia tortilis subsp raddiana*. La flore médicinale et la flore alimentaire sont les plus diversifiées et présentent à la fois des espèces à usages exclusifs et des espèces à usages multiples. Le niveau de fidélité des espèces utilisées dans l'alimentation humaine, animale et en médecine traditionnelle et leur valeur d'usage sont corrélés négativement. Ainsi cette étude contribue à la connaissance de l'importance des ressources végétales et des espèces végétales les plus importantes pour la population. Une étude approfondie des espèces médicinales citées contribuerait davantage au développement de la médecine traditionnelle

## References:

1. Adam, J.G. (1970). Noms vernaculaires de plantes du Sénégal (Ière partie). *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*. 17(7-9): 243-294.
2. Adam, J.G. (1970). Noms vernaculaires de plantes du Sénégal (fin). *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*. 17(10-11): 402-460.
3. Arel-Bundock, V. (2021). Analyse causale et méthodes quantitatives. Une introduction avec R, Stata et SPSS. Les presses de l'université de Montréal, p 385.
4. Chafia, B., Hamenna, B., Toufik M. & Abdelghani B. (2017). Performances Fouragères De L'orge (*Hordeum vulgare L.*), Du

- Triticale (*X Triticum-Secale Wittmack*) Et Du Pois (*Pisum sativum L.*) Et De Leurs Associations Sous Conditions Semi-Arides. *European Scientific Journal*. 13(6): 157-172.
5. Diatta, C.D. (2016). Les plantes utilisées par les Baïnouk de Djibonker, région de Ziguinchor (Sénégal): Diversité et savoirs traditionnels. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p 157.
  6. Diop, M., Sambou, B., Goudiaby, A., Guiro, I., & Niang-Diop, F. (2011). Ressources végétales et préférences sociales en milieu rural Sénégalais. *Bois et Forêts des Tropiques*. 310(4): 57-68.
  7. Diop, M., Sambou, B., & Ly, B. (2012). Représentation de la forêt et répercussion sur la gestion des ressources forestières au Sénégal. [Vertigo], La revue électronique en sciences de l'environnement, 12(2). <https://journals.openedition.org/vertigo/12319>.
  8. Diop, R.D., Mbaye, M.S., Diop, I., Bassène, C., Sarr, O., Camara, A.A., Sy, M.T.A., & Noba, K. (2019). Usages médicinales des plantes par la population riveraine du conservatoire botanique Michel Adanson de Mbour (Sénégal). *Journal of animal and plant Sciences*. 40(3): 6690-6711.
  9. Dossou, M.E., Houessou, G.L., Lougbegnon, O.T., Tenté, A.H.B., & Codjia, J.T.C. (2012). Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvé et terroirs connexes au Bénin. *Tropicultura*, 30(1): 41-48.
  10. FAO. (2019). Produits forestiers non-ligneux. <http://www.fao.org/forestry/nwfp/6388/fr/>. Consulté le 16-09-2019.
  11. Faye, B. (2010). Le cactus (*Opuntia tuna*) dans la flore de la réserve spéciale de faune de Gueumbeul (Saint-Louis du Sénégal): statut, utilité, modes de propagation et de gestion. Mémoire de master, Université cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, p. 40.
  12. Faye, E. (2010). Diagnostic partiel de la flore et de la végétation des Niayes et du Bassin arachidier au Sénégal: application de méthodes floristique, phytosociologique, ethnobotanique et cartographique. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles. p 266.
  13. Fortin, D., Lô, M., & Maynard G. (1997). Plantes médicinales du Sahel (édition révisée). Enda-Editions, Dakar, p 280.
  14. Gning, O.N., Sarr, O., & Akpo, L.E. (2014). Richesse de la pharmacopée malinké: rôle médicinaux de l'arbre à Khossanto: (Kédougou, Sénégal Oriental). *Journal of applied bioscience*, 74: 6043-6058.
  15. Gueye, M., Cissé, A., Diatta, C.D., Diop, S., & Koma S. (2012). Etude ethnobotanique des plantes utilisées contre la constipation chez les Malinkés de la communauté rurale de Tomboronkoto Kédougou



- (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(2): 773-781.
16. Heinrich, M., Ankli, A., Frei, B., Weimann, C., & Sticher, O. (1998). Medicinal plants in Mexico: Healers consensus and cultural importance. *Soc. Sci. Med*, 47(11): 1859-1871.
  17. Houéhanou, D.T., Assogbadjo, A.E., Chadare, F.J., Zanvo, S. & Sinsin B. (2016). Approches méthodologiques synthétisées des études d'ethnobotanique quantitative en milieu tropical. *Annales des Sciences Agronomiques*, 20: 187-205.
  18. Kerharo, J., & Adam, J.G. (1964). Plantes médicinales et toxiques des Peuls et des Toucouleurs du Sénégal. In: *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée*, 11(10-11): 384-444.
  19. Loubegnon, T.O., Gbesso, F., Logbo, J., Tente, B., & Codjia, J.T.C. (2018). Etude ethnobotanique des plantes à valeur thérapeutique dans la commune de Glazoué au Bénin (Afrique de l'ouest). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24(2): 644-655.
  20. Mbaye, M.S. (2013). Association mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br]. Et niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]: arrangement spatiotemporel des cultures, structure, dynamique et concurrence de la flore adventice et proposition d'un itinéraire technique. Thèse de doctorat d'état, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p 230.
  21. ME. (2000). L'étude prospective du secteur forestier en Afrique. Ministère de l'environnement, République du Sénégal, p 30.
  22. MEDD. (2015). Stratégie nationale et plan national d'actions pour la biodiversité. Ministère de l'environnement et du développement durable, République du Sénégal, p 89.
  23. Muluwa, J.K., & Bostoen, K. (2008). Noms et usages des plantes utiles chez les Nsong (RD Congo, Bandudu, Bantu B85F). *Gotoborg Africana Informal, Series*. No 6.
  24. NAS. (1979). Tropical Legumes: ressources for the future. Ed. National Academy of Sciences, Washington D.C., p 331.
  25. Ndiaye, I., Camara, B., Ngom, D., & Sarr, O. (2017). Diversité spécifique et usages ethnobotaniques des ligneux suivant un gradient pluviométrique Nord-Sud dans le bassin arachidier Sénégalais. *Journal of Applied Biosciences*, 113: 11123-11137.
  26. Ndong, A.T., Ndiaye, O., Faye, M.N., Galop, D., & Guissé, A. (2015). Espèces ligneuses du Ferlo- Nord, Sénégal: état actuel et usage. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 271: 285-462.
  27. Ngom, D., Charahabil, M., Sarr, O., Bakhom, A., & Akpo, L.E. (2014). Perceptions communautaires sur les services écosystémiques d'approvisionnement fournis par le peuplement ligneux de la Réserve

- de Biosphère du Ferlo (Sénégal). [*Vertigo*], La revue électronique en sciences de l'environnement, 14(2) :1-18.
28. Niang A., 1990 – La réintroduction de faune sauvage dans les parcs nationaux du Sénégal : étude de la gazelle dama (*Gazella Dama mhorra*) à la réserve spéciale de faune de Gueumbeul (Saint Louis). Thèse de doctorat d'état, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p 154.
  29. Nongonierma, A. (1978). Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia Miller* en Afrique occidentale. Thèse de Doctorat d'état, 3 tomes. Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p 822.
  30. Sarr, O., Diatta, S., Gueye, M., Ndiaye, PM., Guissé, A., & Akpo L.E. (2013). Importance des ligneux fourragers dans une zone de transhumance. *Revue Méd. Vét.* 164(1): 2-8.
  31. SCDB. (2009). Le rapport sur la conservation des plantes: un examen des progrès accomplis dans la mise en œuvre de la stratégie mondiale pour la conservation des plantes (GSPC). Montréal: Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. p 48.
  32. SCDB. (2010). Décennie des Nations Unies pour la biodiversité. Vivre en harmonie avec la nature. Montréal: Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique. p 68.
  33. SCDB. (2010). 3<sup>ème</sup> édition des perspectives mondiales de la diversité biologique. Montréal: Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique. p 94.
  34. Soro, S., Ouattara, D., Egnankou, M.W., N'guessan, E.K., Traore, D. (2014). Usages traditionnels de quelques espèces végétales de la forêt marécageuse classée de Port Gauthier en zone côtière au sud-ouest de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 10(3): 519-533.
  35. Vodounou J.B.K & Doubogan Y.O. (2016). Agriculture paysanne et stratégie d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. *Cybergeo: European journal of geography*, [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 794.
  36. Wade, C.T., (1997). Inventaire floristique dans la zone écologique littoral Nord (TARE. TOUNDE MALEY): analyse de la dégradation problématique de la conservation. Mémoire de maîtrise, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p 171.