

European Scientific Journal, *ESJ*

May 2025

European Scientific Institute, ESI

The content is peer reviewed

ESJ Natural/Life/Medical Sciences

May 2025 edition vol. 21, No. 15

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 century¹. 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,

¹ Hopkins, J. R. (1995). Erik Homberger 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,
University of Debrecen, 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

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, Saarbrücken, Germany

Frank Bezzina,
University of Malta, Malta

Monika Bolek,
University of Łódź, Poland

Robert N. Diotalevi,
Florida Gulf Coast University, USA

Daiva Jureviciene,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Anita Lidaka,
Liepāja University, Latvia

Rania Zayed,
Cairo University, Egypt

Louis Valentin Mballa,
Autonomous University of San Luis Potosí, 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,
Shamakhy Astrophysical Observatory of the Ministry of Science and Education of the
Republic of Azerbaijan

Henryk J. Barton,
Jagiellonian University, Poland

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

Billy Adamsen,
University of Southern Denmark, Denmark

Marinella Lorinczi,
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 Olavegogeoascocoechea,
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 Gentzoglanis,
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

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

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

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

Pierluigi Passaro,
University of Bari Aldo Moro, Italy

Georges Kpazai,
Laurentian University, Canada

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

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

Natalia Sizochenko
Dartmouth College, USA

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

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 Brajcic,
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 Katsarska,
Air Force Academy, 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,
Holy Family 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

Akmel 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 Jayewrdenepura, Sri Lanka

Aderewa Amontcha,
Universite d'Abomey-Calavi, Benin

Khadija Kaid Rassou,
Centre Regional des Metiers de l'Education et de la Formation, Morocco

Rene Mesias Villacres Borja,
Universidad Estatal De Bolivar, 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 Yehualashet Maru,
Jigjiga University, Ethiopia

Karima Laamiri,
Abdelmalek Essaadi University, 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 Supérieure (ENS), Cote d'Ivoire

Abdelfettah Maouni,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Alina Stela Resceanu,
University of Craiova, Romania

Alilouch Redouan,
Chouaib Doukkali University, Morocco

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

Sufi Amin,
International Islamic University, Islamabad 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,
Universidad Internacional de Valencia, Spain

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,
Topazart, 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

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,
Dnoproptetrovsk State University of Internal Affairs, Ukraine

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

Giacomo Buoncompagni,
University of Florence, 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 Kammas,
Business & Management High School, Tangier, Morocco

Harouna Issa Amadou,
Abdou Moumouni University of Niger

Achille Magloire Ngah,
Yaounde University II, Cameroun

Gnagne Agness Essoh 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

Oumar Bah,
Sup' Management, Mali

Angelica Selene Sterling Zozoaga,
Universidad del Caribe, Mexico

Josephine W. Gitome,
Kenyatta University, Kenya

Keumean Keiba Noel,
Felix Houphouet Boigny University Abidjan, Ivory Coast

Tape Bi Sehi Antoine,
University Peleforo Gon Coulibaly, Ivory Coast

Atsé Calvin Yapi,
Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Desara Dushi,
Vrije Universiteit Brussel, Belgium

Mary Ann Hollingsworth,
University of West Alabama, Liberty University, USA

Aziz Dieng,
University of Portsmouth, UK

Ruth Magdalena Gallegos Torres,
Universidad Autonoma de Queretaro, Mexico

Alami Hasnaa,
Universite Chouaid Doukkali, Maroc

Emmanuel Acquah-Sam,
Wisconsin International University College, Ghana

Fabio Pizzutilo,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Hicham Chairi,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Nouredine El Aouad,
University Abdelmalek Essaady, Morocco

Samir Diouny,
Hassan II University, Casablanca, Morocco

Gibet Tani Hicham,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Anoua Adou Serge Judicael,
Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Abderrahim Ayad,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Sara Teidj,
Moulay Ismail University Meknes, Morocco

Gbadamassi Fousséni,
Université de Parakou, Benin

Bouyahya Adil,

Centre Régional des Métiers d'Education et de Formation, Maroc

Haounati Redouane,

Ibn Zohr Agadir, Morocco

Hicham Es-soufi,

Moulay Ismail University, Morocco

Imad Ait Lhassan,

Abdelmalek Essaâdi University, Morocco

Givi Makalatia,

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Adil Brouri,

Moulay Ismail University, Morocco

Noureddine El Baraka,

Ibn Zohr University, Morocco

Ahmed Aberqi,

Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Oussama Mahboub,

Queens University, Kingston, Canada

Markela Muca,

University of Tirana, Albania

Tessougue Moussa Dit Martin,

Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

Kledi Xhaxhiu,

University of Tirana, Albania

Saleem Iqbal,

University of Balochistan Quetta, Pakistan

Dritan Topi,

University of Tirana, Albania

Dakouri Guissa Desmos Francis,

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

Adil Youssef Sayeh,

Chouaib Doukkali University, Morocco

Zineb Tribak,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Ngwengeh Brendaline Beloke,
University of Biea, Cameroon

El Agy Fatima,
Sidi Mohamed Ben Abdelah University, Morocco

Julian Kraja,
University of Shkodra "Luigj Gurakuqi", Albania

Nato Durglishvili,
University of Georgia, Georgia

Abdelkrim Salim,
Hassiba Benbouali University of Chlef, Algeria

Omar Kchit,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Isaac Ogundu,
Ignatius Ajuru University of Education, Nigeria

Giuseppe Lanza,
University of Catania, Italy

Monssif Najim,
Ibn Zohr University, Morocco

Luan Bektashi,
"Barleti" University, Albania

Malika Belkacemi,
Djillali Liabes, University of Sidi Bel Abbes, Algeria

Oudani Hassan,
University Ibn Zohr Agadir, Morocco

Merita Rumano,
University of Tirana, Albania

Mohamed Chiban,
Ibn Zohr University, Morocco

Tal Pavel,
The Institute for Cyber Policy Studies, Israel

Jawad Laadraoui,
University Cadi Ayyad of Marrakech, Morocco

El Mourabit Youssef,
Ibn Zohr University, Morocco

Mancer Daya,
University of Science and Technology Houari Boumediene, Algeria

Krzysztof Nesterowicz,
Ludovika-University of Public Service, Hungary

Laamrani El Idrissi Safae,
Ibn Tofail University, Morocco

Suphi Ural,
Cukurova University, Turkey

Emrah Eray Akca,
Istanbul Aydin University, Turkey

Selcuk Poyraz,
Adiyaman University, Turkey

Ocak Gurbuz,
University of Afyon Kocatepe, Turkey

Umut Sener,
Aksaray University, Turkey

Mateen Abbas,
Capital University of Science and Technology, Pakistan

Muhammed Bilgehan Aytac,
Aksaray University, Turkey

Sohail Nadeem,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Salman Akhtar,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Afzal Shah,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Muhammad Tayyab Naseer,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Asif Sajjad,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Atif Ali,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Shahzda Adnan,
Pakistan Meteorological Department, Pakistan

Waqar Ahmed,
Johns Hopkins University, USA

Faizan ur Rehman Qaiser,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Choua Ouchemi,
Université de N'Djaména, Tchad

Syed Tallataf Hussain Shah,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Saeed Ahmed,
University of Management and Technology, Pakistan

Hafiz Muhammad Arshad,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Johana Hajdini,
University “G. d’Annunzio” of Chieti-Pescara, Italy

Mujeeb Ur Rehman,
York St John University, UK

Noshaba Zulfiqar,
University of Wah, Pakistan

Muhammad Imran Shah,
Government College University Faisalabad, Pakistan

Niaz Bahadur Khan,
National University of Sciences and Technology, Islamabad, Pakistan

Titilayo Olotu,
Kent State University, Ohio, USA

Kouakou Paul-Alfred Kouakou,
Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Sajjad Ali,
Karakoram International University, Pakistan

Hiqmet Kamberaj,
International Balkan University, Macedonia

Sanna Ullah,
University of Central Punjab Lahore, Pakistan

Khawaja Fahad Iqbal,
National University of Sciences and Technology (NUST), Pakistan

Heba Mostafa Mohamed,
Beni Suef University, Egypt

Abdul Basit,
Zhejiang University, China

Karim Iddouch,
International University of Casablanca, Morocco

Jay Jesus Molino,
Universidad Especializada de las Américas (UDELAS), Panama

Imtiaz-ud-Din,
Quaid-e-Azam University Islamabad, Pakistan

Dolantina Hyka,
Mediterranean University of Albania

Yaya Dosso,
Alassane Ouattara University, Ivory Coast

Essedaoui Aafaf,
Regional Center for Education and Training Professions, Morocco

Silue Pagadjovongo Adama,
Peleforo GON COULIBALY University, Cote d'Ivoire

Soumaya Outellou,
Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques, Morocco

Rafael Antonio Estevez Ramos,
Universidad Autónoma del Estado de México

Mohamed El Mehdi Saidi,
Cadi Ayyad University, Morocco

Ouattara Amidou,
University of San Pedro, Côte d'Ivoire

Murry Siyasiya,
Blantyre International University, Malawi

Benbrahim Mohamed,
Centre Regional des Métiers de l'Education et de la Formation d'Inezgane (CRMEF),
Morocco

Emmanuel Gitonga Gicharu,
Mount Kenya University, Kenya

Er-razine Soufiane,
Regional Centre for Education and Training Professions, Morocco

Foldi Kata,
University of Debrecen, Hungary

Elda Xhumari,
University of Tirana, Albania

Daniel Paredes Zempual,
Universidad Estatal de Sonora, Mexico

Jean Francois Regis Sindayihebura,
University of Burundi, Burundi

Luis Enrique Acosta Gonzlez,
University of Holguin, Cuba

Odoziobodo Severus Ifeanyi,
Enugu State University of Science and Technology, Enugu, Nigeria

Maria Elena Jaime de Pablos,
University of Almeria, Spain

Soro Kolotcholoma Issouf
Peleforo Gon Coulibaly University, Cote d'Ivoire

Compaore Inoussa
Université Nazi BONI, Burkina Faso

Dorothee Fegbawe Badanaro
University of Lome, Togo

Soro Kolotcholoma Issouf
Peleforo GON COULIBALY University, Cote d'Ivoire

Compaore Inoussa

Université Nazi BONI, Burkina Faso

Dorothee Fegbawe Badanaro

University of Lome, Togo

Kouakou N'dri Laurent

Alassane Ouattara University, Ivory Coast

Jalila Achouaq Aazim

University Mohammed V, Morocco

Georgios Farantos

University of West Attica, Greece

Maria Aránzazu Calzadilla Medina

University of La Laguna, Spain

Tiendrebeogo Neboma Romaric

Nazi Boni University, Burkina Faso

Dionysios Vourtsis

University of West Attica, Greece

Zamir Ahmed

Government Dehli Degree Science College, Pakistan

Akinsola Oluwaseun Kayode

Chrisland University, Nigeria

Rosendo Romero Andrade

Autonomous University of Sinaloa, Mexico

Belamalem Souad

University Ibn Tofail, Morocco

Hoummad Chakib

Cadi Ayyad University, Morocco

Jozsef Zoltan Malik

Budapest Metropolitan University, Hungary

Sahar Abboud Alameh

LIU University, Lebanon

Rozeta Shahinaj

Medical University of Tirana, Albania

Rashidat Ayanbanke Busari
Robert Gordon University, UK

Tornike Merebashvili
Grigol Robakidze University, Georgia

Zena Abu Shakra
American University of Dubai, UAE

Table of Contents:

Evaluating Biological Risks in Biomedical Laboratories of Primary Health Care.....1

Dionysios Vourtsis

Efstathia Papageorgiou

Anastasios Kriebardis

Gijsbert van Willigen

Kostas Kotrokois

Petros Karkalousos

Visual Attention Distribution According to Size, Color, and Spatial Location of Stimuli under Foveal and Peripheral Vision Conditions.....22

Manana Khomeriki

Natela Lomashvili

Morbidity and Mortality in Rectal Surgery: A Study of 25 Cases in Casablanca.....36

Amal Hajri

Mohamed Belbsir

Anas Elwassi

Driss Erguibi

Rachid Boufettal

Saad Rifki Jai

Farid Chehab

**Bioinsecticide effect of *Metarhizium anisopliae* on termite pests
Microtermes lepidus and *Psammotermes hybostoma*, in the
laboratory.....42**

Arfang Mafoudji Sonko

Dienaba Sall

Mouhamadou Moustapha Ndiaye

Abdoulaye Baïla Ndiaye

**Influence of waste management infrastructure on source segregation of
medical waste at a major referral hospital in Western Kenya.....53**

Ojwang B. Otieno

Jenniffer V. Atieno

Albert Long'ora

**Etude diagnostique de la fertilisation du concombre à San Pedro au Sud-
Ouest de la Côte d'Ivoire.....71**

Victorine Hien

Moise N'guetta Ehouman

Souleymane Diomande

Olayossimi Adechina

Seydou Tiho

**Laparoscopie dans le diagnostic et la prise en charge de l'endométriose
dans un hôpital de référence du Niger.....81**

Zabeirou Aliou

Yahouza Boka Tounga

Adama Saidou

Kadi Ide

Hamidou Soumana Diaouga

Hama Younsa

Lassey James Didier

Rachid Sani

**Les hernies étranglées de la paroi abdominale chez l'enfant dans le service
de chirurgie pédiatrique du Centre Hospitalier et Universitaire Sylvanus
Olympio de Lomé (Togo).....95**

Yacoub Ahmat Salhadine

Amivi Alice Donou

Amavi Folly

Sosso Piham Kebalo

Komlan Sekoudji

Dayourou Yéndoubé Toare

Komla Jean Pierre Gnassingbe

**Caracterisation des peuplements ichtyologiques d'un hydrosysteme
fluvial a Guessabo et lacustre a Buyo, Côte d'Ivoire.....105**

Ibrahim Kalil Cisse

Yaya Soro

N'Guessan Constance Diaha

N'Da Konan

Effets de quelques méthodes agroécologiques de lutte sur les populations d'insectes ravageurs et les paramètres de croissance et de rendement du niébé dans la région de Zinder au Niger.....122

Abdoulkader Zakari Loussou

Laouali Abdou

Ali Mahamane

Grossesse abdominale avancée avec naissance vivante : à propos d'un cas à l'hôpital régional universitaire de Bangassou, République Centrafricaine.....139

G.D. Kossa-Ko-Ouakoua

C. Nguette-Kolassion

A. Amath

L. Gounouman

J.G. Nazilari

A. Tozia

P. Gondje

R. M'betid-Degana

S. Ndakala

N.R. Ngbale

A. Sepou

Sérodiscordance au sein des couples vivant avec le VIH au Bénin : aspects épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et psychosociaux.....151

S. E. Elvire Djossou

Georgia Damien Barikissou

Coovi Nonwanou Ignace Tokpanoude

Rhonel Ahanhanzo-Glele

Bayédjè Evrard Koutchoro

Fadyl Boris Sefou

Sayo Adamou Djibo

O. Franck Amahowe

Enagnon Hilaire Akpovi

Badirou Aguemon

Etat des connaissances paysannes des accessions et de la culture du soja [Glycine max (L.) Merr.] dans le sud du Niger.....175

Saidou Dan Sale

Garba Mamane

Etat des lieux de la biodiversité et de la dynamique écologique des communautés piscicoles du Lac Madarounfa (Niger).....194

Yacouba Hamadou

Youssoufa Issiaka

Toudjani Assane Anabi

Inoussa Mahamadou Hassane

Evaluating Biological Risks in Biomedical Laboratories of Primary Health Care

Dionysios Vourtsis, MSc, PhD

Efstathia Papageorgiou, Professor

Anastasios Kriebardis, Professor

Department of Biomedical Sciences,
University of West Attica, Athens, Greece

Gijsbert van Willigen, PhD

Medical Center, Leiden University, Leiden, Holland

Kostas Kotrokois, Assistant Professor

Department of Public Health Policies,
University of West Attica, Athens, Greece

Petros Karkalousos, Associate Professor

Department of Biomedical Sciences,
University of West Attica, Athens, Greece

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p1](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p1)

Submitted: 25 March 2025

Accepted: 13 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Vourtsis D., Papageorgiou E., Kriebardis A., Willigen G., Kotrokois K. & Karkalousos P. (2025). *Evaluating Biological Risks in Biomedical Laboratories of Primary Health Care*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p1>

Abstract

Biomedical laboratories in primary health care centers play a critical role in disease detection, diagnosis, and management. However, the handling of diagnostic samples presents significant biological risks, particularly when biosafety measures are insufficient. This study focuses on analyzing the biological risks in 35 BSL-2 biomedical laboratories within health facilities in Athens, Greece, by examining compliance with biosafety regulations, personnel safety awareness, and biorisk management practices. A cross-sectional survey was conducted combining a customized checklist and a structured health and safety questionnaire, both developed based on the existing literature, including the international biosafety guidelines (BMBL 6th ed., WHO Biosafety Program Management, 2020). On-site evaluations were performed by a certified biorisk management advisor, and 158 laboratory

professionals anonymously completed questionnaires on biosafety practices. The collected data were analyzed qualitatively, and where possible, quantitatively, by using SPSS software and p-values from the McNemar test. The results revealed widespread deficiencies in biosafety culture and risk management. Key gaps were identified in all layers of engineering controls, administrative controls, personal protective equipment (PPE), and emergency preparedness. Many laboratories failed to meet international biosafety standards set by organizations such as the WHO, CDC, and ECDC, as well as Greek legislation, highlighting the need for urgent improvements. To address these issues and mitigate the observed gaps, the implementation of comprehensive Biorisk Management Systems, enhanced biosafety training, and stricter enforcement of national and European biosafety regulations is strongly recommended. These measures are essential to protect laboratory personnel, the surrounding community, and the environment from lab-acquired infections and other biological threats.

Keywords: Biorisk management, Biosafety, Biomedical laboratories, Risk evaluation, Primary Health Care

Introduction

Biomedical laboratories are crucial components of every healthcare system, significantly contributing to the diagnosis, management and treatment of diseases, as well as in emerging infections and in research (Brown et al., 2015). Nevertheless, if containment controls and safety procedures are not adhered to and imposed rigorously, laboratories can present biological hazards to both staff and the environment. The combination of infectious biological agents that could be found in all forms of testing samples, with the procedures for analysis, may lead to laboratory-acquired infections (LAIs) and containment breaches (Blacksell et al., 2023; Wurtz et al., 2016).

Ensuring the safe receipt, management, transfer, and storage of these samples and materials necessitates the implementation of appropriate mitigation strategies in line with optimal practices within suitably equipped and confined structures (NIH, 2024), as part of a laboratory biorisk management system and under a biosafety framework. Biosafety is a scientific discipline that encompasses the principles, methods, and procedures used to define and avert unintentional exposure to biological agents or their accidental release (WHO, 2020).

Risk assessment is an essential aspect of the laboratory biorisk management system and should be tailored to the specific circumstances of each laboratory or scenario. In accordance with the EU Directive 2000/54/EC and the Greek law (Presidential Degree 102/2020), which aim to safeguard workers from hazards associated with exposure to biological agents, Article 3/

EU Directive 2000/54/EC stipulates that any activity that poses a potential biological risk, necessitates a risk assessment. When conducting a risk evaluation, the data collected are utilized:

a. **to discover the risks by assessing the likelihood of a hazard alongside its potential effects** (WHO, 2020; Gribble et al., 2015). In line with the European directive 2000/54/EC and Greek law PD 102/2020, as well as the international instructions, such as BMBL 6th ed. (CDC, 2020) and WHO 3rd ed. (WHO, 2004), biomedical laboratories are required to be designed and operated at the BSL-2 level, based on this specific risk assessment.

b. **to mitigate these risks to a tolerable level, and to avoid laboratory-acquired illnesses** (LAIs), by implementing appropriate control measures. By applying the following three steps of the hierarchy of controls system (CDC, NIOSH, 2021), it is possible to effectively block the pathways of biological agents, ensuring a safe working environment and reduce biological dangers to a tolerable status for the lab staff, the surrounding population, and the environment (Tun, 2017):

- **Engineering Controls**, which comprise elements of architecture and technology, to safeguard and contain both the internal and external environments of the laboratory. They include among others HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) systems, biological safety cabinets and safety centrifuges.
- **Administrative controls** encompass a range of local legislation and international principles, regulations and recommendations, Good Laboratory Practices and Procedures (GMPP) and Standard Operating Procedures (SOPs). Also an **essential component is the education** of lab personnel, which should be adopted, endorsed, and advanced by the administration.
- **Personal Protective Equipment (PPE)** is gear worn by lab personnel to shield them from potential susceptibility to biological substances. While PPE serves as an effective barrier, its use must correlate with the local risk assessment (Bathula & Rakhimol, 2017).

Materials and Methods

Risk can be characterized through qualitative and quantitative approaches. This study was structured as a cross-sectional survey, merging the risk evaluation of an expert using a checklist (qualitative method) and a subjective risk perception of the lab staff, which was collected through questionnaires given to them (quantitative method). The objective was to examine the biological hazards within biomedical laboratories and evaluate the understanding and compliance to biosafety regulations and practices among the lab personnel.

The data collection concerning biological risks occurred in the biomedical laboratories of 35 primary health care facilities situated in Athens, Greece, between March 2021 and June 2022. The analysis of the data was performed using SPSS software version 29 (under an Academic license), employing descriptive statistics to present an overview of the results.

The biomedical laboratories within these health centers in Greece integrate clinical microbiology, clinical chemistry, and hematology as a single laboratory department. The biological samples analyzed included the collection of whole blood, plasma, serum, urine, and feces, utilizing the most common laboratory techniques such as working with automated analyzers, conducting manual tests and urine cultures. The research design was organized into two main components:

First research component: evaluation by a Biosafety Professional (Checklists)

A tailored checklist was created from the existing literature, including the BSL-2 labs checklists from the Federal Select Agent Program (FSAP), Division of Regulatory Science and Compliance (DRSC), based on the BMBL 6th ed. (CDC, 2020), and the Audits checklists from WHO Biorisk Programme Management monograph (WHO, 2020). A trained and accredited biosafety professional assessed a total of 35 biomedical laboratories located in the Primary health care centers. The professional filled out the checklists by conducting local observations and engaging in conversations with laboratory managers and staff, focusing on containment, procedural protocols, use of PPE, emergency preparedness and biosafety training. The 45 items of the checklist were categorized into four primary sections:

- A. Laboratory facilities and Containment Measures (Engineering Controls), 18 items
- B. Laboratory practices and procedures, and Training (Administrative Controls), 11 items
- C. Personal Protective Equipment (PPE), 7 items
- D. Emergency Preparedness, 9 items

Second research component: comparing the Findings of the Biosafety Professional (Checklists) with the H&S Anonymous Risk Survey (Questionnaires) of the Laboratory Personnel

A dedicated biosafety health and safety anonymous questionnaire was distributed to 158 laboratory personnel in the biomedical labs where the biosafety professionals' checklist was carried out. The staff completed the questionnaire within their work lab environment. That custom questionnaire was also created by combining checklists from the BMBL 6th ed. (CDC, 2020) and the WHO Biorisk Programme Management monograph (WHO, 2020). It

included 15 primary questions, divided into 77 sub-questions and organized into two key sections:

The first six primary questions collected general data regarding the professions of the lab workers, the type of laboratory, and how the biological samples being managed. More specifically:

- a. The professional qualification of the lab staff was laboratory technologists (44.9%), laboratory assistants (29.1%), laboratory medical doctors (20.9%), biologists and biochemists (3.2%), and others (1.9%).
- b. Except one of the labs they did not had any ISO 9001 certification or ISO 15189 accreditation.
- c. The biological materials analyzed was whole blood/plasma/serum (88.6%), urine/feces (84.8%) and tissues samples (0.6%)
- d. The most common laboratory procedures were automated analyzers (72.1%), manual tests (48.1%), cultivations (28.5%) and a combination of them (29.1%).

The remaining nine questions were aimed at obtaining data about biosafety measures and laboratory procedures, focusing on the last three components of the hierarchy of controls, thus engineering controls (Table 5), administrative controls and biosafety training (Table 6), personal protective equipment (Table 7), as well as emergencies (Table 8). All questions required a Yes or No response to the indicated items.

Results

1. Evaluation of the Biosafety Expert (Summary of Checklist Findings)

Descriptive Statistics

Table 1. Laboratory Facilities and Containment Measures (Engineering Controls)

A. Engineering Controls		Count	Count %
A.1 Entry to the laboratory is restricted only to authorized personnel	YES	11	31.4%
	NO	24	68.6%
A.2 The entry door of the laboratory features signs and information regarding the Biosafety Level	YES	1	2.9%
	NO	34	97.1%
A.3 The entry door of the laboratory is equipped with a self-operating closing mechanism	YES	8	22.9%
	NO	27	77.1%
A.4 There are designated lockers and storage areas for the belongings of the lab staff	YES	18	51.4%
	NO	17	48.6%
A.5 The management and secretariat areas are distinctly separated from the laboratory analysis spaces	YES	16	45.7%
	NO	19	54.3%
A.6 Blood collection occurs in a designated and separate area, which is adequately sized	YES	29	82.9%
	NO	6	17.1%
A.7 The laboratory's doors and windows can be securely closed during analyses	YES	34	97.1%
	NO	1	2.9%

A.8 Laboratory surfaces, benches and floors are intact, constructed from rugged materials, and easy to clean and disinfect	YES	33	94.3%
	NO	2	5.7%
A.9 Laboratory seats have stable base, are made from non-fabric materials, and can be easily disinfected	YES	26	74.3%
	NO	9	25.7%
A.10 Regular checks of the air conditioning system (HVAC) are conducted and documented	YES	32	91.4%
	NO	3	8.6%
A.11 There is at least one certified biological safety cabinet (BSC) present	YES	0	0%
	NO	35	100.0%
A.12 A safety centrifuge is available, equipped with separate covers for each rotor	YES	4	11.4%
	NO	31	88.6%
A.13 An autoclave for sterilization is located within the laboratory area	YES	3	8.6%
	NO	32	91.4%
A.14 Washbasins are conveniently situated at the exit of the laboratory	YES	31	88.6%
	NO	4	11.4%
A.15 The washbasins can be operated hands-free, utilizing automatic functionality	YES	2	5.7%
	NO	33	94.3%
A.16 Biological agents are stored securely and in appropriate locations	YES	33	94.3%
	NO	2	5.7%
A.17 Reagents are kept in appropriate locations and in a safe manner	YES	32	91.4%
	NO	3	8.6%
A.18 The laboratory provides sufficient light and space to conduct the analytical procedures, including maintenance and disinfection	YES	31	88.6%
	NO	4	11.4%

One of the prominent issues identified was the insufficient controlled access in the laboratories across most health centers (31.4%), the absence of proper labeling and information regarding the biosafety level (2.9%), and the limited presence of self-closing mechanisms on the entrance doors (22.9%). These results represent a significant deficiency, as unauthorized entry into lab spaces could result in infections and jeopardize the functionality of lab equipment, presenting considerable risks to both visitors and staff. Also the lack of safety centrifuges with individual caps for each rotor (11.4%), the absence of Biological Safety Cabinets (0%), the limited number of autoclaves inside the laboratory (8.6%) and the segregation of administrative areas from analysis areas in only a portion of the laboratories (45.7%) had raised alarms regarding emergency preparedness and the prevention of cross-contamination, which is especially important in healthcare environments where biological materials and potential hazards are present.

On a positive side, some laboratories (51.4%) had dedicated areas for changing and storing the belongings of the lab staff, and blood collection was performed in a separate and appropriately sized areas (82.9%). These designated spaces assist in reducing the risk of cross-contamination between lab personnel and management areas, thereby improving biosafety in the laboratories and ensuring the protection of outpatients and lab staff. In nearly

all laboratories (97.1%), doors and windows were kept securely closed during procedures, which is a critical requirement for tight containment. The fact that 94.3% of laboratories featured durable and easy-to-clean surfaces for countertops and equipment was a promising indication of effective disinfection, ensuring a clean work environment.

Additional encouraging observations included:

- Lab seats had a stable base and could be easily disinfected (74.3%).
- Routine checks of air conditioning systems were performed consistently and were documented (91.4%).
- Washbasins were positioned near the laboratory exits (88.6%), although only a very small amount were equipped with a hands-free operation.
- Biological agents (94.3%) and reagents (91.4%) were stored safely and in appropriate locations.
- The level of light in lux per square meter and available spaces were adequate for conducting safe analytical tasks in the laboratory, as well as for maintenance and disinfection (88.6%).

Table 2. Laboratory practices and procedures (Administrative Controls)

B. Administrative Controls			
		Count	Count %
B.1 Risk assessments are conducted for all laboratory activities	YES	0	0%
	NO	35	100%
B.2 A biosafety manual is in place	YES	0	0%
	NO	35	100%
B.3 A designated biosafety officer is appointed	YES	0	0%
	NO	35	100%
B.4 The laboratory holds certification or accreditation	YES	2	5.7%
	NO	33	94.3%
B.5 The laboratory has documented standard operating procedures (SOPs) for all activities, aimed at minimizing or eliminating risks, particularly those associated with splashes, droplets, aerosols, or spills	YES	3	8.6%
	NO	32	91.4%
B.6 Consumption of food, smoking, and cosmetic application are prohibited in the work area	YES	30	85.7%
	NO	5	14.3%
B.7 Laboratory work surfaces and benches are disinfected following any potential spill of biological samples and at the end of every workday, in line with proper protocols and procedures	YES	32	91.4%
	NO	3	8.6%
B.8 Hands are sanitized after any interaction with biological samples and prior to exiting the laboratory	YES	33	94.3%
	NO	2	5.7%
B.9 All personnel receive initial and ongoing training and is informed about the potential workplace hazards and the safe laboratory practices	YES	1	2.9%
	NO	34	97.1%
B.10 Housekeeping and ancillary staff undergo suitable training	YES	7	20.0%
	NO	28	80.0%
B.11 Waste management is conducted in compliance with the Greek laws (4042/2012 and KYA 146163/2012)	YES	34	97.1%
	NO	1	2.9%

The complete lack of a risk assessment for the laboratory procedures (0%) represented a fundamental flaw in biosafety regime. Risk assessment is the core bone of any biorisk management system, as it aids in identifying, evaluating, and mitigating possible hazards. In the absence of this critical step, laboratories may not be able to understand the existing risks, potentially endangering both outpatients and healthcare staff. Furthermore, the total absence of a biosafety manual (0%) and designated biosafety officers (0%) highlighted a gap in the biosafety protocols within the laboratories. The lack of a biosafety manual reveals a shortfall in the documentation of the safety protocols, which complicates the ability of the staff to reliably adhere to established biosafety practices. It is vital to develop and implement a biosafety manual tailored to the specific requirements of each laboratory to ensure evidence-based safety protocols. Additionally, the lack of assigned biosafety officers in the laboratories represents one more significant gap, as they are crucial for overseeing biosafety measures, offering guidance, and ensuring adherence to safety regulations. Only 5.7% of the laboratories held a certification or accreditation, indicating a deficiency in formal recognition in compliance with particular standards, as quality and safety are interdependent. Certification or accreditation status could provide an endorsement of quality and safety practices and should be utilized to strengthen biosafety validation. A very limited number of laboratories (8.6%) had documented standard operating procedures (SOPs) to mitigate risks related to laboratory operations. SOPs are crucial for offering detailed instructions on safety protocols, especially for tasks that could involve splashes, droplets, aerosols, or spills. The lack of SOPs points to a shortfall in established safety practices, and creating these procedures for specific laboratory tasks should take precedence. **Also, a limited percentage of laboratories (2.9%) offered their employees initial and ongoing training regarding possible risks and safe lab practices.** This deficiency in staff education does not align with best practices, which stress the importance of having informed staff who can effectively manage risks. Appropriate training is vital for ensuring that lab workers understand and adhere to safety protocols when handling biological materials, highlighting a missed opportunity to improve safety measures. Additionally, the lack of training for support staff (20.0%) was another concerning factor. It is critical that all personnel, including support staff, receive training in biosafety protocols to ensure broad safety and demonstrate a comprehensive strategy to biosafety, which encompasses more than just the lab staff. On a positive note, findings included:

The ban of activities like eat, drink, smoke, or applying cosmetics in the laboratories (85.7%) which was a favorable observation, because these actions can introduce pathogens and present risks to the staff. The effective disinfection of most lab benches and work surfaces (91.4%) illustrated a

dedication to sustaining a healthy lab space and avoiding cross-contamination. Furthermore, hand hygiene habits were effectively implemented and enforced in the laboratories (94.3%), highlighting the importance of washing hands after any interaction with biological materials and prior to exit the laboratory. In addition, all laboratories (97.1%) adhered to Greek regulations regarding waste management. Adequate management of the wastes is critical to avoid the dissemination of biological hazards and ensure a high level of conformity and responsible commitment to safe practices.

Table 3. Personal Protective Equipment (PPE)

C. Personal Protective Equipment			
		Count	Count %
C.1 PPE are sufficient and are used	YES	33	94.3%
	NO	2	5.7%
C.2 The type of PPE used corresponds to the risk assessment	YES	2	5.7%
	NO	33	94.3%
C.3 Established procedures exist for the use, don and doff of PPE inside the laboratory	YES	4	11.4%
	NO	31	88.6%
C.4 Laboratory coats are buttoned and designated for use solely in the laboratory	YES	6	17.1%
	NO	29	82.9%
C.5 There are policies and accessories (e.g., hangers) to put-on the lab coats upon entering and for removing them before exiting for any reason	YES	5	14.3%
	NO	30	85.7%
C.6 A policy is in place regarding when to replace laboratory coats with clean ones	YES	3	8.6%
	NO	32	91.4%
C.7 Lab coats are disinfected and washed at home, and not in designated areas of the health center, or through nd external washing service	YES	30	85.7%
	NO	5	14.3%

Only a small percentage of laboratories (5.7%) demonstrated an alignment between the category of PPE and the outcomes of the risk assessment, and there were minimal policies in place regarding the replacement of lab coats with clean ones (8.6%). This suggests that very few laboratories considered the correlated risks between their procedures and choosing the appropriate PPE. To ensure maximum safety, it's crucial to align the selection of PPE with the estimated risks, thereby guaranteeing that lab personnel are fully covered during all their tasks. Concerning the protocols for the use, don and doff of PPE in the laboratory, only a small fraction of laboratories (11.4%) had established procedures. Clearly defined protocols are vital for ensuring that PPE worn, utilized, and disposed of correctly, and the lack of such procedures in almost all laboratories indicated a potential shortfall in consistent and standardized PPE practices. Furthermore, only a small fraction of laboratories (17.1%) ensured that lab coats were buttoned and exclusively worn in the laboratory area, and there was a noticeable absence of procedures and accessories (e.g., suitably placed hangers) to guarantee that the

lab coats remained within the laboratory (14.3%). Also the decontamination and laundering of lab clothing predominantly occurred at home instead of dedicated areas of the health centers or through an external laundry service (85.7%). Such practices are inconsistent with biosafety standards and indicate a lack of awareness, heightened the likelihood of cross-contamination beyond the laboratory and the health center environment, which are critical for effective infection control.

The sole positive finding reflecting a strong dedication to safety was that nearly all laboratories (94.3%) possessed an adequate supply of personal protective equipment (PPE).

Table 4. Emergency Preparedness

D. Emergencies		Count	Count %
D.1 There is a plan to address accidents and emergency situations	YES	18	51.4%
	NO	17	48.6%
D.2 An emergency power system is available for lighting and laboratory equipment	YES	20	57.1%
	NO	15	42.9%
D.3 There is a fire protection system in place along with emergency escape signs	YES	24	68.6%
	NO	11	31.4%
D.4 An eyewash station is provided for use in case of an accident	YES	0	0%
	NO	35	100%
D.5 First aid kit is available	YES	3	8.6%
	NO	32	91.4%
D.6 Noticeable electrical hazards present in the laboratory	YES	6	17.1%
	NO	29	82.9%
D.7 Emergency contact numbers are displayed in the lab areas	YES	1	2.9%
	NO	34	97.1%
D.8 An occupational doctor is available, and routine health checks for employees are conducted	YES	1	2.9%
	NO	34	97.1%
D.9 Accident and incident reporting: There is a system in place for documenting and managing workplace accidents related to vulnerability to biological materials	YES	3	8.6%
	NO	32	91.4%

The complete lack of eyewash stations (0%) and the minimal availability of first aid kits (8.6%) raised alarms about the capability to effectively handle accidents and injuries. Emergency eye wash stations are crucial for providing care in instances of eye exposure to biological agents, and their absence indicates a major deficiency in emergency readiness. First aid kits play a critical role in delivering prompt medical assistance for minor injuries. Only a small fraction of laboratories (2.9%) had emergency contact numbers displayed on-site, which is essential for quick action during urgent situations. There was no specific incident and accident reporting system (8.6%) in place for incidents involving exposure to biological materials, although a system like that is important for recording accidents and incidents in the laboratories. Additionally, only about half of the laboratories (51.4%)

had an emergency response plan in place. In a healthcare environment, being ready for different emergency situations is essential and without an established plan, laboratories might not be able to handle critical incidents efficiently, which could endanger staff, outpatients, and the general public. Only 2.9% of laboratories had agreements with occupational physicians and conducted preventive health assessments for their employees, indicating a need for improvement in the health and safety of the lab staff.

On a positive note, nearly 57.1% of laboratories utilized emergency power systems for illumination and their equipment. This level of preparedness is crucial during instances of power cuts, or other electrical issues, as maintaining a consistent power supply is vital for the ongoing operations of healthcare facilities, particularly in emergency situations. Furthermore, a significant number of laboratories (68.6%) had implemented a fire safety and evacuation system, reflecting their readiness for fire-related risks. Additionally, most laboratories (82.9%) had no evident electrical hazards, suggesting compliance with electrical safety regulations.

B. Comparative analysis of biosafety professionals' assessment (Checklists) and lab staff's viewpoints (Questionnaires). Highlighting important conclusions from both sources and pointing out noteworthy variations or similarities.

When comparing the results from the checklists and questionnaires for laboratories, it is essential to recognize that in general, questionnaires generate more comprehensive qualitative data, whereas checklists, which emphasize binary yes or no answers, deliver a more organized evaluation. The tables 5-8 present the affirmative (Yes) responses from both the questionnaires and checklists for all the questions analyzed. The column labeled "EU and Greek Legislation" contains the numbering of the articles from European and Greek legislation that pertain to each question. Statistical analysis of the differences in affirmative answers between questionnaires and checklists was conducted using the McNemar test. The McNemar test is comparable to the Chi-square test, but is more appropriate for this type of data. It is utilized for 2x2 contingency tables, like the data where Yes/No responses were compared based on each shared question from questionnaires and checklists. A P-value from the McNemar test that falls below 0.05 indicates that the affirmative ("Yes") responses from questionnaires and checklists in Tables 5-8 statistically differ significantly for that specific question.

Table 5. Comparing the Laboratory Facilities and Containment Measures (Engineering Controls). The p-value has been determined using the McNemar test and shows if there is a statistically significant difference in **Yes/No** answers between questionnaires and checklists

A. Engineering Controls					
Questionnaire Questions	Questionnaire Count % YES	Checklist Count % YES	P-value of McNemar test	Checklist Question	Reference to EU/Greek Legislation
7.1 Access is restricted	36.7%	31.4%	$p>0.05$	A1	ANNEX V, A8
7.2 Biosafety sign is displayed at the entrance	1.3%	2.9%	ND	A2	ARTICLE 6.2
7.3 A self-operating closing mechanism at the entry door is in place	19.6%	22.9%	$p>0.05$	A3	
7.4 The laboratory doors and windows can be securely closed	8.2%	97.1%	$p<0.05$	A7	
7.5 Laboratory management is distinct from the analytical procedures	24.7%	45.7%	$p<0.05$	A5	
7.6 There are designated rest areas for the lab staff	36.7%	51.4%	$p>0.05$	A4	ARTICLE 8.1
7.7.1 Routine checks and documentation of air conditioning operations are conducted	40.5%	91.4%	$p<0.05$	A10	
7.8 Special insulation and robust materials for the floors, walls, and ceiling	10.8%	94.3%	$p<0.05$	A8	ANNEX V, A7
7.9 Lab benches are made from HPL or other form of rugged materials	29.1%	94.3%	$p<0.05$	A8	ANNEX V, A7
7.10 Surfaces and floors in the laboratory could be easily cleaned and disinfect	75.9%	94.3%	$p>0.05$	A8	ANNEX V, A6 / A10
7.11 An autoclave is available inside the laboratory	5.7%	8.6%	$p>0.05$	A13	
7.12 There are biological safety cabinets (BSC)	1.3%	0%	ND	A11	ANNEX V, A3
7.13 Washbasins are situated near the laboratory exit	17.1%	88.6%	$p<0.05$	A14	
7.14 Washbasins have hands-free operation	1.3%	5.7%	$p>0.05$	A15	
7.15 Emergency eyewash station and shower systems are provided	1.9%	0%	ND	D4	ARTICLE 8.1

ND: not determined

Where the p-value is <0.05 , the variances in risk perception between lab staff and the biosafety professional, may arise from the level of education, work experience, attitude toward risks and expertise, as discussed in the “Comparison of the Checklist and Questionnaire Results”.

In the Laboratory Facilities and Containment Measures, the findings from both questionnaires and checklists indicated that the majority of laboratories exhibited the following weaknesses in several areas of the hierarchy of control:

- Access control: Restricted access to the laboratory, a biosafety sign on the entrance door, and automatic closing of the entrance door
- Availability of autoclaves in the facility and biological safety cabinets in the lab
- Hand wash facilities that can be operated without using, and eyewash as well as emergency shower facilities

- The management area is distinct from lab procedures and different sanitary and rest areas are designated for lab staff

On the positive side, surfaces and flooring in most of the laboratories were easy to clean and disinfect.

From the table it may be clear that for some questions there is a large difference between the opinion of the expert compared to the lab staff. In many of these cases the expert is more positive then the lab staff.

Table 6. Comparing the Administrative controls, laboratory practices and procedures
The p-value has been determined using the McNemar test and shows if there is a statistically significant difference in **Yes/No** answers between questionnaires and checklists

B. Administrative Controls					
Questionnaire Questions	Questionnaire Count %	Checklist Count %	P-value of McNemar test	Checklist Question	Reference to EU/Greek Legislation
8.3 Biological samples are collected in a designated area, separate from the laboratory administration	62.0%	82.9%	$p>0.05$	A6	
8.6 Workspaces and benches are regularly disinfected	76.6%	91.4%	$p>0.05$	B7	ANNEX V, A10
8.7.1 It is prohibited to smoke, eat, or drink in the laboratory	62.7%	85.7%	$p<0.05$	B6	ARTICLE 8.1
8.7.3 Hands are sanitized after handling biological samples and prior to exit the laboratory	62.7%	94.3%	$p<0.05$	B8	
9.2 Risk assessments are conducted for all laboratory activities	25.9%	0%	ND	B1	ARTICLE 3.1
9.3 There is a biosafety manual	11.4%	0%	ND	B2	
9.4 The laboratory has documented standard operating procedures (SOPs) for all activities.	10.1%	8.6%	$p>0.05$	B5	ARTICLE 8.1
9.5 There is a designated biosafety officer	1.9%	0%	ND	B3	
9.8 Samples are centrifuged using a safety centrifuge (equipped with separate rotor cover)	25.3%	11.4%	$p<0.05$	A12	
9.12 Waste management is conducted in compliance with Greek laws (4042/2012 and KYA 146163/2012)	72.2%	97.1%	$p<0.05$	B11	ARTICLE 6.2
13 Ongoing biosafety training programs, both theoretical and practical, offered to all personnel	15.8%	2.9%	$p<0.05$	B9	ARTICLE 9

ND: not determined

Where the *P-value* is <0.05 , the variances in risk perception between lab staff and the biosafety professional, may arise from the level of education, work experience, attitude toward risks and expertise, as discussed in the “Comparison of the Checklist and Questionnaire Results”.

There was insufficient adherence to the suggested biosafety protocols associated with a laboratory biorisk management system. Both questionnaires and checklists showed a notable portion of laboratories facing the following

challenges: infrequent completion of written risk assessments, absence of biosafety manuals, limited written standard operating procedures (SOPs) for various processes, uncommon use of safety centrifuges equipped with separate rotor covers, very few designated biosafety officers, and a scarcity of biosafety training initiatives.

On a positive side, it is noteworthy to say that both the questionnaires and checklists revealed that waste management procedures adhered to the current Greek regulations. Samples were collected in a designated section of the laboratory, lab surfaces and benches were routinely disinfected, handwashing was conducted after handling biological materials and prior to exiting the laboratory, and smoking, eating, or drinking within the laboratory were strictly prohibited.

Table 7. Comparing Personal Protective Equipment (PPE)

The *p*-value has been determined using the McNemar test and shows if there is a statistically significant difference in **Yes/No** answers between questionnaires and checklists

C. Personal Protective Equipment (PPE)					
Questionnaire Questions	Questionnaire Count %	Checklist Count %	P-value of McNemar test	Checklist Question	Reference to EU/Greek Legislation
10.1 There is an adequate supply of personal protective equipment (PPE)	62.7%	94.3%	$p>0.05$	C1	ARTICLE 8.1
10.2 The employee supervisor is responsible for the PPE selection	30.4%	5.7%	$p<0.05$	C2	
10.5 Lab coats must be buttoned, have long sleeves, and only within the laboratory	77.2%	17.1%	$p<0.05$	C4	
10.6 A policy exists regarding when lab coats should be replaced	12.0%	8.6%	$p>0.05$	C6	
10.8 Written procedures are in place for application and removal of PPE	11.4%	11.4%	$p>0.05$	C3	
10.10 An occupational doctor is available, and routine health checks are conducted	3.2%	2.9%	$p>0.05$	D8	ARTICLE 14

Where the *p*-value is <0.05 , the variances in risk perception between lab staff and the biosafety professional, may arise from the level of education, work experience, attitude toward risks and expertise, as discussed in the “Comparison of the Checklist and Questionnaire Results”.

There were shortcomings in the selection and use of personal protective equipment, including: the choice of PPE was not conducted by management or the employees' supervisor, nor was it informed by a risk assessment, there was a lack of a specific policy regarding when to change lab coats, written procedures for the application and removal of PPE were absent and there was no occupational doctor designated for the questionnaires and checklists, respectively.

On the positive side, there was an adequate supply of PPE available for questionnaires and checklists, respectively.

Table 8. Comparing Emergencies

The p-value has been determined using the McNemar test and shows if there is a statistically significant difference in **Yes/No** answers between questionnaires and checklists

D. Emergencies					
Questionnaire Questions	Questionnaire Count %	Checklist Count %	P value of McNemar test	Checklist Question	Reference to EU/Greek Legislation
11.2 A strategy has been established to manage incidents and emergencies	19.0%	51.4%	$p<0.05$	D1	ARTICLE 6.2
11.3 There is a system in place for reporting occupational accidents in the laboratory	9.5%	8.6%	$p>0.05$	D9	ARTICLE 10
11.5 A first aid kit is available	25.9%	8.6%	$p<0.05$	D5	
11.6 Emergency contact numbers are displayed within the laboratory area	15.8%	2.9%	$p>0.05$	D7	

Where the p-value is <0.05 , the variances in risk perception between lab staff and the biosafety professional may arise from the level of education, work experience, attitude toward risks and expertise, as discussed in the “Comparison of the Checklist and Questionnaire Results”.

In terms of emergency preparedness, both the questionnaire and checklist noted shortcomings in emergency protocols and readiness, particularly highlighting the absence of a plan for handling emergencies, limited accident reporting, insufficient availability of first aid kits, and the lack of emergency contact numbers displayed in lab areas.

Discussion

The information from the checklists and the comparison with the questionnaires revealed both strengths and weaknesses, which require urgent improvements. It is vital for all laboratories to address these gaps and enhance biosafety practices and boost biosafety, in order to protect both personnel and the environment. More specifically:

Engineering Controls: The laboratory surfaces, floors and benches were durable and easy to clean and disinfect. The configuration, separation, and lighting of laboratory spaces were adequate and the storage of biological agents and reagents was safe. However, deficiencies were noted in access restrictions, proper labeling and display of the biosafety level at the entry door, and the procurement of essential safety equipment, such as biosafety cabinets, autoclaves and safety centrifuges.

Administrative Controls: The laboratories showed strengths in certain aspects of administrative controls, such as maintaining good

microbiological practices (no consumption of food, smoking, and cosmetic application), hand hygiene, disinfection of lab surfaces, and waste management. Nevertheless, substantial shortcomings were identified in having written working protocols (SOPs) for all performed lab procedures and a proper risk assessment of these procedures, the lack of a biosafety manual and designated biosafety officers, and providing ongoing training programs to lab staff and cleaners.

Personal Protective Equipment: While most laboratories showed a strong commitment to provide sufficient PPE, there are still several opportunities for improvement. These include the necessity for standardized procedures regarding PPE usage inside and outside the laboratory, in alignment with the risk assessments, and establishing policies for the use, donning, doffing, and disinfecting of lab coats. No SOPs were in place for this in most laboratories.

Emergencies: Laboratories exhibited preparedness in a few areas, such as backup energy sources, fire protection systems, and minimal obvious electrical hazards were observed. Nonetheless, significant gaps were also found in other areas, such as in the absence of emergency plans, eyewash stations, first aid kits, clearly observable emergency numbers, occupational health services and a system for recording incidents and accidents.

Comparison of the Checklist and Questionnaire Results

In both the questionnaires completed by laboratory staff as well as in the checklist completed by a biosafety expert non-compliance was detected in the application of the Greek law. The following subjects of the Presidential Decree 102/2020 were seldom put into practice: encompass restricted access (ANNEX V, A8 – Table 5, 7.1), biosafety sign at the lab entrances (ARTICLE 6.2 - Table 5, 7.2), separate sanitary and rest areas for lab personnel (ARTICLE 8.1 - Table 5, 7.6), biological safety cabinets (ANNEX V, A3 – Table 5, 7.12), emergency eyewash stations and shower systems (ARTICLE 8.1 - Table 5, 7.15), risk assessments for all laboratory activities (ARTICLE 3.1 - Table 6, 9.2), standard operating procedures (SOPs) for all tasks (ARTICLE 8.1 - Table 6, 9.4), training programs for all employees regarding biosafety (ARTICLE 9 - Table 6, 13), occupational health services (ARTICLE 14, Table 7, 10.10), plans to address emergency situations (ARTICLE 6.2, Table 8, 11.2) and a system for reporting accidents (ARTICLE 10, Table 8, 11.3).

The presented results are consistent with findings from other studies, confirmed the significance of integrating staff feedback and expert assessment to enhance the effectiveness of risk management within the lab settings (Tziaferi et al., 2011). These elements ought to be considered in researches that involve lab personnel in the risk assessment operations. Nevertheless, the

insights and feedback from lab personnel indicated challenges in evaluating risks, as an alignment between questionnaire results and checklist outcomes for laboratories is not always present.

The variance in risk perception between lab staff and experts, particularly the biosafety professional, is a recognized issue when employing questionnaires as an auditing tool. Differences may arise from factors such as education and training, work experience, attitude toward risks, and the expertise of lab workers compared to the biosafety professional. Lab staff find it more difficult to identify deviations or the lack of standard operating procedures and layout. The reason for this is that they work in an audited environment on a daily basis and become blind to the deviations. Conversely, the biosafety professional, who inspects the facility only once a year, is more likely to detect any deviations from established protocols or procedures. Based on this, **it is advantageous to conduct not only internal audits by lab workers themselves but also external audits by a biosafety professional on a regular basis, every 1 to 2 years. The observed discrepancies in risk estimation between the subjective responses from staff questionnaires and biosafety professional assessments highlight the essential need for biosafety training to enhance employees' understanding of risk and provide recommendations to improve safety.**

Recommendations

According to the results of the present study, strategies can be developed to strengthen biosafety measures to foster a robust biosafety culture among lab workers and the management in Greece. It will motivate employers to allocate sufficient assets to improve biosafety. Sufficient training of all employees is a crucial item in this. The following recommendations could diminish the risks of exposure to unsafe biological samples and improve the biomedical laboratories in the health centers of the primary health care, at the internationally accepted BSL-2 Level:

First effectively enforce a standardized and viable **laboratory biorisk management system (ISO 35001:2019)** should be established and enforced in Greek medical laboratories. This system should rely on management's strategic commitment, resources, and a mindset focused on continuous improvement. This will lead to the initiation of the performance of risk assessments of all procedures in the lab, which must be an integral part of SOPs of the lab processes. To comply with an international standard document, the risk assessments should be performed using the 5-step approach outlined in the WHO Laboratory Biosafety Manual, 4th ed. (WHO 2020). Only in situations that can't be evaluated using the WHO method, a validated custom methodology can be used. When these steps are completed, a strategy

for the **certification or accreditation of the biomedical laboratories (ISO 15189:2022; ISO 15190:2020)** of these labs, ensuring that biosafety becomes an integral part of the medical labs accreditation.

To maintain the above-described measures, **a biorisk management advisor in each health region**, authorized by the administration to manage the biosafety and biosecurity initiatives of the laboratories in the health centers. This Biorisk management advisor can audit the labs on a regular basis and maintain and improve the Biorisk management system of the medical laboratories and assess the status of the points of improvement from the lab visits of the competent bodies for lab accreditation.

Having a Biorisk management system and the commitment of the management for enforcing this, a continuous training and education program to ensure proper execution and improvement. Also here a Biorisk management advisor will be a key factor in the organization of these trainings together with management.

A very important factor in improving a biosafety management system is starting and/or maintaining **collaboration and partnerships with other biomedical labs in and outside Greece, national and international organizations working in the area of biosafety, biosafety associations, and Biorisk management advisors.**

Conclusion

Although the results were sometimes encouraging, considerable efforts must still be made to achieve effective biosafety standards in the medical laboratories in Greece. The findings show that only a very limited number of laboratories had a functional biorisk management system, although there was a noticeable deficiency in the biosafety culture within these organizations. The administration and management were not entirely aware of their obligations regarding risk assessments and providing both initial and ongoing training for lab staff. Consequently of this is **that in many biomedical laboratories evaluated, there were challenges with adhering to national Greek regulations and laws, and therefore they did not fully align with the internationally recognized BSL-2 standards set by organizations such as the WHO, CDC, and ECDC.**

If the proposed strategies are put into action to enhance biosafety at the BSL-2 standards and to ensure full compliance with current laws and guidelines, a valuable asset for healthcare facilities will be established. The anticipated outcomes may considerably influence the biosafety awareness of laboratory personnel and Greek regulations, with the most advantageous outcome being the increased protection for lab workers, the local community, and the environment against potentially threatening biological agents and infections that could be acquired in the laboratory.

Implications

The results of this research suggest important actions for both lab personnel and employers:

1. A requirement for enhanced engineering and administrative controls in the laboratories, coupled with the financial and human resources needed to implement and monitor them effectively.
2. Essential is a greater emphasis on education and training regarding biosafety protocols.

Declaration for Human Participants

The research was carried out in line with the ethical principles set forth in the Declaration of Helsinki. Participants completed anonymous questionnaires, and their informed consent was secured concerning the aims of the study, their voluntary involvement, and the option to withdraw from the questionnaire later on. In the initial phase, the study protocol and questionnaire received approval from the Ethical Committee of the University of West Attica (UniWA) on 16th November 2020, with acceptance number 89760/06-11-2020. Before accessing the laboratories, written approval was granted by the scientific committee of the health region, and strict confidentiality of the facilities was maintained and guaranteed throughout the duration of the study and thereafter.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The project is financially supported by ELKE Uniwa (Special Account for Research Funds of the University of West Attica).

References:

1. Bathula, S. R. & Rakhimol, A. (2017). Global Trends in biorisk Management. *BioRisk*, 12, 1–23. <https://doi.org/10.3897/biorisk.12.12156>
2. Blacksell, S. D., Dhawan, S., Kusumoto, M., Lě, K., Summermatter, K., O’Keefe, J., Kozlovac, J. P., Almuhaire, S. S., Sendow, I., Scheel, C. M., Ahumibe, A., Masuku, Z. M., Bennett, A., Kojima, K., Harper, D. R., & Hamilton, K. (2023). Laboratory-acquired infections and pathogen escapes worldwide between 2000 and 2021: a scoping review. *The Lancet Microbe*. [https://doi.org/10.1016/s2666-5247\(23\)00319-1](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(23)00319-1)
3. Brown, C.S., Zwetyenga, J., Berdieva, M., Volkova T., Cojocar R., Costic, N., Ciobanu, S., Hasanova, S., van Beers, S., & Oskam, L.

- (2015). New policy-formulation methodology paves the way for sustainable laboratory systems in Europe. *Public Health Panor.* 2015; 1(1):41-7.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2020). U.S. Department of Health and Human Services. Public Health Service. National Institutes of Health. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 6th ed. Available at: https://www.cdc.gov/laboratories/pdf/SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf (Accessed: 23 March 2025)
 5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) & National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (2021). Hierarchy of Controls. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/learning/safetyculturehc/module-3/2.html> (Accessed: 23 March 2025)
 6. Directive 2000/54/EC (2000). Directive 2000/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on the protection of workers from risks related to exposure to biological agents at work (seventh individual directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC). Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0054&from=EN> (Accessed: 23 March 2025)
 7. Federal Select Agent Program (FSAP), Division of Regulatory Science and Compliance (DRSC) at the Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Inspection Checklists. Available at: <https://www.selectagents.gov/compliance/preparing.htm> (Accessed: 23 March 2025)
 8. Gribble, L.A., Tria, E.S., & Wallis, L. (2015). 'The AMP Model,' in Salerno, R.M. and Gaudioso, J. (ed.) *Laboratory Biorisk Management: Biosafety and Biosecurity*, Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, pp. 31-42.
 9. International Organization for Standardization (ISO) (2019). ISO 35001:2019. Biorisk management for laboratories and other related organizations. Available at: <https://www.iso.org/standard/71293.html> (Accessed: 23 March 2025)
 10. International Organization for Standardization (ISO), (2020). ISO 15190:2020. Medical laboratories – Requirements for safety. Available at: <https://www.iso.org/standard/72191.html> (Accessed: 23 March 2025)
 11. International Organization for Standardization (ISO), (2022). ISO 15189:2022. Medical laboratories – Requirements for quality and

- competence. Available at: <https://www.iso.org/standard/76677.html> (Accessed: 23 March 2025)
12. National Institutes of Health (NIH) (2024). NIH Guidelines for Research Involving Recombinant or Synthetic Nucleic Acid Molecules (NIH Guidelines). DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, National Institutes of Health. Available at: https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/NIH_Guidelines.pdf (Accessed: 23 March 2025)
 13. Presidential Decree 102/2020 (Government Gazette 244/A'/07.12.20 20) (2020). Available at: https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek_pdf=20200100244 and <https://www.gov.gr/sdg/work-and-retirement/health-and-safety-at-work/independent-authority-labour-inspectorate/obligations-of-companies> (Accessed: 23 March 2025)
 14. Tun, T. A. (2017). Biomedical Laboratory: its safety and risk management. Journal of Experimental & Biomedical Sciences/Biomedical Science Letters, 23(3), 155–160. <https://doi.org/10.15616/bsl.2017.23.3.155>
 15. Tziaferi, S., Sourtzi, P., Kalokairinou, A., Sgourou, E., Koumoulas, E., & Velonakis, E. (2011b). Risk assessment of physical hazards in Greek hospitals combining staff's perception, experts' evaluation and objective measurements. Safety and Health at Work, 2(3), 260–272. <https://doi.org/10.5491/shaw.2011.2.3.260>
 16. World Health Organization (WHO) (2004). Laboratory Biosafety Manual. 3rd ed. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9241546506> (Accessed: 23 March 2025)
 17. World Health Organization (WHO) (2020). Laboratory Biosafety Manual. 4th ed. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311> (Accessed: 23 March 2025)
 18. World Health Organization (WHO) (2020). Laboratory biosafety manual, 4th edition: Biosafety programme management. Annex 2 (Biosafety risk assessment template). Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011434> (Accessed: 23 March 2025)
 19. Wurtz, N., Papa, A., Hukić, M., Di, A., Leparç-Goffart, I., Leroy, E. M., Landini, M., Sekeyová, Z., Dumler, J. S., Bădescu, D., Busquets, N., Calistri, A., Parolin, C., Palù, G., Christova, I., Maurin, M., La Scola, B., & Raoult, D. (2016). Survey of laboratory-acquired infections around the world in biosafety level 3 and 4 laboratories. European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 35(8), 1247–1258. <https://doi.org/10.1007/s10096-016-2657-1>

Visual Attention Distribution According to Size, Color, and Spatial Location of Stimuli under Foveal and Peripheral Vision Conditions

Manana Khomeriki, PhD

Natela Lomashvili, Scientific Employee

I. Beritashvili Centre of Experimental Biomedicine, Tbilisi, Georgia

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p22](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p22)

Submitted: 03 April 2025

Accepted: 15 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Khomeriki M. & Lomashvili N. (2025). *Visual Attention Distribution According to Size, Color, and Spatial Location of Stimuli under Foveal and Peripheral Vision Conditions*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 22. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p22>

Abstract

Visual attention allows individuals to select the information most relevant to ongoing behavior. Attention mechanisms serve two critical roles. First, attention can be used to select behaviorally relevant information and/or to ignore irrelevant or distracting information. Second, attention can modulate or enhance the selected information according to the perceiver's state and goals. With attention, perceivers are more than passive receivers of information. They become active seekers and processors, able to interact intelligently with their environment. Among the characteristics of visual stimuli, size can refer to the spatial extent of an item. Searching for the largest item is particularly efficient. Regarding color, it has long been accepted as a pre-attentive feature.

The aim of our research was to determine the importance of three characteristics of a visual object – size, color, and location in the visual field in the process of attention distribution under central and peripheral vision conditions. The study consisted of two series: in the first, the subjects performed the given task without reading any text; in the second, they performed the task while reading a running text. The study involved 40 volunteers of both sexes, aged 20 to 40 (mean age $\pm$ 32), with normal or corrected vision (visus > 0.8). All participants were right-handers and left-

to-right readers. Gender distribution was balanced, and all participants were right-handed and left-to-right readers.

In the no-text experiment (without additional information), when foveal information is scarce, attention distribution based on the size of the stimuli is more refined, and such stimuli are detected faster than in the text experiment (with additional information), where foveal information plays a more significant role. In both the no-text and text experiments, yellow and red stimuli are detected faster than green and blue. We assume that when perceiving a scene, the eye begins moving from the upper left corner to the lower left area, then to the lower right, and finally to the upper right during the no-text series, when focal information is scarce. Apparently, regardless of stimulus parameters and the intensity of the information flow, stimuli located in the upper left corner of the scene are perceived faster. This may be due to the habitual left-to-right reading pattern, or one can also pay attention to the phenomenon of pseudoneglect, which is often left-sided.

Keywords: Attention, foveal vision, peripheral vision, size, color, location of stimuli

Introduction

General ideas about how a person perceives, senses, and understands the world have existed since ancient times. It is not surprising that visual perception has received special attention from the very beginning, as the visual system undoubtedly plays a leading role among the human sensory systems, both in terms of the volume of information processed and its biological significance.

When searching for necessary objects within scattered images in the visual field, attention distribution becomes crucial. It is often necessary to notice or distinguish the most important objects in the visual field within a very short time. If the objects being searched for differ in several characteristics simultaneously (e.g., color, size, shape) and also change the location within the visual scene, it becomes important to determine which of these characteristics our eyes prioritize, that is, which ones our visual system responds to faster. Many cognitive processes start with visual information processing via the retina. However, visual perception across the retina is not uniform – it is sharpest at its center, the fovea, and decreases with increasing eccentricity (Loschy et al., 2005; Rosenholtz, 2016). Typically, we are only aware of the most salient parts of a visual scene or the parts we are actively paying attention to. These are generally the areas that contain the most important information. What role does the salience of the observed visual stimuli play? Wolfe outlines the types of features that humans can detect ‘efficiently’ and that might be considered salient within an image: color,

orientation, curvature, texture, scale, Vernier offset, size, spatial frequency, motion, shape, onset/offset, pictorial depth cues, and stereoscopic depth (Wolfe,1998).

Visual attention allows individuals to select the information most relevant to ongoing behavior. As the data have shown, attention mechanisms serve two critical roles. First, attention can be used to select behaviorally relevant information and/or to ignore irrelevant or distracting information. Second, attention can modulate or enhance the selected information according to the perceiver's state and goals. With attention, perceivers are more than passive receivers of information. They become active seekers and processors of information, able to interact intelligently with their environment (Marvin, & Wolfe, 2000).

Among the characteristics of visual stimuli, size can refer to the spatial extent of an item. There is good evidence for the featural status of size in this sense. Searching for the largest item is particularly efficient (Bilsky, Wolfe & Friedman-Hill, 1994; Dehaene, 1989). Regarding the color, it has long been accepted as a pre-attentive feature (Bundesen & Pedersen, 1983; Carter,1982; Farmer & Taylor, 1980). When searching for different colors, some may appear more basic than others. For example, purple may be represented as red and blue in the pre-attentive guidance of attention (Moraglia, Maloney, Fekete & Al-Basi, 1989; Treisman, 1985).

The evidence suggests that focal attention can be directed to one or, perhaps, a few objects at a time. However, the number of potential targets for attention in a visual scene usually far exceeds that number. The informational load of the object receiving focal attention is of particular importance.

Moreover, the focus of attention may be influenced by the overall load of difficulty of a task. For attention to remain focused on a target, the overall perceptual load must be sufficiently high to prevent any remaining capacity from being diverted to non-target events. In the absence of a sufficiently high load, attention tends to spill over to non-target events (Kahneman & Chajczyk, 1983; Lavie, 1995; Lavie & Tsal, 1994).

The spatial distribution of attention follows a gradient, with attention effects decreasing as eccentricity from the focus increases (Downing & Pinker, 1985; Eriksen & Yeh, 1985; Hoffman & Nelson, 1981; LaBerge, 1983; Shaw & Shaw, 1977). The efficiency of a visual search can be assessed by measuring performance changes – typically reaction time (RT) or accuracy – as a function of changes in “set size,” or the number of items in the display.

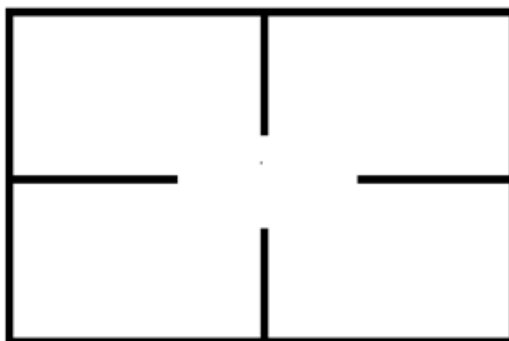
Observers react faster to objects that appear in the attended region than to those in unattended regions (Eriksen & Hoffman, 1972; Posner, 1980). They also respond faster to a stimulus of an expected size than to one of an unexpected size (Larsen & Bundesen, 1978).

A particularly significant finding is that stimuli presented to the left and upper areas of the fixation point were identified more accurately than those presented to the lower right (Klatt & Schrödter, 2024).

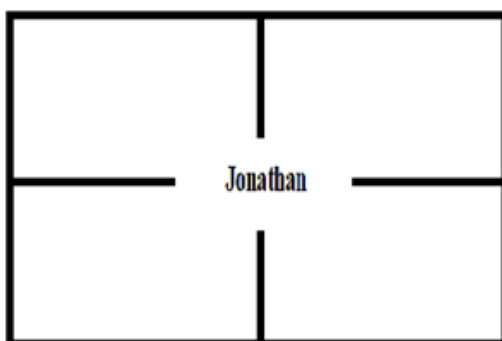
The spatial advantage of the upper-left visual quadrant aligns with the pseudoneglect phenomenon described by Bowers and Heilman (1980) and further explored by Marinelli et al. (2019), who linked it to reading direction. Research on attention distribution concerning the color of objects and their location in the visual field is rare. Therefore, we set a goal to study attention distribution to three characteristics of a visual object – size, color, and location – and the role that central vision and peripheral vision play in this process.

Methods and Design

The study involved 40 volunteers of both sexes, 20 women, 20 men, aged 20 to 40 (mean age ± 32), with normal or corrected vision (visus > 0.8). All participants were right-handers and left-to-right readers. The experiment recorded and analyzed the subjects' reaction times in response to three parameters of visual stimuli: size, color, and location of appearance on the monitor screen. The study consisted of two series: in the first **(A)**, the subjects performed the given task without reading any text; in the second **(B)**, they performed the task while reading a running text.



A.



B.

The subject was sitting in front of a computer (SyncMaster 997 MB) monitor screen at a distance of ~ 60 cm, in a darkened room (illumination: 0.5 lux). The screen was conventionally divided into 256 virtual squares (16×16), excluding the fixation area. According to the special program, stimuli (circles) of different sizes (2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8 mm in diameter) and colors appeared in these squares in random order – red (R-255, G-0, B-0), yellow (R-255, G-255, B-0), blue (R-0, G-0, B-255), and green (R-0, G-255, B-0). Each size and each of the four colors – 7×4 , a total of 28 combinations – were presented to each subject in random order, 10 times each.

The duration of each presentation of colored stimuli in the above sizes was 0.5 seconds, and the total duration of each series was 140 seconds. The task was as follows: a white oval spot (angular size – 1.42°) appeared in the center of the screen, representing the fixation area of vision. The subject was required to confirm noticing a colored stimulus by pressing any key on the keyboard when it appeared anywhere on the screen. The location of each stimulus was registered in the program protocol using **X** and **Y** coordinates. The program also recorded the reaction time (**RT**) – i.e., the time between the stimulus appearance and the key press. **RTs** for all three parameters were recorded separately for each subject. The average **RT** values for the presented stimuli were used to determine the speed of stimulus perception. In the first series of the experiment, the task was performed without any additional informational load – only a white oval spot appeared in the center. In the second series, a running text unfamiliar to the subjects (a fragment from the Georgian translation of Richard Bach's *Jonathan Livingston Seagull*) appeared on the white oval spot. The subject was required to read the text aloud while continuing to press any key when stimuli appeared in various areas of the screen. In both series, the program recorded the **RTs** for each subject by the size, color, and location of the stimuli. A 2-minute interval was provided between the no-text and text-containing series, during which the subject rested. Reaction times recorded during the experiment were statistically processed using a **t-test** according to the three parameters: stimulus size, color, and location of appearance on the screen.

The Results of the Experiments

The data of the research - RT in the without-text reading and with-text reading series of the experiment were as follows:

RT according to the sizes of stimuli:

The differences in stimulus detection times by size are reliable when comparing the conditions without text reading and with text reading. As expected, in the without-text reading series, subjects detected stimuli faster than in the with-text reading series ($P < 3.8876E-23$). In both the without-text-

reading and with-text-reading series, stimuli measuring 6–7–8 mm were detected faster than the others ($P < 0.0017$ in the without-text-reading series and $P < 0.003961$ in the with-text-reading series). (Fig. 1).

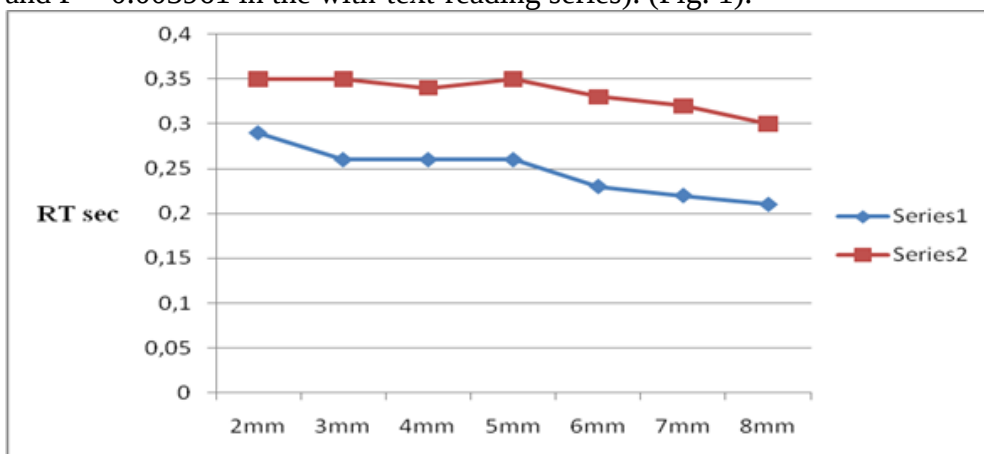
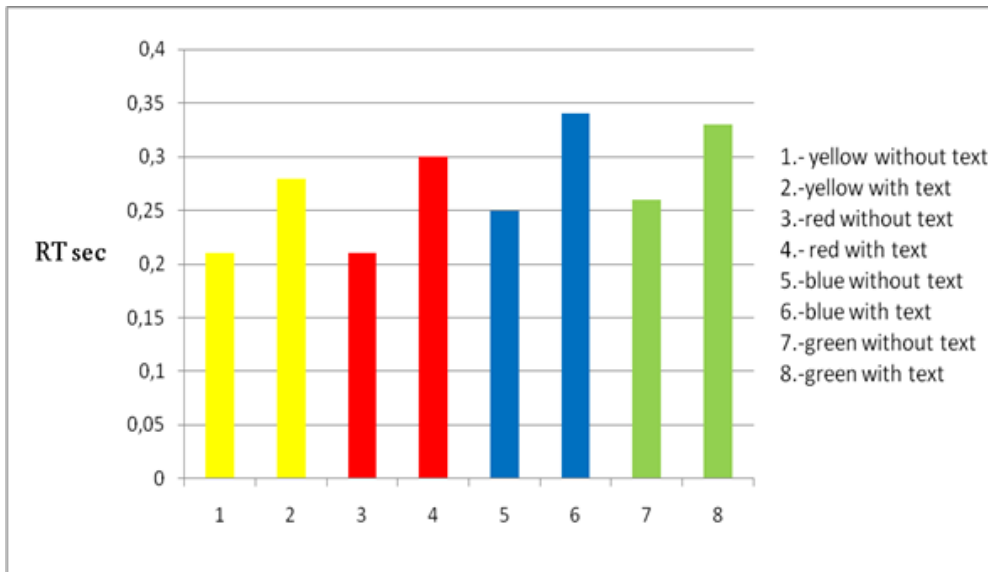


Fig. 1. Average reaction times depending on stimulus size:
Series 1 – without reading the text; Series 2 – with reading the text.

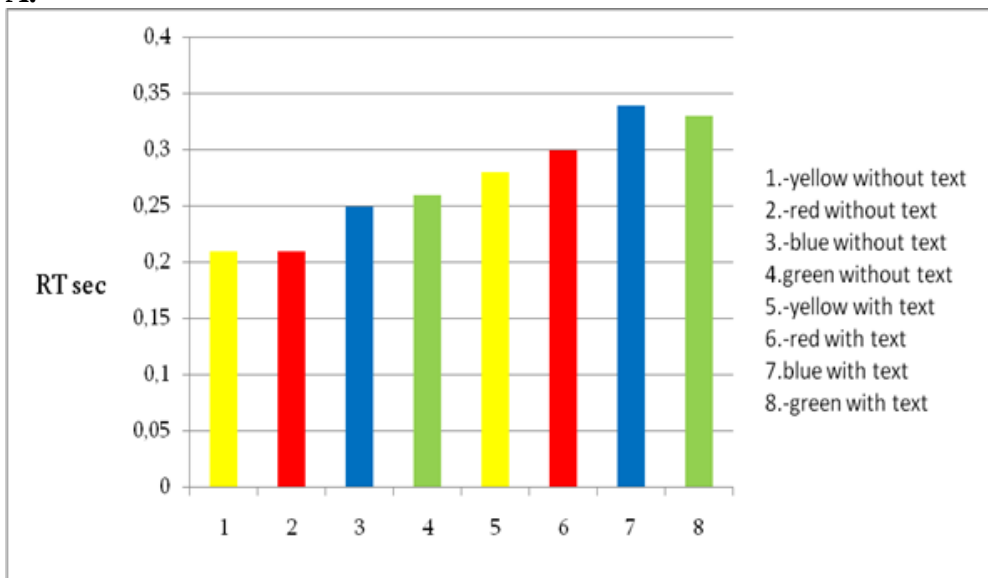
When comparing the results of the without text reading and with text reading series separately by color, we see that the average RT for stimuli differs more when blue ($P < 9.62937E-95$) and red ($P < 5.3498E-07$) stimuli appear than when yellow ($P < 0.00019$) and green ($P < 0.0015$) stimuli appear, although the differences are statistically significant in all cases. (Fig. 2 A).

RT according to the colors of stimuli:

In the without-text reading series, the average RTs for all given-size red and yellow stimuli (0.21 sec for both) were significantly shorter than the average RTs for all given-size blue (yellow vs. blue: $P < 0.0493$; red vs. blue: $P < 0.0282$) and green stimuli (yellow vs. green: $P < 0.026485$; red vs. green: $P < 0.01484$). The average RTs for all given-size blue and green stimuli were 0.25 and 0.26 sec, respectively. The differences between the average RTs for all given-size yellow-red ($P < 0.3824$) and blue-green ($P < 0.3594$) stimuli were not statistically significant. A similar pattern was observed in the with text reading series. Here, the mean RTs for all given-size red and yellow stimuli (0.32 sec for both) were significantly shorter than the mean RTs for all given-size blue and green stimuli (0.34 and 0.35 sec, respectively). There were also significant differences when comparing the mean RTs for the yellow-blue ($P < 0.0038$), red-blue ($P < 0.0292$), yellow-green ($P < 0.0068$), and red-green ($P < 0.0466$) stimuli. Again, the data were statistically insignificant when comparing the mean RTs for the yellow-red ($P < 0.1524$) and blue-green ($P < 0.4593$) stimuli. (Fig. 2 B).



A.



B.

Fig. 2: RT of the stimulus detection in the visual field during reading without text and text reading:

A. 1 - yellow without text, 2 – yellow with text ($p < 0,00203$); 3 - red without text, 4 – red with text ($p < 4,31694E-06$); 5 - blue without text, 6 - blue with text ($p < 0,00012$); 7 - green without text, 8 – green with text ($p < 0,0021$).

B. Comparative analysis: 1,2,3,4 – yellow, red, blue, green stimuli detection RT – without text reading; 5,6,7,8 – yellow, red, blue, green stimuli detection RT – with text reading.

Without text reading (yellow-red $p < 0,382459$; red-blue $p < 0,028226$; blue-green $p < 0,359423$; yellow-blue $p < 0,049369$; yellow-green $p < 0,026485$; red-green $p < 0,01484$).

With text reading (yellow-red $p < 0,152381$; red-blue $p < 0,02921$; blue-green $p < 0,459373$; yellow-blue $p < 0,003754$; yellow green $p < 0,006786$; red-green $p < 0,046553$).

RT according to the locations of stimuli in visual space:

It was found that, on a monitor screen divided into 256 squares, in the without text reading series, subjects perceived the stimuli appearing in the 21st (0.16 sec), 53rd (0.16 sec), 69th (0.15 sec), 97th (0.14 sec), 103rd (0.15 sec), 118th (0.15 sec), 77th (0.16 sec), 145th (0.16 sec), 178th (0.15 sec), 247th (0.15 sec), 139th (0.15 sec), and 220th (0.13 sec) squares the fastest. Of these, squares 21, 53, 69, 97, 103, and 118 are located in the upper-left quadrant of the screen, with an average RT of 0.22 seconds in this quadrant. Square 77 is located in the upper-right quadrant, with an average RT of 0.25 seconds. Squares 145, 178, and 247 are located in the lower-left quadrant, with an average RT of 0.24 seconds. Squares 139 and 220 are located in the lower-right quadrant, with an average RT of 0.25 seconds.

When comparing the average RT values for the stimuli appearing in the above-mentioned squares with those in the with text reading series, it is clear that stimulus perception in the without text reading series occurred faster than in the corresponding areas of the with text reading series: 21st (0.35 sec), 53rd (0.31 sec), 69th (0.38 sec), 97th (0.33 sec), 103rd (0.35 sec), 118th (0.34 sec), 77th (0.31 sec), 145th (0.27 sec), 178th (0.32 sec), 247th (0.26 sec), 139th (0.49 sec), and 220th (0.27 sec). In the with text reading series, the average RT values were nearly identical across all four quadrants: 0.30 sec (upper left), 0.30 sec (upper right), 0.31 sec (lower left), and 0.31 sec (lower right). (Fig. 3).

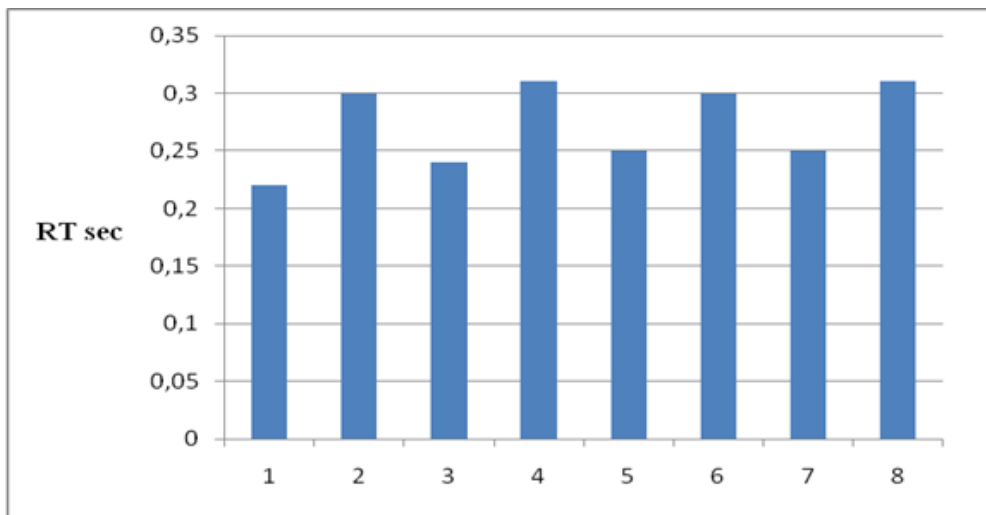


Fig. 3: The time of detection of stimuli in the different areas of the monitor's screen: 1.– left upper area (without text reading); 2. - left upper area (with text reading); 3. – right upper area (without text reading); 4. - right upper area (with text reading); 5.– left bottom area (without text reading); 6. - left bottom area (with text reading); 7 – right bottom area (without text reading); 8 - right bottom area (with text reading).

Discussion

The results show that in visual perception, the amount of information load in central, foveal vision plays a crucial role. When foveal information is minimal, peripheral vision detects stimuli located outside the central area faster than when the foveal load is significant.

When an unfamiliar running text was presented to the subject in the central fixation area, RT to stimuli appearing in the peripheral parts of the visual scene increased significantly ($P < 3.8876E-23$), compared to experiments where the only information source in the central visual field was an oval-shaped white spot.

In the without text reading experiment, the average reaction times for stimuli with diameters of 3, 4, and 5 mm were approximately the same (0.26 seconds) and significantly different from the reaction times for 2 mm stimuli (0.29 seconds) ($P < 0.001898$) and for 6, 7, and 8 mm stimuli ($P < 0.000468$).

The average reaction times for 6, 7, and 8 mm stimuli did not differ significantly from each other ($P < 0.108189$). The shortest reaction time (0.21 seconds) was observed for 8 mm stimuli, which was significantly different from the average reaction times for 3, 4, and 5 mm stimuli ($P < 0.006205$). Additionally, the enhanced detection of larger stimuli supports research by Bilsky et al. (1994), who emphasized the efficiency of size-based searches. Reaction times were less varied in the text reading series of the experiment. Here, two main groups emerged: 2, 3, 4, and 5 mm stimuli (with reaction times of 0.35, 0.35, 0.34, and 0.35 seconds, respectively), and 6, 7, and 8 mm stimuli

(with reaction times of 0.33, 0.32, and 0.30 seconds, respectively). This suggests that attention distribution is more subtle when foveal information is scarce, compared to when it carries more weight.

If we disregard the size of the stimuli and estimate RT only by color, subjects also took longer to detect stimuli in the with-text reading series compared to the without-text reading series. In both cases, red and yellow stimuli were noticed significantly faster than blue and green ones. Again, the presence of foveal information influenced the speed of peripheral perception.

Regarding the location of stimuli on the monitor screen, a comparison of RTs in the without-text-reading series reveals a noticeable difference: responses to stimuli in the upper left quadrant were significantly faster than those in the lower left, upper right, and lower right quadrants. This suggests that, under conditions of minimal foveal load, peripheral perception tends to begin in the upper left visual field.

RT-0,22	RT-0,25
RT-0,24	RT-0,25

In the without text reading series, the results for the lower left, upper right, and lower right quadrants were nearly identical. In contrast, the text reading series showed no significant differences between any of the quadrants.

RT-0,30	RT-0,30
RT-0,31	RT-0,31

This likely indicates that when foveal information is abundant, no specific area is prioritized during peripheral perception.

At the same time, the tendency of peripheral vision to begin in the upper left visual field may be ascribed to the attentional bias towards the left visual hemifield, known as “Pseudoneglect.” This phenomenon is expressed

on a group level in most adults and children (Bowers, Heilman, 1980; Rinaldi et al., 2014) and is better expressed in left-to-right readers in comparison to right-to-left readers (Marinelli et al., 2019; Muayqil et al., 2021; Makashvili et al., 2024).

Although the results are statistically robust, the study has some limitations. The sample size was limited to 40 participants, all between 20 and 40 years of age, right-handed, and left-to-right readers. Therefore, the results may not fully generalize to younger or older individuals, left-handed participants, or those from cultures with right-to-left reading habits. Moreover, individuals with visual impairments or attentional disorders were not included, which could limit the broader applicability of our findings.

Conclusions

1. The average reaction times in the without-text-reading series of the experiment were shorter and significantly different from those in the with-text-reading series. This difference was observed in both analyses, by stimulus size and by color. In the without-text reading series (with no additional information), when foveal information is scarce, attention is more subtly distributed according to stimulus size than in the with-text reading series (with additional information), where foveal information appears to be given greater importance.
2. In both the with-text reading and without-text reading series, yellow and red stimuli were detected faster than green and blue stimuli.
3. In the without text reading series, participants responded significantly faster to colored stimuli presented in the upper-left quadrant of the visual field than to those in the upper-right, lower-left, or lower-right quadrants. This may be related to the phenomenon of pseudoneglect and habitual left-to-right reading patterns. No such differences were observed in the text reading series.
4. These results can be useful in interface design, visual display optimization, and user experience research in environments where fast detection of visual elements is critical, such as driving, aviation, or digital media. Also, for improving the readability of advertising inscriptions.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

Declaration for Human Participants: This study has been approved by Beritashvili Centre of Experimental Biomedicine, and the principles of the Helsinki Declaration were followed.

References:

1. Bilsky, A. A., Wolfe, J. M., & Friedman-Hill, S. F. (1994). Part-whole information is useful in size X size but not in orientation X orientation conjunction searches. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 35(4), 1622.
2. Bowers, D., Heilman, K.M. (1980). Pseudoneglect: effects of hemispace on a tactile line bisection task. *Neuropsychologia*, 18, 491–98.
3. Bundesen, C., & Pedersen, L. F. (1983). Color segregation and visual search. *Perception and Psychophysics*, 33, 487-493.
4. Carter, R. C. (1982). Visual search with color. *Journal Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8(1), 127- 136.
5. Dehaene, S. (1989). Discriminability and dimensionality effects in visual search for featural conjunctions: a functional pop-out. *Perception & Psychophysics*, 46(1), 72-80.
6. Pinker, S., & Downing, C. J. (1985). The spatial structure of visual attention. In M. Posner and O. Marin (Eds.), *Attention and Performance XI: Mechanisms of attention and visual search*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 171-187.
7. Eriksen, C.W., & Hoffman, J. (1972). Some characteristics of selective attention in visual perception determined by vocal reaction time. *Perception & Performance*, 11, 169-171.
8. Eriksen, C.W., & Yeh, Y.-y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 11, 583-597.
9. Farmer, E. W., & Taylor, R. M. (1980). Visual search through color displays: Effects of target-background similarity and background uniformity. *Perception and Psychophysics*, 27, 267-272.
10. Hoffman, J.N., & Nelson, B. (1981). Spatial selectivity in visual search. *Perception & Psychophysics*, 30, 283-290.
11. LaBerge, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 9, 371-379.
12. Kahneman, D., & Chajczyk, D. (1983). Tests of the automaticity of reading: Dilution of Stroop effects by color-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 9, 497-509.

13. Klatt, S., Noël, B., & Schrödter, R. (2024, Feb.). Attentional asymmetries in peripheral vision. *Br J Psychol.*, 115(1), 40-50 .
14. Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 21, 451-468.
15. Lavie, N., & Tsal, Y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & Psychophysics*, 56, 183-197.
16. Larsen, A., & Bundesen, C. (1978). Size scaling in visual pattern recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 4, 1-120.
17. Loschky, L., McConkie, G., Yang, J., & Miller, M. (2005). The limits of visual resolution in natural scene viewing. *Visual Cognition*, 12(6), 1057–1092.
18. Makashvili, M., Arilani, A., Elemam, B., Abdelmegid, M., Chantadze, L., Lomashvili, N., Khomeriki, M., Royinishvili, M., & Janelidze, D. (2024) - Pseudoneglect in native readers of Georgian and Arabic . *World Journal of Advanced Research and Reviews (WJARR)*. Volume 22, Issue 3.
19. Marinelli, C.V., Arduino, L.S., Trinczer, I.L., & Friedmann, N. (2019). How Different Reading Habits Influence Lines, Words and Pseudowords Bisection: Evidence from Italian and Hebrew. *Psychology*, 10, 2051-61.
20. Chun, M. M., & Wolfe, J. M. (2000). “Visual Attention”. Blackwell Handbook of Perception, Chapter 9; Editor: E. B. Goldstein.
21. Muayqil, T.A., Al-Yousef, L.M., Al-Herbish, M.J., Al-Nafisah, M., Halawan, L.M., Al-Bader, S.S., Almohideb, F.A., Aljomah, L.S., Aljafen, B., & Alanazy, M. H. (2021). Culturally influenced performance on tasks of line bisection and symbol cancellation in Arabs. *Applied Neuropsychology: Adult*, 28(3), 257-68.
22. Moraglia, G., Maloney, K. P., Fekete, E. M., & Al-Basi, K. (1989). Visual search along the colour dimension. *Canadian J of Psychology*, 43(1), 1-12.
23. Rinaldi, L., Di Luca, S., Henik, A., & Girelli, L. (2014). Reading direction shifts visuospatial attention: An Interactive Account of attentional biases. *Acta Psychologica*, 151, 98–105.
24. Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
25. Rosenholtz, R. (2016). Capabilities and limitations of peripheral vision. *Annual Review of Vision Science*, 2, 437–457.

26. Shaw, M. L., & Shaw, P. (1977). Optimal allocation of cognitive resources to spatial locations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 3, 201-211.
27. Treisman, A. (1985). Preattentive processing in vision. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, 31, 156-177.
28. Wolfe, J. (1998). Visual Search in Attention (ed. Pashler, H.), 13–74, University College London, London.

Morbidity and Mortality in Rectal Surgery: A Study of 25 Cases in Casablanca

Pr. Hajri Amal
Dr. Belbsir Mohamed
Pr. Elwassi Anas
Pr. Erguibi Driss
Pr. Boufettal Rachid
Pr. Rifki Jai Saad
Pr. Chehab Farid

Department of General Surgery,
Ibn Rochd University Hospital, Casablanca, Morocco

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p36](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p36)

Submitted: 03 December 2024

Accepted: 12 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Hajri A., Belbsir M., Elwassi A., Erguibi D., Boufettal R., Rifki Jai S. & Chehab F. (2025). *Morbidity and Mortality in Rectal Surgery: A Study of 25 Cases in Casablanca*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 36. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p36>

Abstract

Rectal surgery is the only potentially curative treatment for many rectal pathologies, whether benign or malignant. However, postoperative complications can significantly impact the prognosis of patients. This retrospective study aimed to investigate morbidity and mortality among patients undergoing rectal cancer surgery over a two-year period at the Department of Digestive Cancer Surgery and Hepatic Transplantation of Ibn Rochd University Hospital (CHU) in Casablanca, Morocco. Among 62 patients, the average age was 61.98 ± 10.2 years (mean $\pm$ SD), with a female-to-male ratio of 1.5. Overall morbidity and mortality rates were 40.3% and 12%, respectively. Postoperative complications primarily included surgical site infections (40%) and urinary infections (20%), while long-term complications comprised incisional hernias (20%) and sexual problems (8%). The primary cause of mortality was intraoperative hemorrhage (8%) (Almatroudi, 2020). Factors influencing morbidity and mortality included age, BMI, comorbidities, type of intervention, and the benign or malignant nature of the pathology. Neoadjuvant chemotherapy was administered to 88% of

patients and should be considered a key factor influencing outcomes, as it may contribute to better tumor control and reduce the extent of surgical resections required (Gado et al., 2014). The small sample size of this study may limit the statistical significance of the findings. Further research with a larger cohort is necessary to corroborate these results.

Keywords: Rectal surgery, Postoperative complications, Rectal cancer

Introduction

Rectal surgery is a critical intervention for a wide range of rectal pathologies, including both benign and malignant conditions. Despite substantial advancements in surgical techniques, improved equipment, and adherence to aseptic principles in the operating theater, the morbidity rates for rectal surgeries remain high. Studies have shown that these rates are approximately 35% in many global regions (Alves, 2005). Moreover, the impact of postoperative complications such as surgical site infections, anastomotic leaks, and organ dysfunction continues to affect patient prognosis. In Morocco, and specifically at Ibn Rochd University Hospital, regional factors and healthcare limitations further complicate surgical outcomes, necessitating an in-depth investigation into the causes of morbidity and mortality in rectal cancer surgery.

Our study aims to investigate the frequency and factors influencing morbidity and mortality in rectal surgeries at the hospital. Previous research has identified several factors influencing surgical outcomes, including age, body mass index (BMI), comorbidities, the type of intervention, and whether the pathology is benign or malignant (Kassem & Al-Rashid, 2021). Additionally, family history of colorectal cancer and inflammatory bowel disease (IBD) have been noted as key factors affecting surgical outcomes (Salih & Aljebreen, 2014).

Literature Review

Surgical morbidity and mortality in rectal surgeries have been extensively studied. Alves (2005) reported a morbidity rate of 35%, with infections and anastomotic leaks being the most common postoperative complications. Other studies, such as those by Kassem & Al-Rashid (2021) in Saudi Arabia, have highlighted the impact of regional practices on surgical outcomes, noting higher complication rates due to differences in surgical experience and healthcare infrastructure. Moreover, the use of neoadjuvant therapies, such as chemotherapy and radiotherapy, has been shown to improve survival rates and reduce the extent of surgery required (Gado et al., 2014). These findings underscore the importance of considering both global and regional data when assessing the outcomes of rectal surgery.

Methods

This descriptive and analytical retrospective study encompassed all patients undergoing rectal cancer surgery at the Digestive Cancers and Liver Transplantation Surgery Department of Ibn Rochd University Hospital in Casablanca, Morocco, over a two-year period (January 1, 2021 - December 31, 2022). Patient data were collected from medical records, telephone calls to patients or their families, and anatomopathological results. Data analysis was performed using Excel software. Variables studied included socio-demographic characteristics, clinical and paraclinical data, and types of treatments administered.

Complications were classified as intraoperative, early postoperative, or late postoperative. The sample size of 62 patients is limited and may affect the statistical significance of the results.

Results

Among the 62 patients operated on for rectal cancer during the study period, 25 patients experienced one or more intraoperative or postoperative complications, resulting in a morbidity rate of 40.3% and a mortality rate of 12%, with three deaths. The average age of patients was 60.2 ± 9.8 years (mean $\pm$ SD), with a predominance in the 60 to 69 age group.

The youngest patient was 42 years old. Women accounted for 60% of cases, with a female-to-male ratio of 1.5. Biochemically, hypoalbuminemia was observed in 20% of patients, and microcytic anemia in 28% (Verdin et al., 2016). Family history of colorectal cancer was documented in 15% of cases, and 10% had a history of inflammatory bowel disease (IBD), which could have influenced disease progression and outcomes.

Neoadjuvant concurrent radiochemotherapy was administered to 88% of patients, which helped in reducing tumor size and improving resectability potential. All patients underwent preoperative preparation, with a midline infraumbilical laparotomy as the primary approach in 88% of cases, followed by laparoscopy converted to laparotomy in 12% of cases.

Intraoperative exploration noted hepatic nodules in 4 patients, peritoneal effusion in 3 patients, and invasion of adjacent structures in 4 patients (Kin et al., 2013).

Surgical complications included intraoperative hemorrhage (8%) and colonic perforation (4%). Early postoperative complications included wound infections (40%) and urinary complications (20%). Late complications included digestive issues (sphincter hypotonia, repeated bowel movements), sexual dysfunction (8%), and anastomotic leakage, which led to sepsis in some cases. Tumor recurrence and metachronous hepatic metastasis were observed during follow-up imaging six months after surgery (Arezzo et al., 2019). The postoperative mortality rate was 12%, with two patients experiencing

hemorrhage and the third peritonitis, requiring surgical revision. Among the mortality cases, hemorrhagic shock due to uncontrolled intraoperative bleeding was the primary factor in two patients, while the third patient developed sepsis following an anastomotic leak, leading to peritonitis and multi-organ failure. Additionally, delayed recognition of complications and inadequate response to postoperative infections contributed to increased mortality risk.

Discussion

The risk of complications is influenced by various factors, mainly age, BMI, comorbidities, type of resection and anastomosis, benign or malignant nature of the pathology, and emergency intervention (Almatroudi, 2020). Nutritional status, particularly albumin levels, was also implicated. Although some factors, such as type of surgical treatment and approach, showed no significant correlation with complications, tumor stage, histological type, and R0 resection remained important prognostic factors (Gado et al., 2014). The small sample size of this study may have limited the ability to detect statistically significant associations, emphasizing the need for larger-scale investigations. Previous regional studies, including those from Saudi Arabia (Kassem & Al-Rashid, 2021), have reported similar findings, indicating the importance of context-specific factors influencing morbidity and mortality. Neoadjuvant chemotherapy, which was administered to 88% of patients in this study, remains a crucial factor in reducing tumor size and improving the overall prognosis of rectal cancer patients (El-Kader & Ahmed, 2023).

Early postoperative complications mainly involved wound infections and urinary complications, while late complications included sexual dysfunction and hernias. Our complication rates were generally higher than those reported in other studies, which could be due to the size of our study population. Preventing complications involves a multidisciplinary approach, including optimal patient preparation, close postoperative monitoring, and appropriate complication management (Salih & Aljebreen, 2014). Emphasis should be placed on early detection and management of anastomotic leaks to reduce sepsis-related mortality. The findings are consistent with studies in Egypt, where complications such as anastomotic leakage and wound infections were common (Ahmed & El-Sayed, 2022).

Conclusion

Despite advances in rectal surgery techniques, it remains associated with significant morbidity and mortality. Perioperative management is necessary to prevent and reduce complications and improve patient prognosis. Understanding risk factors and implementing preventive measures are crucial for enhancing surgical outcomes (Verdin et al., 2016). The limited sample size

of this study suggests caution in generalizing the findings, and future studies with larger cohorts are warranted. Special attention should be given to early identification and management of complications, particularly anastomotic leakage and sepsis, to further reduce mortality rates. Regional studies, such as those conducted in Morocco (El-Kader & Ahmed, 2023), offer valuable insights into improving the effectiveness of surgical interventions and postoperative care.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

Declaration for Human Participants: This study has been approved by the Research Ethics Committee of the Department of General Surgery at IBN ROCHD University Hospital, Casablanca, Morocco. The principles of the Helsinki Declaration were followed.

References:

1. Alves, A. (2005). Surgical morbidity and mortality in rectal surgery. *British Journal of Surgery*, 92(3), 329–334.
2. Almatroudi, A. (2020). The incidence rate of colorectal cancer in Saudi Arabia: An observational descriptive epidemiological analysis. *International Journal of General Medicine*, 13, 977–990.
3. Arezzo, A., Piozzi, G. N., & Arolfo, S. (2019). The risk of anastomotic leakage after anterior resection in patients with rectal cancer. *Surgical Endoscopy*, 33(3), 879–886.
4. Gado, A., Ebeid, B., Abdelmohsen, A., & Axon, A. (2014). Colorectal cancer in Egypt is commoner in young people: Is this cause for alarm? *Alexandria Journal of Medicine*, 50(3), 197–201.
5. Salih, A. M., & Aljebreen, A. M. (2014). Is colorectal cancer in Saudi Arabia of the same pattern as in the Western world? *Saudi Journal of Gastroenterology*, 20(3), 149–152.
6. Verdin, V., Weerts, J., Francart, D., et al. (2016). Rectal cancer treatment in a teaching hospital. *Acta Chirurgica Belgica*, 117(1), 8–14.
7. Ahmed, M. A., & El-Sayed, S. (2022). The outcomes of rectal cancer surgery in Egypt: A prospective study. *Journal of Colorectal Disease*, 35(4), 453–459.

8. Kassem, H. I., & Al-Rashid, A. (2021). Surgical complications in colorectal cancer patients in Saudi Arabia: A comprehensive review. *Saudi Surgical Journal*, 10(2), 134–142.
9. El-Kader, A. M., & Ahmed, S. M. (2023). Neoadjuvant therapy and its impact on rectal cancer outcomes in Morocco. *North African Journal of Cancer Surgery*, 12(1), 101–109.

Bioinsecticide effect of *Metarhizium anisopliae* on termite pests *Microtermes lepidus* and *Psammotermes hybostoma*, in the laboratory

Arfang Mafoudji Sonko

Laboratory of Terrestrial Invertebrates Zoology, IFAN Cheikh A. Diop
institute, Cheikh Anta Diop University, Dakar, Senegal

Department of Plant Biology, Faculty of Science and Technology,
Cheikh Anta Diop University of Dakar, Dakar-Fann, Senegal

Dienaba Sall

ISRA Scientific Direction Senegalese Institute for Agricultural Research,
Dakar, Senegal

Mouhamadou Moustapha Ndiaye

Abdoulaye Baila Ndiaye

Laboratory of Terrestrial Invertebrates Zoology, IFAN Cheikh A. Diop
institute, Cheikh Anta Diop University, Dakar, Senegal

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p42](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p42)

Submitted: 04 April 2025

Accepted: 14 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Sonko A.M., Sall D., Ndiaye M.M. & Ndiaye A.B. (2025). *Bioinsecticide effect of *Metarhizium anisopliae* on termite pests *Microtermes lepidus* and *Psammotermes hybostoma*, in the laboratory.* European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 42.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p42>

Abstract

In Senegal, many studies have shown the economic importance of termite damage to crops. The majority of farmers use dangerous chemicals on human beings, animals, crops, soil, and environment health. Thus, the use of entomopathogenic fungi would be an effective and environmentally eco-friendly alternative to chemical pesticide use. The objectives of this study are to i) carry out infestations in the laboratory, ii) determine the lethal time (LT50) and iii) observe the germination of spores on the corpses of these species. The methodology is based on i) the infestation of 10 workers of *Microtermes lepidus* and *Psammotermes hybostoma* with *Metarhizium* solutions, ii) the monitoring of mortalities, iii) the determination of the lethal time 50 (LT50) and iv) germination of spores on corpses.

For the determination of LT50, the concentrations of 1 g/L and 1.5 g/L gave an LT50 of less than one day in workers of *Microtermes lepidus* and *Psammotermes hybostoma*. For the concentration of 0.5 g/l, the LT50 is 2.5 days for workers of *Psammotermes hybostoma* and less than one day for those of *Microtermes lepidus*. Incubation revealed the appearance of spores on the cadavers, which were given a concentration of 0.5 g/l. This study shows that mortality is related to the concentration of the solution. The higher the concentration, the shorter the LT50 time. The bioinsecticide effect of *Metarhizium anisopliae* is not immediate, resulting in an LT50 of 1 to 2 days, depending on the species.

Keywords: Bioinsecticide, *Metarhizium anisopliae*, termites, laboratory

Introduction

Termites have been considered pests because of the damage they cause to crops and homes (Sib, 2022). Species of the genera *Reticulitermes* and *Coptotermes* (Family Rhinotermitidae) are the major termite pest species in the Americas, Europe and Asia (Pearce, 1997). While Macrotermitidae (especially *Odontotermes*, *Macrotermes* and *Microtermes*) are the predominant termite pest species in Africa and Asia (Pearce, 1997).

In West Africa, and more particularly in Côte d'Ivoire, termites are responsible for damage to rice and maize fields in the sub-Saharan savannah (Akpesse *et al.*, 2008). Similarly, Coulibaly *et al.* (2014) were able to identify the species responsible for the damage to mango tree nurseries in northern Côte d'Ivoire and estimated that termite attacks can cause losses of up to 93.33%.

In Togo, in sugar cane plantations, losses on cuttings caused by termites are estimated at 51% for an economic loss of 29% at harvest (Kotoklo *et al.*, 2011).

In Senegal, studies by Han and Ndiaye (1996) on termite attacks on 10 fruit species revealed attack rates of up to 76.2%. In the regions of Casamance, Saint-Louis, Thiès and Kaolack (Senegal), termites belonging to the trophic groups of lignivores and fungi have been the cause of serious attacks that can lead to the death of certain fruit species (Ndiaye and Han, 2000; 2002; 2006; 2007).

In the department of Tivaouane (Thiès region), the breadbasket of cassava production in Senegal, a study showed the susceptibility of 5 varieties of cassava to attacks by termites belonging to the genera *Macrotermes*, *Odontotermes*, *Amitermes*, *Psammotermes* and *Microtermes* (Faye *et al.*, 2014) and (Faye, 2016).

Several methods of chemical management of these termite pests have been used without success. Thus, in the context of the agroecological

management of these pests, the use of entomopathogenic fungi is an effective and environmentally friendly alternative.

Entomopathogenic fungi have the power to kill or reduce the vigor of the host they infect. *Metarhizium anisopliae* is a mitosporic fungus with asexual reproduction. The classification of *Metarhizium anisopliae* has undergone several revisions in recent years (Benserradj 2014). There are two forms of *Metarhizium* : *Metarhizium flavoviride* and *Metarhizium anisopliae*. The objective of this study is to evaluate the bioinsecticide effect of *Metarhizium anisopliae* in two species of termite pests. Specifically, it's the question of carrying out infestations in the laboratory, determining the lethal time 50 (LT50) and noting the germination of the spores on the corpses. For the purposes of laboratory infestation tests, workers of *Microtermes lepidus* and *Psammotermes hybostoma* are the species selected. Their choice for testing is justified by their frequency in cassava attacks and the extent of the damage that follows.

Methodology

Laboratory environment

The tests were carried out at the Laboratory of Zoology of Terrestrial Invertebrates of the Institut fondamental d'Afrique noire Ch. A. Diop (IFAN-Ch. A. Diop).

In the laboratory, the tests were carried out under conditions of an average temperature of 25.5 °C and an average relative humidity of 56.5%.

Preparation of the fungal solution

The fungal solution was prepared with a strain of *Metarhizium anisopliae* provided by the Directorate of Plant Protection of Senegal. The viability of the strain is 82.33% (Diatta, 2018).

The solution was prepared from 1g of *Metarhizium anisopliae*, 20 ml of distilled water and 2 drops of tween 80. By adding 250 ml of distilled water, the solution is brought to a concentration of 4 g/l.

From this solution, 1 ml was taken and then added to 9 ml of distilled water to evaluate the concentration of conidia in the solution. By depositing 50 microliters of the solution on a Malassez cell, the observation under the LEICA DME microscope at magnification 40 made it possible to evaluate the concentration of fungal spores in the solution, which is $1.19e^6$ spores/ml, using the following formula.

The concentration C of conidia per ml is obtained by the following formula:

$$c = X \times 5.10e^4 = X \times 5.10e^4$$

X, the average number of conidia counted is obtained by the formula:

$$X = \frac{(a + b + c + d)}{4}$$

a, **b**, **c** and **d** being respectively the number of repetitions performed, corresponding to the number of slides prepared.

Termite infestation tests in the laboratory

Termites

The termites used in the tests were obtained by a bait trap containing cardboard. The traps were buried about 20 cm above the ground.

In the laboratory, petri dishes lined with blotting paper soaked in distilled water were prepared to accommodate the specimens to be tested.

Fungal inocula

Inocula are made up of three concentrations: 0.5 g/l, 1 g/l and 1.5 g/l. The 10 termite workers placed in petri dishes were contaminated by spraying with a micropipette. Each termite received a drop of inoculum. The control boxes contain individuals who have been treated with water. For each treatment, three replicates were performed. The Petri dishes were then placed in a wooden oven.

Test Tracking

Termite monitoring is carried out every day. Dead termites are counted and removed from the boxes and then incubated to control the sporulation of the fungus. The corpses are placed in petri dishes lined with blotting paper moistened with distilled water. After 72 hours of incubation in an oven, the boxes are removed for the observation of termites under the binocular magnifying glass.

Termite mortality rate during testing

The termite mortality rate (TM) corresponding to the ratio is obtained by:

$$TM = \frac{\text{Number of dead individuals}}{\text{Total number of individuals}} \times 100$$

Lethal Time 50 (TL50)

The LT50 corresponds to the time needed to obtain 50% mortality of individuals. After plotting the mortality curve as a function of time, it is obtained by projecting 50% mortality on the x-axis (time).

Statistical analyses

The table of cumulative numbers is used to get an idea of the daily evolution of the number of dead individuals. An ANOVA test with XLSTAT version 2014 is used at the 5% threshold to compare the termite mortality rate between the different treatments used.

Results

Mortality of workers of *Microtermes lepidus*

Statistical tests performed show that there is no significant difference between control termites treated with water and those treated with the 0.5 g/L concentration (Figure 1). Similarly, no difference was observed between termites treated with the 1 g/l and 1.5 g/l concentrations. On the other hand, a significant difference was noted in the evolution of the mortality rate of control termites treated with 0.5 g/l compared to those treated with 1 g/l and 1.5 g/l concentrations.

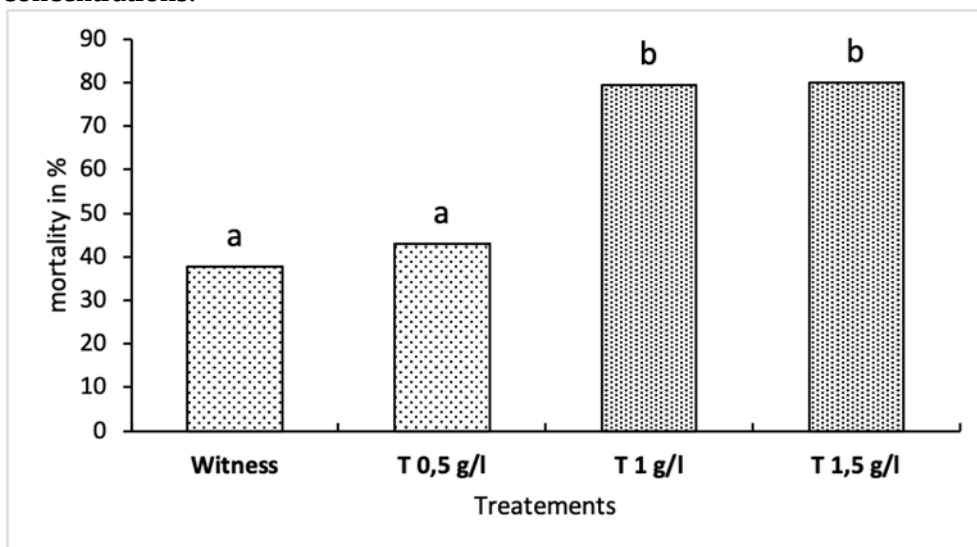


Figure 1: Mortality during worker testing of *Microtermes lepidus*

Termites treated with 1 g/L and 1.5 g/L did not spore. Sporulation of fungal spores was noted on termites treated with a concentration of 0.5 g/l.

Lethal Time (LT50) for *Microtermes lepidus* Workers

Depending on the concentration, the number of dead termites varies over time. Thus, for termites treated with concentrations of 1 g/l and 1.5 g/l, the LT50 is less than one day. For the 0.5 g/L concentration, the LT50 is 2.5 days (Figure 2).

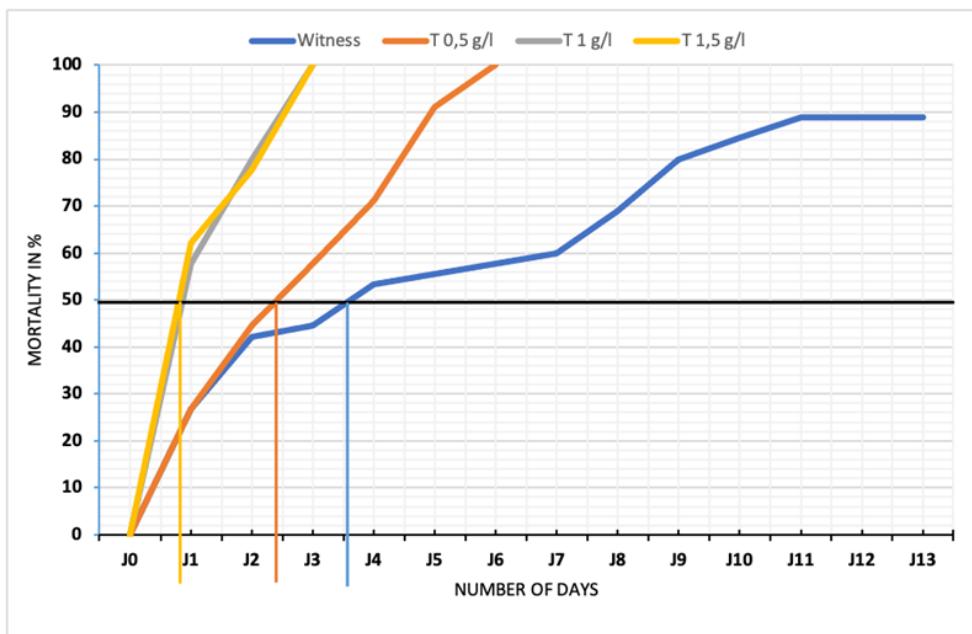


Figure 2: Evaluation of LT_{50} of different concentrations of *Metarhizium anisopliae* on *Microtermes lepidus* workers in the laboratory

The sporulation of the fungus on the corpses of *M. Lepidus*

The sporulations of fungus, *Metarhizium anisopliae*, are observed on the corpses of termites treated with a concentration of 0.5 g/l. The insects' corpses are colonized by the greenish spore's characteristic of *M. anisopliae* after 11 days of incubation (Figure 3).

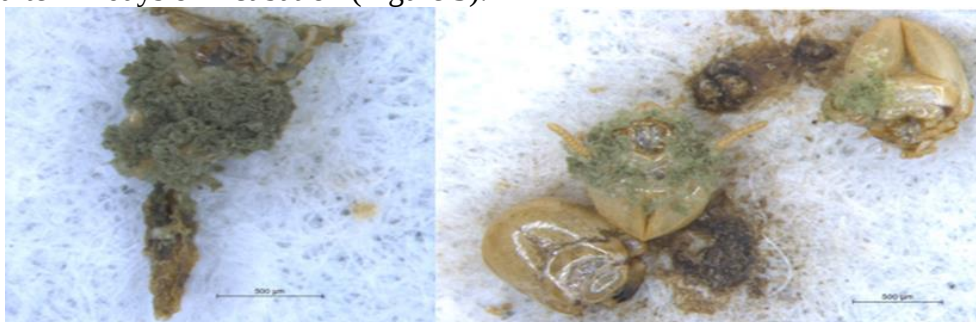


Figure 3: Sporulation of *Metarhizium anisopliae* on cadavers

Given the desired effect in the fungus, the transmission of the infestation to the colony by workers, the 0.5 g/L dose, which takes longer to kill termites and which gives evidence of the development of the fungus with sporulation, should be used in termite control tests.

The mortality of workers of *Psammotermes hybostoma*

The control individuals all died after 5 days. Statistically, there were no significant differences between the different concentrations tested (Figure 4).

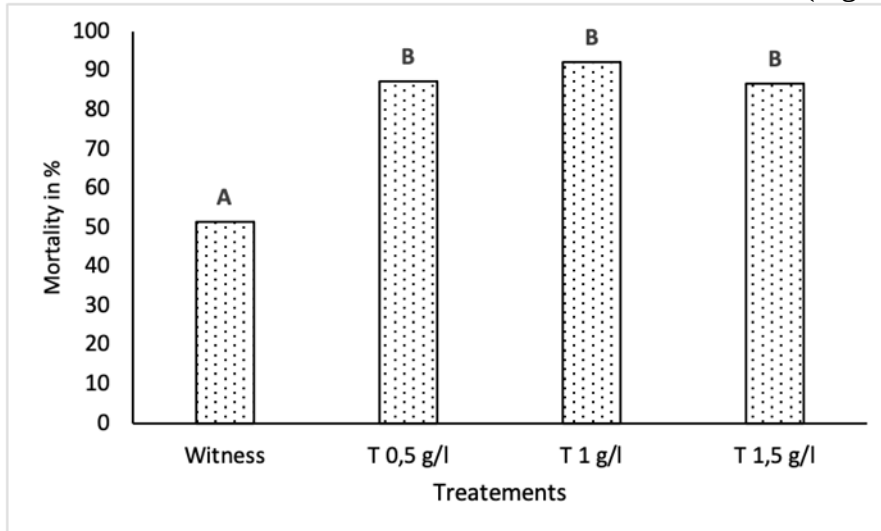


Figure 4: Mortality during testing of workers of *Psammotermes hybostoma* infested with different concentrations of *Metarhizium anisopliae*

Lethal Time (LT₅₀) for workers of *Psammotermes hybostoma*

For all three concentrations, the LT₅₀ is less than 24 hours. In addition, it is shorter for the 1g/l and 1.5 g/l concentrations of the LT₅₀ than for the 0.5 g/l concentration (Figure 5).

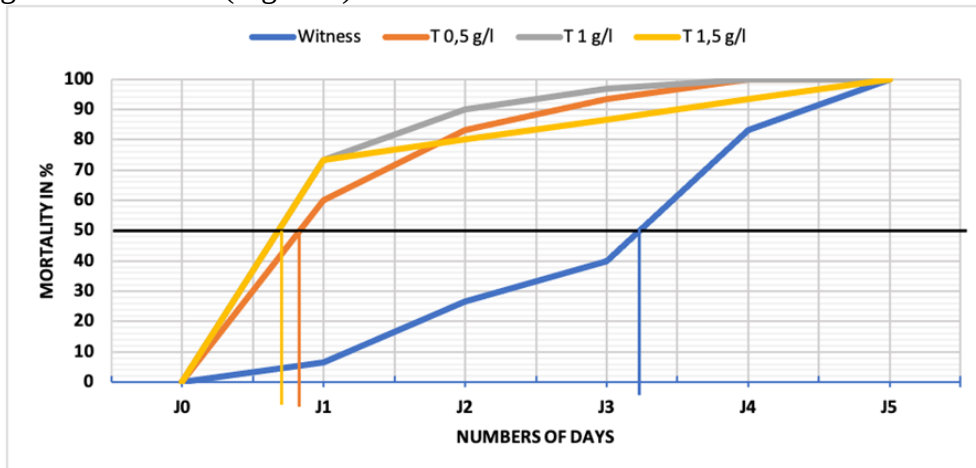


Figure 5: Evaluation of LT₅₀ of different concentrations of *Metarhizium anisopliae*

Sporulation of the fungus on the corpses of *P hybostoma*

Sporulation on corpses is observed after 11 days of incubation only on individuals treated with the concentration 0.5 g/l. *Metarhizium*'s spores cover the entire exoskeleton of the dead insect (Figure 6).



Figure 6: Sporulation of *Metarhizium anisopliae* on a cadaver

Discussion:

The *Metarhizium anisopliae* infestation of termite workers carried out in the laboratory showed that the LT50 varies according to the species. For workers of *Microtermes lepidus* and *Psammotermes hybostoma* exposed to concentrations of 0.5, 1 and 1.5 g/l of LT50, the short lethal time could be explained by several parameters related to the insect, in particular size, but also to the dose received. In this laboratory work, under the same incubation conditions, Diatta (2018) had obtained a 4-day LT50 for the concentrations of 1 and 2 g/l on workers of *Macrotermes subhyalinus* and *Amitermes evuncifer*. The results show that the time taken by *Metharizium* to kill the insect is a function of the dose applied, as Kpindou *et al.* had pointed out. (2012) but also according to the size of the insect. The smaller the insect, the faster the lethal time and vice versa. The same remarks were made by Kpindou *et al.* (2012) on the different larval stages of *Helicoverpa armigera*, the more advanced the stage, the higher the dose to be applied. Statistical analyses showed that the mortality rates recorded for the 1g/l and 1.5 g/l concentrations are significantly higher than those recorded for the 0.5 g/l concentration and the control. The higher the dose of *Metarhizium anisopliae*, the shorter the lethal time and the higher the mortality rate. These results are similar to those of Diatta (2018), who had higher mortality rates with the high doses and those of Kpindou *et al.* (2012), who also had low levels of pupae and adults of *Helicoverpa armigera* for high concentrations.

During incubation of cadavers, sporulation was observed on individuals tested at the lowest concentration (0.5 g/l) on *Macrotermes subhyalinus* and

Amitermes evancifer. These observations were made by Diatta (2018), who recorded sporulations at the lowest concentrations. The strain of *Metarhizium anisopliae* is the same as that used by Diatta (2018). The sporulation of *Metarhizium anisopliae* on cadavers is closely related to the concentration of conidia received by the insect during infection.

Conclusion

The evaluation of the insecticide effect of *Metarhizium anisopliae* in the laboratory has made it possible to understand that mortality is strongly related to the concentration of the solution. For a higher concentration, the mortality rate is higher. The LT_{50} has made it possible to understand that the higher the concentration, the shorter the time. Thus, the bioinsecticide effect of *Metarhizium anisopliae* is not immediate, which gave a LT_{50} of 1 to 2 days depending on the species. The lethal time 50 (LT_{50}) for a concentration of 1 g/l on a target such as *Macrotermes subhyalinus*, which is a large termite, is longer than that of a target such as *Microtermes lepidus* or *Psammotermes hybostoma* which are small species. For the germination of the fungus on the corpse, the lower the concentration of spores, the more the spores have the opportunity to germinate on the corpse. In the future, field trials will be carried out to better assess the real situation.

Acknowledgment

Thanks to Dr. Abdou Aziz Niang, Head of the Laboratory of Terrestrial Invertebrate Zoology of the Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN Ch. Anta Diop) for his welcome to his laboratory.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

References:

1. Akpessé A. A., Kouassi P. K., Tano Y., Lepage M. (2008). Impact des termites dans les champs paysans de riz et de maïs en savane subsaharienne (Booro-Borotou, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 5 (2) ; 121-131.
2. Benserradj O. (2014). Evaluation de *Metarhizium anisopliae* à titre d'agent de lutte biologique contre les larves de moustiques. *Thèse de doctorat 3^{ème} cycle LMD en Biotechnologies, Biologie et Environnement option bioprocédés et biotechnologies, applications mycologiques*, Faculté des Sciences de la nature et de la vie,

- département de Microbiologie, Université Constantine 1, Algérie, 208 p.
3. Coulibaly T, Akpesse A A M, Yapi A, Zirihi G N, et Kouassi K P. (2014). Dégâts des termites dans les pépinières de manguiers du nord de la Côte d'Ivoire (Korhogo) et essai de lutte par utilisation d'extraits aqueux de plantes. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 22 (3) : 3455-3468
 4. Diatta C. (2018). Test d'efficacité de deux souches de *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Ascomycotina : Hyphomycetes) sur des ouvriers de *Macrotermes subhyalinus* (Rambur) (Termitidae, Macrotermitinae) et d'*Amitermes evuncifer* Silvestri (Termitidae, Termitinae) au laboratoire. *Mémoire de Master en phytopharmacie et protection des végétaux* ; UCAD, Faculté des sciences et technique, département de Biologie Végétale, 53 p.
 5. Faye A. (2016). Etude comparative de variétés de manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ) selon leur sensibilité aux termites ravageurs des boutures dans le département de Tivaouane (Sénégal) et leurs capacités organogénétiques *in vitro*. *Thèse de Doctorat*, spécialité production et protection des végétaux, Faculté des Sciences et Technique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 160 p.
 6. Faye A., Kane P. D., Mbaye D. F., Sall Sy D., Sane D. (2014). Study of the cassava varietal sensitivity to termites ravaging cuttings planted in farms in the department of Tivaouane (Senegal). *International Journal of Science and Advanced Technology*, 4 (6):6-16.
 7. Han S. H. & Ndiaye A. B. (1996). Dégâts causés par les termites (Isoptera) sur les arbres fruitiers dans la région de Dakar (Sénégal). *Actes Coll. Insectes Sociaux*, (10) : 111-117.
 8. Kotoklo A. E., Amevoin K., Robert A., Tano Y., Rouland-Lefevre C., Glitho A. I. (2011). Dégâts causés par les termites sur les cannes à sucre au sud du Togo. *Cam. Jour. Biol. Bioch. Sc.*, 19, 1-10.
 9. Kpindou O, K, D, Djegui D A, Glitho I A, Tamò M. (2012). Réponse des stades larvaires de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) à l'application de champignons entomopathogènes *Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana*. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2012 16(3), 283-293.
 10. Ndiaye A. B. & Han S. H. (2000). L'attaque des arbres fruitiers par les termites dans les vergers de Saint-Louis et de Thiès (Sénégal). *Actes Coll. Insectes Sociaux*, (13) : 127-132.
 11. Ndiaye A. B. & Han S. H. (2002). Attaque des arbres fruitiers par les termites en Casamance (Sénégal) (Isoptera). *Bulletin de la société entomologique de France*, 107 (2) : 193-199.

12. Ndiaye A. B. & Han S. H. (2006). L'attaque des arbres fruitiers par les termites dans la région de Thiès (Sénégal) (Isoptera). *Bulletin de la société entomologique de France*, 111 (1) : 59-64.
13. Ndiaye A. B. & Han S. H. (2007). Les termites (Isoptera) des arbres fruitiers de la région de Kaolack (Sénégal). *Bulletin de l'IFAN Cheikh Anta Diop, Dakar, TLII, série A*, (1-2) : 147-161.
14. Pearce M. J. (1997). Termites Biology and pest management. *CAB International Editeurs*, 172 p.
15. Sib O. (2022). Effet de l'ombrage et de la fiente de poule sur la dynamique des termites et des fourmis dans les cacaoyères de la région de la Nawa (Sud-Ouest, Côte d'Ivoire). Thèse doctorat, Université Jean LOROUGNON GUEDE, 232 p.

Influence of waste management infrastructure on source segregation of medical waste at a major referral hospital in Western Kenya

Ojwang B. Otieno
Jenniffer V. Atieno
Albert Long'ora

Department of Environmental Science, Maseno University, Kenya

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p53](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p53)

Submitted: 23 December 2024

Accepted: 20 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Otieno O.B., Atieno J.V. & Long'ora A. (2025). *Influence of waste management infrastructure on source segregation of medical waste at a major referral hospital in Western Kenya*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 53.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p53>

Abstract

Medical wastes generated by healthcare facilities, such as sharps, and chemical, pathological, infectious, and pharmaceutical wastes, are hazardous and have been known to cause various infections such as Hepatitis B, Hepatitis C, and Human-Immune Virus (HIV). Various studies in MW have established that source segregation is an effective step in managing hospital waste and, therefore, the most important step in reducing health hazards and environmental pollution. Hospitals are therefore required to put in place sufficient infrastructure such as personal protective equipment, storage as well as waste transportation equipment at strategic points within each department or floor. Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral Hospital (JOOTRH) is a major facility in western Kenya, generating approximately 68% of medical waste in Kisumu County. A recent public health study in western Kenya established that 72% of cleaners at JOOTRH were treated for sharps injuries while needle prick injuries accounted for 69% of wounds that occurred among waste recyclers in common dumping sites in Kisumu County. The purpose of this study was to establish the influence of waste management infrastructure on source segregation of medical waste at the JOOTRH. This was a descriptive survey that involved a sample size of 112 nursing officers, 41 doctors, 13 laboratory technicians, 20 clinical officers, and eight heads of departments.

Semi-structured questionnaires and interview schedules were used to collect data from healthcare workers and heads of departments, respectively. Findings showed that Hospital waste management infrastructure ($\beta=.513$) has a significant ($p<0.05$) influence on source segregation of medical waste, and contributes approximately 38.4% unit changes in source segregation of medical waste at JOOTRH ($R^2=.384$). The study concludes that delays in procurement processes have led to instances of inadequacies in PPE and waste collection containers, causing cases of waste-related injuries. The study findings should inform policy formulation for effective source segregation of medical waste generated by healthcare facilities, thereby reducing associated injuries.

Keywords: Color-coded Containers; Hospital Infrastructure; JOOTRH; Medical Waste Management; PPE; Source Segregation of MW

Introduction

The World Health Organization (WHO, 2018) articulates that medical waste generated by healthcare facilities, laboratories, research centers, mortuaries, autopsy centers, blood banks, and nursing homes remains a formidable global health challenge. These include human tissues, contaminated blood, body fluids, discarded medicines, drugs, contaminated cotton, dressings, and sharps such as needles, glass, blades, scalpels, and lancets (Lodha, Murari, Mewara, Sharma & Varma, 2023). About 85% of this waste is categorized as general and non-hazardous, while approximately 15%, may be infectious, toxic, or radioactive. Infectious waste such as infected blood, human tissues, or body parts can spread diseases such as acquired immune deficiency syndrome (AIDS), Hepatitis B & C, severe acute respiratory syndrome (SARS), and tetanus, among other, s to other patients, health workers, and the public at large. At the same time, sharp objects can cause injuries, especially for people scavenging on waste disposal sites, a common practice in low-income countries (Borowy, 2020). According to Lodha et al (2023), non-hazardous waste is infectious if mixed with hazardous waste without being disinfected. Segregation or separation of waste at the source of generation therefore becomes imperative.

Source segregation is the collection of different types of waste in separate containers or plastic bags that are color-coded and/or marked with a symbol at the point of generation (Padmanabhan & Barik, 2019). Adu, Gyasi, Essumang, and Otabil (2020) are categorical that the effective management of medical waste must begin at the source: at the laboratory, theatre, wards, and units, and must continue through the secondary stage at the hospital premises. For instance, the guideline by the World Health Organization (WHO, 2005) requires that highly infectious waste (such as post-operative body parts,

Placenta, linen, bleeding, Infectious dressing waste, etc) be collected in yellow containers or bags while sharps (needle/suture needle, syringes with needle, blades, scalpels, etc) collected in blue bins among others.

The Basel Convention of 2003 requires that a comprehensive waste management infrastructure be established by each entity responsible for waste generation to ensure both environmental sustainability and public health safety, especially for waste handlers (Hosseinpour, Dadashi, and Mohammadi, 2024). Waste infrastructure is critical for ensuring the safe and effective management of waste, which is a major environmental concern. Kanatas (2023) states that waste management infrastructure is the physical facilities and structures used to manage waste, including collection, transportation, treatment, and disposal. In the healthcare sector, medical waste (MW) infrastructure refers to facilities such as color-coded collection containers strategically placed at each department or floor, and protective gear or personal protective equipment (PPE) for efficient collection of waste (Hassan, Tudor & Vaccari, 2018; Nowakowski et al, 2020). Several previous studies in different regions across the globe have highlighted the significance of waste management infrastructure such as color-coded containers and PPE in enhancing source segregation of MW. For instance, studies done in the USA (Reddy, Valderrama & Kuhar, 2019) and Nepal (Khanal, Sondhi & Giri, 2021) highlight that PPE acts as a key component for protecting frontline waste workers against infection. Similarly, the availability of color-coded waste bins has also been found to be significantly correlated with source segregation of MW in an Iranian facility (Hosseinpour et al, 2024), within an Ethiopian referral hospital (Ibrahim, Kebede & Mengiste, 2023), in Tunisia (Bannour et al, 2024), and among five Ghanaian Hospitals (Adu, Gyasi, Essumang, & Otabil, 2020). Sufficient infrastructure for MW management therefore ensures that the waste is segregated at source for safe disposal and the staff handling the hazardous waste are well protected (Magu, Chelogoi & Obegi, 2021; Chepchirchir & Ngoye, 2024). Previous studies on facility medical waste management infrastructure have, however, not given focus on the relationship between facility waste management infrastructure and source segregation of medical waste (MW). This insight is, however, critical especially in healthcare facilities that generate huge amounts of biomedical such as Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral Hospital in Western Kenya.

Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral Hospital (JOOTRH) is a major referral health facility in Western Kenya. The healthcare facility has 708 operational in-patient beds and 4 outpatient clinics (Abuka et al, 2023). It has a population of 219 nursing officers, 80 doctors, 26 laboratory technicians, and 38 clinical officers. This makes the facility the highest medical waste generator in the entire western Kenya (Nyanza, Western, and North Rift). The Standard Operating Procedures (SOP) of 2016 (Republic of Kenya, 2016) for

Health Care Waste Management outlines that every facility should have Color-coded bins, bin liners, and PPEs. It also requires that all healthcare workers segregate waste at the point of generation. Similarly, the JTRH's 2016 – 2021 strategic plan, since its elevation to a teaching and referral status is to serve more than 100 district and sub-district hospitals in the Western Kenya Region. Whereas the hospital's mandate has expanded hence increasing the generation of biomedical waste, a paucity of information exists with regards to existing waste management infrastructure and source segregation of medical waste in the facility. This study aimed to explore how the waste management infrastructure influences the source segregation of medical waste at the Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral Hospital in Western Kenya.

Methodology

Methods and Materials

Research Design

The study used a descriptive survey design with mixed methods involving the collection and analysis of both quantitative and qualitative data. This design enabled the researchers to use a quantitative approach to measure some aspects of the phenomenon under study and qualitative methods for others (Dawadi, Shrestha & Giri, 2021). This had the advantage of providing complementarity in data collection, analysis, and interpretation (Shorten & Smith, 2017).

Study Setting

The study site was the Jaramogi Oginga Odinga Referral Hospital in Kisumu Central Sub County, located approximately 360 Kilometers northwest of the capital city of Kenya, Nairobi (Abuka, 2023). It is located between latitude 0, 20°s and 0°, 50°s of the equator and Longitude 33°, 20° E and 35°, 20° E, bordering Lake Victoria to the South. The hospital is a major referral facility in Nyanza, Western, and North Rift Valley of Kenya, serving over 12 districts in Nyanza alone, with a catchment population of over five million people in the three provinces (Abuka et al, 2023). It has approximately 400 operational in-patient beds and 4 outpatient clinics. This makes the facility the highest producer of medical waste in the entire western Kenya (Nyanza, Western and North Rift)

Study population and sampling strategy

The study targeted 219 nursing officers, 80 doctors, 26 laboratory technicians, 38 clinical officers, and 15 heads of departments, making 378 the study population. This study adopted Yamane's (1967) formula to calculate the sample size as:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad n = \frac{378}{1+378(0.05)^2} = 194$$

With n being the sample size, N target population, and e precision level at 0.05. For purposes of equality in the representation of each group of health workers, proportional stratification was employed to reflect the population in each of the departments based on the formula:

$$n = \frac{f}{N} \times n$$

(Note: n = the sample calculated from each location; f = the population of the healthcare workers in the department; N = the target population of the study; n = the study sample size. For instance, the sample size of nurses is:

$$n = \frac{219}{378} \times 194 = 112$$

The same formula was used to calculate a sample size of 41 doctors, 13 laboratory technicians, 20 clinical officers, and 8 heads of departments. The sample size distribution is presented in Table 1.

Table 1: Distribution of Sample Size

Sub Group	Population	Sample size	Percent
Nurses	219	112	57.7
Doctors	80	41	21.1
Laboratory Technicians	26	13	6.7
Clinical Officers	38	20	10.3
Heads of Departments	15	8	4.2
Total	378	194	100

Instrumentation, Validity, and Reliability

The researchers administered semi-structured questionnaires consisting of both closed and open-ended questions to collect data from the sampled healthcare workers. Interviews were also done with the heads of departments, while observations of actual source segregation activities were also carried out whereby pictures were taken of containers used for waste separation.

To attain the validity of the research instruments, the questionnaire items were scrutinized by environmental science experts during their construction. Questions were discussed and further adjustments were made according to corrections recommended by lecturers from the School of Agriculture, Food Security, and Environmental Sciences of Maseno University. These experts assessed the extent to which the questions contained in the instruments were relevant to the study objectives and recommended appropriate adjustments which were fully adopted.

On the other hand, the reliability of the instruments was enhanced by subjecting the tools to pre-testing during a pilot study involving randomly selected 36 healthcare workers from the JOOTRH. This was performed to test whether the questions were clear and easily understood. Participants in the pre-testing exercise were thereafter excluded from the main data collection process. Test-retest method which involved administering the questionnaire twice to the same sampled respondents in the same environments during the pilot study, was used to collect data used for computing reliability with the aid of Statistical Package for Social Science (SPSS) Version 23. An overall reliability coefficient of 0.83 was obtained. The study accepted the instrument as reliable since it surpassed the threshold set by Nunnally (1978).

Data Analysis and Presentation

Quantitative data obtained from the closed-ended questionnaire were analyzed via descriptive and inferential statistics with the aid of SPSS version 23. Descriptive statistics. Descriptive statistics generated mean (M) and standard deviation (SD), which were essential for the interpretation of quantitative results, while inferential statistics were used to compare the relationship between hospital waste infrastructure and source segregation of medical waste. Similarly, thematic analysis was used to analyze qualitative data obtained from open-ended questions in the questionnaire, interviews, and Observation guide.

Ethical Considerations

The researcher obtained clearance to conduct the study from the hospital authorities and the National Commission for Science, Technology and Innovation (NACOSTI). Further clearance was also obtained from the Maseno University Scientific and Ethics Review Committee (MUSERC) and the assent form was designed and signed by the sampled healthcare workers. For purposes of confidentiality, participants were asked to exclude their identities from the research instruments.

Results

The study used a questionnaire, interview schedule, and observation guide. Out of the 194 questionnaires distributed to the sampled healthcare workers, 174 were returned as fully completed and accepted for purposes of data analysis. This translates to 89.7% questionnaire return rate.

Provision of Personal Protective Equipment (PPE)

To this end, the researcher enquired from the sampled healthcare workers whether or not the hospital provides them with personal protective

equipment (PPE) to enable them to handle medical waste safely. Table 2 presents the distribution of respondents based on PPE provision.

Table 2: Respondents by PPE Provided

Response	Frequency	Percent
Yes	168	96.6
No	6	3.4
Total	174	100

Findings presented in Table 2 demonstrate that the majority (96.6%) of the health workers at the facility under this study are provided with PPE at their workstations. This implies that the management of the facility appreciates the magnitude of medical waste handled by the health workers and the hazards risks that they are exposed to. The researcher therefore proceeded to establish the types of PPE that the hospital provides the health workers with. Table 3 presents the distribution of respondents according to the types of PPE provided.

Table 3: Distribution of Respondents by PPE provided

PPE	Frequency	Percent
Gloves	4	2.3
Overcoat/Dust Coat	2	1.1
Gloves & Masks	35	20.1
Gloves & Boots	2	1.1
Gloves & Overcoats/Dust coats	2	1.1
Gloves, Masks, Boots, and Dust coats	129	74.1
Total	174	100

Table 3 illustrates that the health workers at the facility are mainly provided with an assortment of PPE, including gloves, masks, boots, and dust coats (74.1%). Similarly, gloves and masks (20.1%) are also some of the PPE that are being provided by the facility in reasonably large numbers. This finding tends to illustrate that PPE is provided to cater to diverse risks that the health workers are exposed to.

The researcher therefore proceeded to request the sampled healthcare workers to rate their agreements with regards to the PPE provided by the hospital as:: 1= strongly disagree; 2=Disagree; 3=Neither Agree nor Disagree; 4=Agree and 5 = strongly agree. Table 4 presents the results.

Table 4: Influence of Hospital-Provided PPE

Personal Protective Equipment	%	%	%	%	%	M	SD
Adequate PPE is provided to enhance source segregation	2.3	5.7	8.0	34.5	49.4	4.23	.982
All used PPEs are immediately replaced when worn out thus enhancing proper source segregation practices	5.7	9.2	00	46.6	38.5	4.18	.824
PPE at the workplace has enhanced source segregation and significantly minimized injuries	5.7	9.2	11.5	44.3	29.3	3.82	1.126
Aggregated Mean for PPE						4.08	.977

Results in Table 4 illustrate that the respondents agreed (M=4.08; SD=.977) that the hospital-provided PPE has influenced source segregation of medical waste. They agreed that adequate PPEs are provided to enhance source segregation (M=4.23; SD=.982); all used PPE are immediately replaced when worn out thus enhancing proper source segregation practices (M=4.18; SD=.824), and that PPE at the workplace have enhanced source segregation and significantly minimizing injuries (M=3.82; SD=1.126).

Additionally, the study also conducted a correlation analysis for purpose of investigating the relationship between hospital-provided PPE and source segregation of MW at the facility. Computed results obtained through the aid of SPSS are presented in Table 5.

Table 5: Correlation between Hospital-Provided PPE and Source Segregation of MW

		Source Segregation of MW	Hospital-provided PPE
Source Segregation of MW	Pearson Correlation	1	.269**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	174	174
Hospital-provided PPE	Pearson Correlation	.269**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	174	174

****.** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Table 5 depicts that the Pearson Correlation between hospital-provided PPE and source segregation of MW is 0. 269**, and is significant at 0.000 ($p < 0.05$). It shows that there is a significant and positive relationship between hospital-provided PPE and source segregation of MW at the hospital. This implies that with improvement in the provision of PPE by the hospital, source segregation of MW stands to improve at the facility.

Availability of Color-Coded Containers

The study also enquired from the sampled respondents whether the hospital provides color-coded containers for waste segregation and whether the containers are clearly labeled according to types of waste. In this regard, all the respondents (100%) agreed that color-coded containers were being provided by the hospital. Asked whether the color-coded containers are well labeled, some 4% of the sampled health workers (n=7) indicated that the containers were not clearly labeled according to types of waste, while 96% of the respondents indicated that the containers were clearly labeled (Table 6). This finding implies that the health facility has made an effort to provide containers for collecting MW which are, to a large extent, labelled.

Table 6: Labeling of Color-Coded Containers

Response	Frequency	Percent
Yes	167	96.0
No	7	4.0
Total	174	100

The respondents were further asked to indicate the extent of their agreement with statements regarding available color-coded containers for source segregation at the JOOTRH using a scale of 1 to 5 as: 1= strongly disagree; 2=Disagree; 3=Neither Agree nor Disagree; 4=Agree and 5 = strongly agree. Table 7 presents the distribution of responses on available color-coded containers for source segregation.

Table 7: Available Color-coded Containers for Source Segregation of MW

Color-Coded Containers	%	%	%	%	%	N	SD
There are enough color-coded containers to support source segregation	6.9	6.9	15.5	33.3	37.4	3.87	1.191
The color-coded containers are properly labelled hence adequately supporting source segregation	4.0	4.6	14.9	30.5	46.0	4.10	1.073
The containers are immediately emptied to enhance source segregation	4.6	2.9	8.6	27.6	56.3	4.28	1.051
Aggregated Mean for Containers						4.08	1.105

Table 7 illustrates that the sampled health workers largely agreed (M=4.08; SD=1.105) that the available color-coded containers at JOOTRH have enhanced source segregation. Specifically, they agreed that the containers are immediately emptied to enhance source segregation (M=4.28; SD=1.051), the color-coded containers are properly labeled hence adequately supporting source segregation (M=4.10; SD=1.073), and that there are enough color-coded containers to support source segregation (M=3.87; SD=1.191)

which have continuously enhanced source segregation in the various work stations of the health workers. However, 16.1% of the health workers did not agree that containers for collecting waste are often immediately emptied and that the PPE provided at the health facility is adequate. Similarly, 23.5% of the respondents did not agree that color-coded containers are properly coded.

The qualitative findings from interviews indicated that procurement of color-coded containers is often done through the normal supply chain process. Consequently, a lot of delays are sometimes experienced due to procurement processes being tedious and long. A statement gathered from one head of the department was:

The department has an obligation to provide the necessary waste collection containers, which are clearly labeled in sufficient quantities and on time. Similarly, the department has also been providing each health worker with the necessary PPE and replacing the same every year. However, while delays are often noted in providing color-coded containers due to hitches arising from the procurement department, the provision of PPE, such as boots and overcoats, is done on a yearly basis to each health worker.

It is emerging from the statement attributed to the head of the department that inadequacies regarding the provision of color-coded containers and PPE to health workers are due to logistical or procurement problems at the facility.

Similarly, the respondents were asked to indicate whether the containers are often emptied as soon as they are filled up. To this end, 94.8% stated that they are often emptied as soon as they are filled up while 5.2% indicated that they are not. In further inquiry as to how the health workers have been coping with un-emptied filled-up containers, outstanding coping approaches include:

We often improvise empty boxes that have been used to carry papers or health items such as medicine and potable equipment. When faced with limited options, we just mix the waste into any container that still has space. The findings in the preceding paragraph demonstrate that in a number of circumstances, the health workers would fail to segregate medical waste at source. The health workers in such circumstances take the risky avenue of mixing the medical waste. This is a recipe for injuries and exposure to hazards for waste handlers.

During field observations, the researcher observed that in several workstations such as outpatient clinics and laboratories, waste collection bags had more than one category of waste. Figure 1 presents one picture taken of a container with more than one type of waste.



Figure 1: A Red Coded Container with Mixed Medical Waste



Figure 2: A Picture showing a bag of Non-Infectious Waste containing Sharps and Gauze

Figure 1 shows a red labeled bag supposed to contain pathological waste having bandages and cotton swabs with body fluids alongside needles. Similarly, while black containers are supposed to carry non-infectious waste such as papers and packaging materials as well as food waste, we can see in Figure 2 that sharps and gauze are in the container. This tends to suggest that, the health workers in these workstations do not have many options with regard to the right waste collection bag for disposing of MW. This reflects situational impediment which tends to control the health workers' ability to segregate waste at source, a critical element of perceived behavioral control (PBC) as provided in the theory of planned behavior guiding a person's attitude to perform a behavior (Strydom, 2018).

Additionally, the study conducted correlation analysis to establish the relationship between the availability of color-coded containers and source segregation of MW at the hospital. The computed correlation results obtained through the aid of SPSS are presented in Table 8.

Table 8: Correlation between Hospital-Provided PPE and Source Segregation of MW

		Source Segregation of MW	Hospital–provided PPE
Source Segregation of MW	Pearson Correlation	1	.269**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	174	174
Hospital–provided PPE	Pearson Correlation	.269**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	174	174

****.** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Table 8 shows that the Pearson Correlation between hospital-provided PPE and source segregation of MW is 0.269**, and is significant at 0.000 ($p < 0.05$). It shows that there is a significant and positive relationship between hospital-provided PPE and source segregation of MW at the hospital. This implies that with improvement in the provision of PPE by the hospital, source segregation of MW stands to improve at the facility.

Relationship between Hospital Waste Management Infrastructure and Source Segregation of MW

This study further investigated how the hospital waste management infrastructure influences source segregation of MW through regression analysis. To attain this, the study first assessed the level or extent of source segregation of MW by requesting the respondents to indicate the level of their agreement to statements related to the separation of biomedical waste as: **1-** Strongly Disagree; **2-** Disagree; **3-** Undecided; **4-** Agree; **5-** Strongly Agree. Results computed generated percentages (%), mean (M), and standard deviation (SD), as presented in Table 9.

Table 9: Extent of Source Segregation

Source Segregation Practices	1	2	3	4	5	M	SD
	%	%	%	%	%		
Every worker puts <i>Microbiological waste</i> (live or attenuated vaccines, waste from biological testing, tissues, etc) in RED RED-labeled container	5.7	9.2	00	46.6	38.5	4.18	.824
Every worker puts <i>Pathological Waste</i> (e.g. blood, serum, plasma, and other blood components, etc) in YELLOW labeled containers	2.3	5.7	8.0	34.5	49.4	4.23	.982

Every worker puts <i>Sharp</i> (e.g. used syringes with needles and without needles, Scalpels, Blades, Broken ampoules, etc) in BLUE labeled leak-proof and puncture-resistant container	6.9	6.9	15.5	33.3	37.4	3.87	1.191
Every worker puts <i>Pharmaceutical waste</i> (expired pharmaceuticals, masks, bottles or boxes containing pharmaceuticals, etc) in BROWN labeled containers	5.7	9.2	11.5	44.3	29.3	3.82	1.126
Every worker puts <i>Chemical waste</i> (used chloroform, trichloroethylene, film developer, xylene, methanol, etc) in ORANGE containers	4.6	2.9	8.6	27.6	56.3	4.28	1.051
Each worker puts <i>Radioactive waste</i> (unused liquids from radiotherapy, contaminated glassware, etc) in SILVER containers	2.9	3.4	13.8	38.5	41.4	4.12	.969
Overall Mean						4.08	1.02

Results presented in Table 9 illustrate that the primary respondents agreed (M=4.08; SD=1.02) that source segregation is practiced in the facility. This implies that in their daily service delivery duties, the healthcare workers often make efforts to ensure that medical wastes are separated at source by color code. They indicated that Microbiological waste (M=4.18; SD=.824), Pathological Waste (M=4.23; SD=.982), Sharp (M=3.87; SD=1.191), Pharmaceutical waste (M=3.82; SD=1.126), Chemical waste (M=4.28; SD=1.051), and Radioactive waste (M=4.08; SD=1.02) are being properly segregated at source in the facility. Qualitative data from interviews with the heads of departments also highlighted that the healthcare workers often ensure that source segregation of MW is properly carried out. A statement by one officer read:

Healthcare workers in all departments offering treatment services to patients understand the importance of source segregation. They often endeavor to separate each type of waste in their respective containers or bags. However, incidents of certain waste being placed in the wrong containers might be due to overwhelming situations when the healthcare worker is receiving an abnormally high number of patients and the containers are filled up. In case the replacement takes a long time while waste generation is high, some workers will just place waste in the nearest container.

Sentiments of the head of the department portray that when under pressure, healthcare workers will collect MW in the most convenient containers irrespective of the requirement to abide by color-coding segregation guidelines.

The study further conducted a linear regression analysis to determine the nature and direction of the relationship between hospital waste management infrastructure and source segregation of MW) at the JOOTRH. An analysis of variance was first performed to compare variation across the means of the variables. This was carried out using analysis of variance (ANOVA). Table 10 presents the ANOVA.

Table 10: Analysis of Variance

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	18.968	1	18.968	107.397	.000 ^b
	Residual	30.377	172	.177		
	Total	49.345	173			

a. Dependent Variable: Source Segregation of MW at the JOOTRH

b. Predictors: (Constant), Hospital WM infrastructure

Table 10 illustrates that hospital infrastructure is a significant predictor of source segregation at the JOOTRH { $F_{(1, 173)} = 107.397$, $P < 0.05$ }. The significance value in this case is 0.000, which is less than 0.05 ($P < 0.05$). Thus, hospital WM infrastructure is significant in explaining the variation in source segregation of MW at the JOOTRH. The relative importance of the coefficients of hospital infrastructure in predicting source segregation of MW at the JOOTRH is presented in Table 11.

Table 11: Regressions for Hospital Infrastructure and Source Segregation

	R	R²	Adjusted R²	Std. Error	Change Statistics				
					R² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.620 ^a	.384	.381	.420	.384	107.397	1	172	.000

a. Predictors: (Constant), Hospital WM infrastructure

The R Square for hospital infrastructure shown in Table 11 is .384 ($R^2 = .384$). This implies that waste management infrastructure at the hospital has the potential to contribute 38.4% unit changes in source segregation of medical waste. Such changes are also significant (Sig $F = .000$).

The study additionally analyzed the linear relationship between hospital infrastructure for waste management (independent variable) and source segregation of MW (dependent variable). This relationship was analyzed through the computation of the beta coefficient (β). Table 12 presents the computed beta coefficient for hospital waste management infrastructure.

Table 12: Beta coefficient (β) for Hospital Waste Management Infrastructure

	Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.570	.204		7.686	.000
	Hospital WM infrastructure	.513	.049	.620	10.363	.000

a. Dependent Variable: Source segregation of medical waste

Findings from the model in Table 12 present the actual influence of the coefficients of the independent variable (hospital waste management infrastructure) on the dependent variable (source segregation of MW) at the JOOTRH. The unstandardized beta for hospital WM infrastructure is .513. This implies that hospital WM infrastructure causes .513 unit improvement in source segregation of MW at the JOOTRH.

Discussion

This finding illustrates that the PPE provided is adequate and caters to diverse risks that the health workers are exposed to. Adequate PPEs are provided to enhance source segregation; all used PPE are immediately replaced when worn-out thus enhancing proper source segregation practices, and that PPE at the workplace has enhanced source segregation and significantly minimized injuries. The use of PPE as an important strategy for protecting healthcare workers from contamination and preventing the spread of pathogens even in patients has also been established by several past studies (Khanal, et al, 2021; Reddy et al, 2023). However, the study has also established that sometimes healthcare workers are forced to work with unsuitable PPE due to the inability of the administration to provide the same on time. Indeed sub-optimal use of PPE is a problem that has been prevalent in several public hospitals especially primary health facilities in Kenya, as shown in a study done in Mombasa by Macharia (2018). There are therefore occasions when healthcare workers attend to their duties in inappropriate PPE.

The study has also established that the available color-coded containers at JOOTRH have enhanced source segregation: the containers are immediately emptied, are properly labeled, and there are enough color-coded containers. This finding implies that the JOOTRH has made a considerable effort to abide by the Standard Operating Procedures (SOP) of 2016 which articulates the requirements that ought to be met by entities that generate biomedical waste in Kenya (Republic of Kenya, 2016). The 2016 SOP outlines that each health facility should have healthcare waste management equipment including Color-coded bins, bin liners, and PPEs. Inappropriate coding and inadequacy of color-coded bins, however, are noted as being impediments,

alongside work overload. This observation concurs with the requirements that for segregation to be successfully implemented at source, health workers need to work for less than 40 hours as highlighted in Ibrahim et al (2023).

Conclusions

The study concludes that the health workers at the facility under this study are provided with adequate PPE such as gloves, masks, boots, and dust coats at their workstations. It is also concluded that clearly labeled color-coded containers are provided by the facility. It is additionally concluded that the hospital waste management infrastructure at the JOOTRH has enhanced source segregation of medical waste, except for occasional incidents of shortages of PPE and color-coded containers arising from procurement process delays. Hospital waste management infrastructure has a significant influence on source segregation at the facility.

Recommendations

Waste management infrastructure has been established to have a significant influence on source segregation and incidents of shortage of PPE and color-coded containers are due to procurement delays. The study therefore recommends that processes for procuring PPE and colour-coded bags should be made seamless to reduce instances of inadequacies in the waste management infrastructure.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

References:

1. Abuka, K. O. (2023). *Drug consumption and expenditure patterns at the Jaramogi Oginga Odinga Teaching and Referral Hospital*. Unpublished thesis submitted to the University of Nairobi.
2. Abuka, K., Oluka, M., Guantai, E., Okalebo, F., & Okumu, M. O. (2023). An analysis of pharmaceutical inventory management at a leading teaching and referral hospital in Kenya. *Qeios*, 5(2023), 1 -15.
3. Adu, R. O., Gyasi, S. F., Essumang, D. K., & Otabil, K. B. (2020). Medical Waste-Sorting and Management Practices in Five Hospitals in Ghana. *Journal of environmental and public health*. <https://doi.org/10.1155/2020/2934296>.
4. Bannour, R., Cheikh, A. B., Bhiri, S., Ghali, H., Khefacha, S., Rejeb, M. B., & Laatiri, H. S. (2024). Impact of educational training about

- healthcare waste management on practices skills of healthcare workers: a pre-experimental study in a tertiary Tunisian hospital. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 13(1), 122.
5. Borowy, I. (2020). Medical waste: the dark side of healthcare. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 27(suppl 1), 231-251.
 6. Chepchirchir, C., & Ngoye, B. (2024). Factors Influencing Adherence to Hazardous Waste Management Policy Frameworks among Health Workers in Private Hospitals in Nairobi County-Kenya. *International Journal of Developing Country Studies*, 6(1), 15-35.
 7. Dawadi, S., Shrestha, S., & Giri, R. A. (2021). Mixed-Methods Research: A Discussion on its Types, Challenges, and Criticisms. *Journal of Practical Studies in Education*, 2(2), 25-36.
 8. Hassan, A. A., Tudor, T., & Vaccari, M. (2018). Healthcare waste management: A case study from Sudan. *Environments*, 5(8), 89.
 9. Hosseinpour, S., Dadashi, T., & Mohammadi, A. (2024). Comprehensive analysis of hospital solid waste levels and HSE risks using FMEA technique: a case study in northwest Iran. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100646.
 10. Ibrahim, M., Kebede, M., & Mengiste, B. (2023). Healthcare waste segregation practice and associated factors among healthcare professionals working in public and private hospitals, Dire Dawa, eastern Ethiopia. *Journal of Environmental and Public Health*, 2023(1), 8015856.
 11. Kanatas, P. (2023). The importance of investing in modern waste infrastructure: a path towards sustainable development. *Environ Waste Management Recycling*, 6 (2), 138.
 12. Khanal, A., Sondhi, A., & Giri, S. (2021). Use of personal protective equipment among waste workers of Sisdol landfill site of Nepal. *International Journal of Occupational Safety and Health*, 11(3), 158- 164.
 13. Lodha, N. K., Murari, K., Mewara, B., Sharma, G., & Varma, M. (2023). "Bio-Medical Waste Management Segregation Study Importance of the Environment and Living Organisms. *International Clinical and Medical Case Reports Journal*, 2(14), 1-6.
 14. Macharia, B. K. (2018). *Appropriateness of Personal Protective Equipment against Bio-Hazards Exposure in Public Primary Healthcare Facilities in Mombasa County, Kenya*. Unpublished master thesis submitted to JKUAT.
 15. Magu, D., Chelogoi, E., & Obegi, G. (2021). Health care waste handling practices among health care workers at Kenyatta National &

- Referral Hospital–Kenya. *East African Medical Journal*, 98(3), 3559-3570.
16. Nowakowski, P., Kuśnierz, S., Sosna, P., Mauer, J., & Maj, D. (2020). Disposal of personal protective equipment during the COVID-19 pandemic is a challenge for waste collection companies and society: a case study in Poland. *Resources*, 9(10), 116.
 17. Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. New York, NY: McGraw-Hill.
 18. Padmanabhan, K. K., & Barik, D. (2019). Health hazards of medical waste and its disposal. In *Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation* (pp. 99-118). Woodhead Publishing.
 19. Reddy, S. C., Valderrama, A. L., & Kuhar, D. T. (2019). Improving the use of personal protective equipment: applying lessons learned. *Clinical Infectious Diseases*, 69(Supplement 3), 165-170.
 20. Shorten, A. and Smith, J. (2017). Mixed methods research: Expanding the evidence base. *Evidence-Based Nursing*, 20(3), 74 –76.
 21. Strydom, W. F. (2018). Applying the theory of planned behavior to recycling behavior in South Africa. *Recycling*, 3(3), 43.
 22. World Health Organization (WHO, 2005). Management of solid healthcare waste at primary healthcare centers (a Decision-Making Guide) Geneva, Switzerland. pp. 36-37.
 23. World Health Organization (WHO, 2018). *Health Care Waste*. Disponible.
 24. Yamane, T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis*, 2nd Ed. New York: Harper and Row.

Etude diagnostique de la fertilisation du concombre à San Pedro au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire

Victorine Hien

Département Agriculture et innovation technologique,
Université Polytechnique de San Pedro, Côte d'Ivoire

Moïse N'guetta Ehouman

Département d'écologie,
Université Nagui Abrogoua d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Souleymane Diomande

Olayossimi Adechina

Département Agriculture et innovation technologique,
Université Polytechnique de San Pedro, Côte d'Ivoire

Seydou Tiho

Département d'écologie,
Université Nagui Abrogoua d'Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p71](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p71)

Submitted: 25 February 2025

Accepted: 19 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Hien V., Ehouman M.N., Diomande S., Adechina O. & Tiho S. (2025). *Etude diagnostique de la fertilisation du concombre à San Pedro au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 71. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p71>

Résumé

Il y a un déficit en fruits et légumes en Côte d'Ivoire selon Bon et al (2018). Il peut être dû à plusieurs raisons. L'objectif de cette étude est de montrer que, la mauvaise combinaison des doses d'engrais organique et inorganique pourrait contraindre l'atteindre du rendement référentiel moyen du concombre qui est 20 tonnes/ha. Dans cette optique, à l'issu d'une préenquête, 30 productrices de concombre du groupement Yobié-Nien de DAFCI de San Pedro ont été interrogées individuellement à travers un questionnaire. Le logiciel R a été utilisé. Le test non paramétrique de comparaison de la moyenne (t) de Mann Whitney a montré que la moyenne de masse d'azote apportée par les productrices de $100,76 \pm 79,79$ kg/ha est significativement inférieure à la valeur référentielle qui est 150 kg/ha. Le même test a présenté un rendement moyen de $5,62 \pm 2,98$ t/ha significative

inférieure à la valeur référentielle qui est 20 t/ha. La corrélation positive faible (0,48) entre la masse d'azote total et le rendement a montré que la masse total d'azote contenue dans la fiente de poulets +sciure et le NPK 12 22 22 n'a pas optimisé le rendement de la majorité des productrices. En perspective, dans le cadre de la recherche, les données de la productrice 1, serviront de bases pour la détermination de la masse d'azote qui permettra de couvrir les besoins du concombre à travers des essais pour atteindre le rendement référentiel de 20 t/ha. Cette démarche pourrait être appliquer à d'autres cultures et pourrait contribuer à résoudre le problème du déficit en fruits et légumes pour une sécurité alimentaire durable en Côte d'Ivoire.

Mots-clés: Enquêtes, rendement référentiel, azote, engrais, maraîchers

Diagnostic study of cucumber fertilization in San Pedro, southwest of Côte d'Ivoire

Victorine Hien

Département Agriculture et innovation technologique,
Université Polytechnique de San Pedro, Côte d'Ivoire

Moise N'guetta Ehouman

Département d'écologie,
Université Nagui Abrogoua d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Souleymane Diomande

Olayossimi Adechina

Département Agriculture et innovation technologique,
Université Polytechnique de San Pedro, Côte d'Ivoire

Seydou Tiho

Département d'écologie,
Université Nagui Abrogoua d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

There is a deficit in fruits and vegetables in Ivory Coast, according to Bon et al (2018). It may be due to several reasons. The objective of this study is to show that the poor combination of doses of organic and inorganic fertilizer could constrain the achievement of the average reference yield of cucumber, which is 20 tons/ha. With this in mind, 30 producers who specifically produce cucumber from the Yobié-Nien group of DAFCI of San Pedro were interviewed individually through a questionnaire. R software was used. The non-parametric test for comparison of the mean (t) of Mann-Whitney showed that the average mass of nitrogen provided by the producers of 100.76 ± 79.79 kg/ha is significantly lower than the reference value which

is 150 kg/ha. The same test presented an average yield of 5.62 ± 2.98 t/ha, significantly lower than the reference value, which is 20 t/ha. The weak positive correlation (0.48) between the total nitrogen mass and yield showed that the total nitrogen mass contained in chicken manure + sawdust and NPK 12 22 22 did not optimize the yield of the majority of producers. In perspective, in the research framework, the data of producer 1 will serve as a basis for determining the nitrogen mass that will cover the needs of cucumber through trials to achieve the reference yield of 20 t/ha. This approach could be applied to other crops and could contribute to solving the problem of fruit and vegetable deficit for sustainable food security in Côte d'Ivoire.

Keywords: Investigation, benchmark yield, nitrogen, fertilizer, market gardeners

Introduction

En agriculture, la photosynthèse utilise des éléments de l'environnement tels que le phosphore (P), le potassium (K) et l'azote (N). Dans la nutrition minérale végétale, l'Azote est un des composés le plus important car sa carence ou son excès occasionne un rendement faible (Habbib, 2017). Un engrais est une substance naturelle ou synthétique utilisée seule ou combinée, destinée à apporter aux plantes cultivées des éléments nutritifs, pour améliorer leur croissance et leur rendement (Mounirou, 2022). Les engrais chimiques, organiques et organo-minéraux sont utilisés pour maximiser les productions afin de répondre aux besoins alimentaires des populations de plus en plus croissantes (Coly et al, 2018). Les composés nutritifs secondaires sont le calcium (Ca), le magnésium (Mg) etc. (Bouزيد, 2022). Les engrais ont plusieurs origines dont l'air (L'azote), les gisements naturels (Phosphate, potassium etc.) ou d'origine industrielle (Tournis et Rabinovitch, 2009). Selon Knittel (2019), les engrais organiques sont des résidus d'élevage ou végétal recyclés (fumiers, résidus agricoles etc.). Les engrais organo-minéraux sont composés à la fois d'éléments organiques et d'éléments minéraux (Knittel, 2019). En Côte d'Ivoire, la filière horticole ne réussit pas encore à couvrir les besoins alimentaires de la population en fruits et légume (FAO, 2022). En effet, il faudrait 1 800 000 t/an de fruits et légumes (Bon et al., 2018). Or, la consommation actuelle est de 920 000 t/an pour une production de 750 000 t/an. Le déficit de 170 000 t/an est importé (Bon et al., 2018). Pour mieux appréhender cette situation, une étude diagnostique de la fertilisation du concombre a été faite. Ainsi, l'objectif de cette étude est de montrer que, la combinaison des doses d'engrais organique et inorganique peut avoir des effets négatifs sur le rendement référentiel du concombre.

Méthodologie

Site de l'étude

Le site de l'étude se trouve dans le district du basassandra, spécifiquement à San Pedro, en Côte d'Ivoire. San Pedro est une ville balnéaire, située à 334 km d'Abidjan, la capitale économique (Awal et al. 2021). Il s'y trouve 5 sites maraîchers majeurs. Celui de l'Autorité de Régulation des Télécommunications de Côte d'Ivoire (ARTCI), constitué de vallées, a été le lieu de nos investigations. Il se situe entre 5° 1' 15" latitude nord et 6° 46' 45" longitude ouest (figure 1). Avec une superficie de 5 ha selon l'agent d'encadrement de l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER), plusieurs maraîchers y cultivent parce que plus proche des lieux d'habitations de ceux-ci.

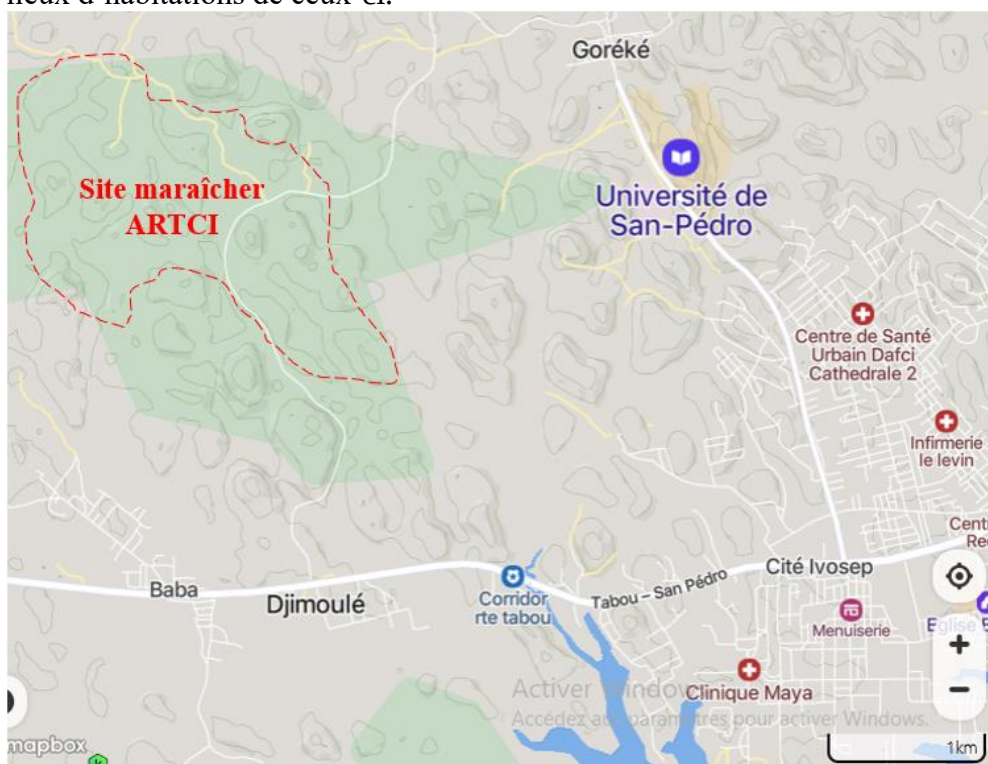


Figure 1 : Localisation du site maraîcher ARTCI (<https://mapcarta.com/fr/W957842111>)

Matériel et méthode

Le matériel est composé d'appareil photo, ordinateur, des fiches de collecte de données, des bottes, etc.

Quant à la méthode, un questionnaire a été élaboré afin d'interroger individuellement 60 maraîchers du groupement Yobié-Nien de DAFCI de San Pedro pour mettre en exergue les pratiques agricoles et les méthodes de fertilisation. A l'issue d'une préenquête, le concombre poinsett a été la culture

majoritairement pratiquée par 30 femmes. Celles-ci ont été retenues après analyse des fiches d'enquête pour la suite de l'étude. Elles utilisent la litière de ferme qui est composée de la fiente plus la sciure de bois et le NPK respectivement des résidus orgiaques et de l'engrais chimique. Ainsi, les masses d'azote dans la fiente de poulet plus la sciure de bois et dans le NPK 12 22 22 ont été identifiées. La somme de celles-ci a été faite pour obtenir la masse d'azote total afin de connaître les niveaux de couverture des besoins du concombre par les productrices car il est de 150 kg/ha (Gazeau et al., 2012). La recherche bibliographique a permis de connaître les besoins en azote du concombre qui est de 150 kg/ha (Gazeau et al., 2012). Selon la réglementation des engrais, dans 100 kg du NPK 12 22 22, il y a 12 kg d'azote (IFDC, 2022). Gazeau et al., 2012, ont montré que dans 11000 kg de fiente de poulets +sciure de bois, il a y 170 kg d'azote. Le logiciel R a été utilisé. Le test de de comparaison Mann Whitney a été réalisé pour connaître la moyenne de masse d'azote apportée par les productrices et la comparer à la masse référentielle de couverture des besoins en azote du concombre. Une corrélation a été faite pour évaluer l'effet de la masse d'azote total sur le rendement.

Le coefficient de minéralisation de la fiente de poulets =1.

Le coefficient de minéralisation du NPK=1.

La valeur 1 du coefficient de minéralisation a été prise parce que ceux des résidus ne sont pas connus. Or, c'est une valeur non nulle.

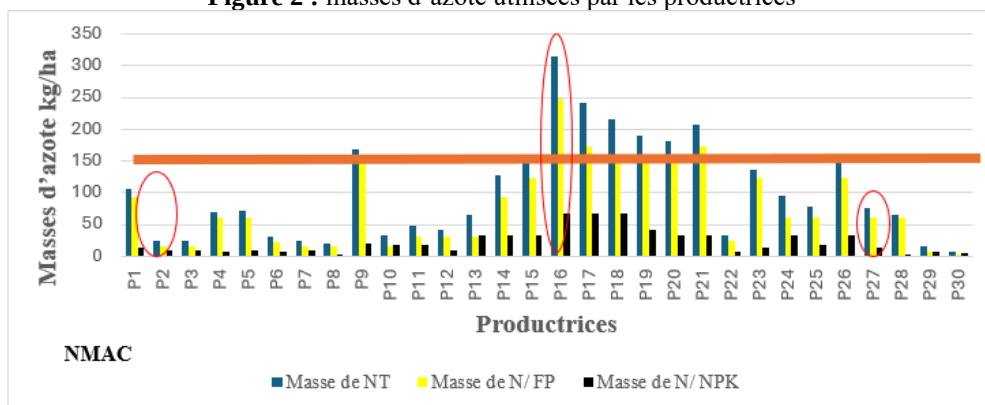
Résultats

Variabilité de la masse d'azote par masses d'engrais utilisées pour le concombre

La figure 2 présente la variabilité des masses d'azote (N) dans les masses d'engrais utilisées par les productrices de concombre. La productrice 16 a utilisé plus de masse d'azote total (315 kg/ha). Cette masse totale d'azote contient 247 kg/ha provenant des fientes de poulets (FP) + la sciure de bois (SB) et 68 kg/ha du NPK. Les correspondances de ces masses en produits bruts sont respectivement 17729 kg des FP + SB équivalant à 177,29 sacs de 100 kg et 567 kg de NPK correspondant à 5,66 sacs de 100 kg. La productrice 1 a utilisé une masse moyenne d'azote total de 106 kg/ha. Celle-ci contient 93 kg/ha provenant des FP + SB et 13 kg/ha du NPK. Les correspondances de ces masses en produits bruts sont respectivement 6017,65 kg des fientes de poulet (FP) + la sciure de bois (SB) correspondant à 60,18 sacs de 100 kg et 13 kg de NPK équivalant à 1,1 sacs de 100 kg. La productrice 28 a utilisé moins de masse d'azote total (65 kg/ha). Cette masse totale d'azote contient 62 kg/ha provenant des fientes de poulets (FP) + la sciure de bois et 3 kg/ha du NPK. Les correspondances de ces masses en produits bruts sont respectivement 4011,76 kg de FP + SB équivalant à 40,12 sacs de 100 kg et 25 kg de NPK équivalant à 0,25 sacs de 100 kg. Par ailleurs, selon le test non paramétrique

Mann Whitney la moyenne des masses totales d'azote (N) des productrices est $100,76 \pm 79,77 \text{ kg/ha}$ $p = 0,00032 \leq 0,05$.

Figure 2 : masses d'azote utilisées par les productrices

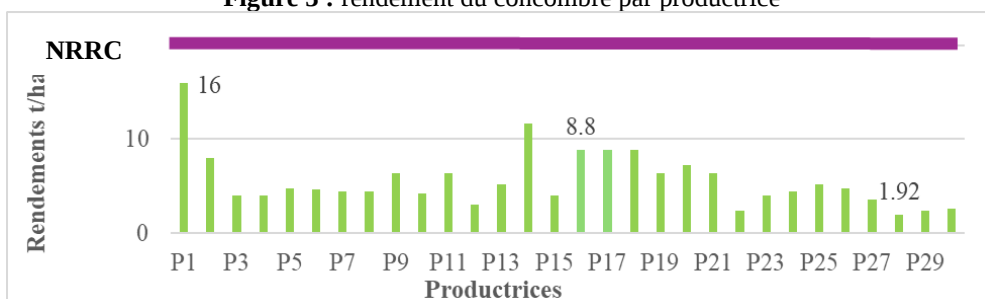


NMAC : Niveau maximum d'azote qui couvre les besoins en azote du concombre
(Chambre D'agriculture Martinique, 2014)

Effets de la variabilité de la masse d'azote sur le rendement du concombre

La figure 3 présente la variation du rendement de chaque productrice. La productrice 1, a le rendement le plus important de 16 t/ha, qui tend vers le rendement référentiel de 20 t/ha. La productrice 16, a environ la moitié du rendement (8,8 t/ha) de la productrice 1. Quant à la productrice 28, le rendement est très faible (1,92 t/ha). Le test non paramétrique de comparaison de la moyenne (t) de Mann Whitney a montré un rendement moyen des productrices est $5,62 \pm 2,98 \text{ t/ha}$.

Figure 3 : rendement du concombre par productrice



NRRC : niveau du rendement référentiel du concombre

Corrélation (r) entre le rendement et les masses d'azote

Le tableau 1 ci-dessous, montre une corrélation positive et faible entre les masses d'azotes (N) de la fiente de poulets +sciure, du NPK 12 22 22 par rapport au rendement du concombre. Par ailleurs, il a y également, une corrélation positive et faible entre la somme des masses d'azotes de la fiente de poulets +sciure et du NPK 12 22 22 par rapport au rendement du concombre.

Tableau 1 : Corrélation (r) entre la masse d'azote et le rendement

Désignations	Valeur de la Corrélation (r)
Corrélation (r) entre la masse d'azote (N) contenue dans la fiente de poulets +sciure et le rendement	0,46
Corrélation (r) entre la masse d'azote (N) contenue dans le NPK 12 22 22 et le rendement	0,47
Corrélation (r) entre la masse total d'azote (N) contenue dans la fiente de poulets +sciure et le NPK 12 22 22 par rapport au rendement	0,48

Discussion

Variabilité de la masse d'azote par masses d'engrais utilisées pour le concombre

La variabilité de la masse d'azote par masses de résidu organique pour une même superficie cultivée serait due aux caractéristiques différentes des résidus organiques. En effet. Les résidus de ferme de poulets sont de deux ordres qui sont ceux des poulets de chairs et ceux des pondeuses (CIRAD et ROGEAD, 2017). Selon Chabalier et al, 2006, les résidus issus des fermes de pondeuses sont plus riches et augmentent le rendement par rapport à ceux des poulets de chaires. Or, selon les productrices, leurs livreurs n'ont jamais parlé d'une catégorisation de ces résidus. Selon celles-ci, aucune d'elle n'a bénéficié de formation sur les techniques culturales (Lecuyer et al., 2013). Par conséquent, elles fertiliseraient sans tenir compte des besoins réels de la culture mais plutôt de la superficie qu'elles emblavent (Goffart et al 2013).

Effets de la variabilité de la masse d'azote sur le rendement du concombre

La productrice 16 qui a utilisé une masse plus importante d'azote total au-delà de la référence, n'a pas eu le meilleur rendement. Cela signifierait, Selon Habbib, 2017, que l'excès d'azote apporté, aurait provoqué une croissance végétative excessive au détriment des fruits. Il aurait contraint la maturation des fruits et aurait provoqué une plus grande sensibilité aux nuisibles. Aussi, un excès d'azote pourrait créer une acidité du sol d'où la modification du pH. Cet état de fait pourrait engendrer une assimilation non optimale de l'azote par les plantes (Carof et al., 2018). Cette acidité occasionnerait des antagonismes entre l'azote, le phosphore, le calcium, le bore, le fer et le zinc (Bouزيد, 2022). Ce qui pourrait induire un rendement faible. Selon le même auteur, un déficit en azote, rendrait les plantes chétives, avec une croissance réduite et un feuillage peu coloré qui serait occasionné par une photosynthèse mal-faite. Par conséquent, le rendement serait faible. Cela a été visible, au niveau de la productrice 28, qui a eu le plus faible rendement en utilisant une masse totale d'azote plus faible. Quant à la productrice 1, le rendement plus proche du référentiel, s'expliquerait par l'usage plus rationnel de masse totale d'azote, avec une masse total d'azote

légèrement au-dessus de la moyenne de l'ensemble des productrices (Gazeau et al., 2012).

Corrélation (r) entre le rendement et les deux types d'apport d'azote et la somme des azotes

La corrélation (r) faible des masses d'azote contenues dans la fiente de poulets +sciure, le NPK 12 22 22 et la somme des azotes par rapport au rendement signifierait que, celles-ci ne couvrent pas les besoins du concombre. Le test non paramétrique Mann Whitney l'a bien signifié avec une moyenne des masses totales d'azote des productrices qui est $100,76 \pm 79,77$ kg/ha. En effet, des niveaux faibles d'azote dans le sol peuvent réduire l'absorption de certains nutriments, tels que le phosphore, le calcium, le bore, le fer et le zinc. Le phosphore joue un rôle crucial dans la photosynthèse, le métabolisme énergétique (le transport et la production des sucres et des protéines), dans la constitution des protéines, et sur le développement des racines, des graines et des fruits (Bouزيد, 2022). De plus, selon Habbib, 2017, si l'azote n'est pas absorbé de façon optimale par la plante, le rendement pourrait être faible.

Conclusion

A l'issu de cette étude diagnostique de la fertilisation du concombre, il ressort une variabilité de la masse totale d'azote contenues dans les masses d'engrais utilisées par les productrices. Ces masses d'azotes n'ont pas permis d'atteindre le rendement référentiel moyen du concombre qui est en moyenne 20 t/ha. Les maraîchères ont combiné des masses d'engrais qui ne reflètent pas les besoins réels du concombre. Elles ont été soit très élevées soit très faibles. En recommandations, la structure de vulgarisation doit être plus proche des productrices pour les former aux techniques culturales afin d'optimiser les rendements à cette ère de l'agriculture de précision. En perspective, dans le cadre de la recherche, les données de la productrice 1, serviront de bases pour la détermination de la masse d'azote qui permettra de couvrir les besoins du concombre à travers des essais. Cela pourrait permettre d'atteindre le rendement référentiel de celui-ci pour une sécurité et une souveraineté alimentaire en Côte d'Ivoire.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Awal H. M., Errera M., Bayle C., & Bourjaillat V. (2021). Comment projeter la métropole côtière en devenir, tout en pensant son équilibre entre développement économique et social avec une gestion responsable des biens naturels ? Document contexte. 102 p.
<https://www.ateliers.org > library > get >>
2. Bon H., Fondio L., Dugué P., Coulibali Z., & Biard Y. (2018). Etude d'identification et d'analyse des contraintes à la production maraîchère selon les grandes zones agro-climatiques de la Côte d'Ivoire. PS N°009/FIRCA/DCARA/PRO2M/ RAPPORT D'EXPERTISE. 140 p.
<https://agritrop.cirad.fr/591600/>
3. Bouzid S. (2022). Ecophysiologie végétale. 71 p.
<https://www.studocu.com/row/document/universite-mohammed-premier-oujda/physiologie-et-pharmacie/cours-ecophysiologie-vegetale-l3/47184851>
4. Carof M.1, Laperche A.2, Cannavo P.3, Menasseri S.1, Godinot O.1, Julbault M.2, Manzanares-Dauleux M.2, Guenon R.3, Jaffrezic A.1, Pérès G.1, & Le Cadre E.1. (2018) Valorisation des interactions plante-sol pour la nutrition et la santé des plantes. 13 p
<https://institut-agro-rennes-angers.hal.science/hal-01949953/document>
5. Chabalier P. F., kerchove V. V. & Hervé S. M. (2006). Guide de la fertilisation organique à la réunion. 2 p. <https://www.mvad-reunion.org/wp-content/uploads/2019/10/Guide.pdf>
6. Chambre d'Agriculture Martinique. (2014). Fiche technique concombre. Place d'Armes – 97232 LAMENTIN / SUP.COM.DOC 2. https://martinique.chambreagriculture.fr/fileadmin/user_upload/FAL_commun/publications/Outre-Mer/FIT_Concombre_2014.pdf
7. CIRAD et ROGEAD. (2017). Les pratiques de production et de distribution de la « Fiente de Poulet » en Côte d'Ivoire. 16 p.
https://www.nitidae.org/files/5054ddd1/les_pratiques_de_production_et_de_distribution_de_la_fiente_de_poulet.pdf
8. Coly I., Diop B., & Goudiaby A. O. K. (2018). Effet Du Fumier Sur Le Bilan Des Éléments Nutritifs Des Champs Dans Le Terroir De La Néma Au Saloum (Sénégal). European Scientific Journal September 2018 edition Vol.14, No.27 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857-7431.125-141. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n27p126>
9. FAO. 2022. PROFIL DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES - CÔTE D'IVOIRE. Activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires. 52 p.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/947c7db9-40bf-4bb3-885a-6935de067b17/content>

10. Gazeau G., Bouvard F., & Blaise Leclerc. (2012). Fientes de Volailles. 2p. <https://fr.scribd.com/document/750242431/FientesVolaille-PACA-2012>
11. Goffart J.P., Abras M., & Abdallah F. B. (2013). Gestion de la fertilisation azotée des cultures de plein champ. Perspectives d'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote sur base du suivi du statut azoté de la biomasse aérienne. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2013 17(S1), 221-230.
<https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=9703>
12. Habbib H. (2017). Impacts des systèmes de cultures sur l'efficacité d'utilisation de l'azote chez le blé et le maïs : Influence du travail du sol, des couverts végétaux d'interculture et de l'historique de fertilisation azotée. Thèse de Doctorat. Université de Picardie Jules Verne. 171 p. <https://theses.hal.science/tel-03692930/file/TheseHabbib.pdf>
13. IFDC. (2022). Guide d'information sur le commerce des engrais en Afrique de l'ouest. 112 p. https://ifdc.org/wp-content/uploads/2022/04/FINAL_WAFBIG2022FR_web.pdf
14. Knittel F. (2019). Transformations agronomiques, transitions techniques, dynamiques rurales. Thèse, Université de Bourgogne-Franche-Comté (UFC), Centre Lucien Febvre EA 2273. 138 p.
<http://www.cairn.info/revue-histoire-et-societes-rurales.htm>
15. Lecuyer B., Chatellier V., & Daniel K. (2013). Le marché des engrais, la volatilité des prix et la dépendance de l'agriculture européenne. INRA, UR 1134 (LERECO).
16. Mounirou M.A. (2022). Effet comparé de la fertilisation à base de biochar, engrais organique et engrais chimique sur les éléments minéraux et la production de l'oignon (*Allium cepa* L.) ESJ Natural/Life/Medical Sciences July 2022 edition Vol.18, No.24. pp 47-69.
17. Tournis V., & Rabinovitch M (2009). Géologie, histoire et marché des engrais minéraux. Géologue, n°162. 8 p.
<https://www.geosoc.fr/metiers-formations/domaines-d-activites/environnement-patrimoine/pour-en-savoir-plus/engrais-et-pesticides/213-agriculture-et-engrais-en-france-un-apercu-historique/file.html>
<https://mapcarta.com/fr/W957842111>, consulter le 5 avril 2025.

Laparoscopie dans le diagnostic et la prise en charge de l'endométriose dans un hôpital de référence du Niger

Aliou Zabeirou

Service de chirurgie générale,
chirurgien hôpital général de référence de Niamey, Niger

Boka Tounga Yahouza

Médecin résident de chirurgie générale et digestive, ancien interne des
hôpitaux de niamey, Service de chirurgie générale et viscérale ; hôpital
national de Niamey, Niger

Saidou Adama

Enseignante chercheuse à la faculté des sciences de la santé de Niamey,
(assistante), Service de chirurgie générale, hôpital général de référence de
Niamey, Niger

Ide Kadi

Service de chirurgie générale et viscérale, chirurgienne,
hôpital national de Niamey, Niger

Soumana Diaouga Hamidou

Service de gynécologie et d'obstétrique,
Maternité Issaka Gazobi à Niamey, Niger

Younsa Hama

Enseignant chercheur à la faculté des sciences de la santé de Niamey (Maitre
de conférences agrégé), Service de chirurgie générale, hôpital National
Amirou Aboubacr Diallo de Niamey, Niger

James Didier Lassey

Sani Rachid

Enseignant chercheur à la faculté des sciences de la santé de Niamey
(professeur titulaire), Service de chirurgie générale, hôpital général de
référence de Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p81](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p81)

Submitted: 26 February 2025

Accepted: 16 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Aliou Z., Boka Tounga Y., Saidou A., Ide K., Soumana Diaouga H., Younsa H., James Didier L. & Sani R. (2025). *Laparoscopie dans le diagnostic et la prise en charge de l'endométriose dans un hôpital de référence du Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 81.
<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p81>

Résumé

Introduction: L'endométriose est une pathologie non néoplasique très polymorphe quasi exclusive de la femme en période d'activité génitale, qui se définit par la présence de tissu endométrial en dehors de l'endomètre, susceptible de répondre aux sollicitations hormonales ovariennes. **Méthodologie:** Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive allant du 1er janvier 2020 au 30 mars 2024 soit une période de quatre (4) ans. **Résultats:** Au cours de la période d'étude nous avons répertoriés 1810 actes chirurgicaux toutes chirurgies confondues. Nous avons ainsi retrouvé 17 cas d'utilisation de la coelioscopie pour la prise en charge de l'endométriose, soit une fréquence de 0,93%. La tranche d'âge de 15-24 ans était prédominante dans 7 cas. La moyenne d'âge était de 30,29 ans, avec des extrêmes de 15 à 47 ans. Dans 3 des cas les patientes présentaient un antécédent de kystectomie pour endométriose. Pour motif de consultation les douleurs pelviennes étaient retrouvées chez toutes les patientes. Toutes les patientes avaient réalisé une échographie. Le kyste ovarien était le résultat le plus retrouvé dans 9 des cas. Le stade I de ASRM était le plus retrouvé avec 8 des cas. La kystectomie était l'intervention à la coelioscopie la plus pratiquée dans 10 des cas. Les lésions vésicales étaient les complications à court terme les plus représentées dans 2 cas. **Conclusion:** La cœlioscopie se révèle être un outil essentiel dans la prise en charge de l'endométriose, offrant des bénéfices diagnostiques et thérapeutiques significatifs.

Mots-clés: Cœlioscopie, endometrioses, anatomie pathologie, Niger

Laparoscopy in the diagnosis and management of endometriosis in Niger

Aliou Zabeirou

Service de chirurgie générale,
chirurgien hôpital général de référence de Niamey, Niger

Boka Tounga Yahouza

Médecin résident de chirurgie générale et digestive, ancien interne des
hôpitaux de niamey, Service de chirurgie générale et viscérale ; hôpital
national de Niamey, Niger

Saidou Adama

Enseignante chercheuse à la faculté des sciences de la santé de Niamey,
(assistante), Service de chirurgie générale, hôpital général de référence de
Niamey, Niger

Ide Kadi

Service de chirurgie générale et viscérale, chirurgienne,
hôpital national de Niamey, Niger

Soumana Diaouga Hamidou

Service de gynécologie et d'obstétrique,
Maternité Issaka Gazobi à Niamey, Niger

Younsa Hama

Enseignant chercheur à la faculté des sciences de la santé de Niamey (Maitre
de conférences agrégé), Service de chirurgie générale, hôpital National
Amirou Aboubacr Diallo de Niamey, Niger

James Didier Lassey

Sani Rachid

Enseignant chercheur à la faculté des sciences de la santé de Niamey
(professeur titulaire), Service de chirurgie générale, hôpital général de
référence de Niamey, Niger

Abstract

Introduction: Endometriosis is a highly polymorphic non-neoplastic disease that almost exclusively affects women during their reproductive years. It is defined by the presence of endometrial tissue outside the endometrium, which can respond to ovarian hormonal stimulation. **Methodology:** This is a retrospective and descriptive study conducted from 1 January 2020 to 30 March 2024, representing a period of four (4) years. **Results:** During the study period, we recorded 1810 surgical procedures of all types. We identified 17 cases of laparoscopy use for the management of endometriosis, representing a frequency of 0.93% of cases. The 15-24 age group was the most represented, accounting for 41.18% of cases. The mean age was 30.29 ± 10.48 years, with

extremes ranging from 15 to 47 years. In 17.64% of cases, patients had a history of cystectomy for endometriosis. Pelvic pain was the reason for consultation in 100% of patients. All patients had an ultrasound (n=17). Ovarian cyst was the most common finding in 52.94% of cases. ASRM stage I was the most common, accounting for 47.06% of cases. Cystectomy was the most common laparoscopic procedure performed in 58.82% of cases. Bladder lesions were the most common short-term complications, occurring in 11.76% of cases. **Conclusion:** Laparoscopy proves to be an essential tool in the management of endometriosis, offering significant diagnostic and therapeutic benefits.

Keywords: Laparoscopy, endometriosis, Hospital general of reference of, Niger

Introduction

L'endométriose est une maladie gynécologique bénigne, et chronique dont les localisations les plus communes sont pelviennes. D'autres localisations extra pelviennes plus rares ont été décrites, en particulier au niveau de la vessie, de l'intestin, de l'appendice, de l'ombilic, des sacs herniaires, du poumon, des reins et de la paroi abdominale (Velemir L et al, 2008); (Ayoub B, 2019). La coelioscopie diagnostique est ainsi un apport certain devant des formes asymptomatiques d'endométriose, lorsque les examens d'imagerie n'ont pas apporté de preuve de l'affection : Par ailleurs, la coelioscopie permet de réaliser des biopsies avec étude des tissu, afin de confirmer l'endométriose (Tonleu Linda B et al, 2024); (Nisolle M et al, 2023; Nisolle M et al, 2007), (Organisation Mondiale de la Santé, 2023). En Afrique subsaharienne, les données sur la prévalence de cette affection sont rares voire inexistantes (Tonleu Linda B et al, 2024), Meuleman C et al, 2009). Peu connu du grand public, en Afrique en générale et au Niger en particulier; touche des centaines de foyers (Organisation Mondiale de la Santé, 2023)). La coelioscopie présente des avantages tels que le bénéfice esthétique, elle produit moins de douleur postopératoire et réduit la durée de convalescence (Organisation Mondiale de la Santé, 2023)). L'Hôpital Général de Référence (HGR) de Niamey est un nouvel hôpital où la coeliochirurgie est pratiquée pour la prise en charge de certaines pathologies gynécologiques. Le but de notre étude était de rapporter les résultats de la prise en charge coelioscopique de l'endométriose à l'Hôpital Général de Référence de Niamey.

Patients et Méthodes

Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive, à collecter rétrospective (1^{er} Janvier 2020 au 31 Mars 2024 soit une période de 51 mois). La population d'étude était constituée des toutes les patientes admises

pour suspicion d'endométriose dont le diagnostic a été posé, dans le Service de Chirurgie Générale et Digestive de l'Hôpital Général de Référence. Etaient incluses dans l'étude toutes les patientes ayant bénéficiées d'une coelioscopie exploratrice ou chirurgicale et dont l'examen anatomie pathologique des biopsies ou des pièces opératoires a confirmé le diagnostic d'endométriose. N'étaient incluses les patientes présentant des pathologies gynécologiques autres que l'endométriose ayant subi une coelioscopie ou non, patientes avec des dossiers incomplets et les patientes chez un autre diagnostic a été posé après investigation. Pour la collecte des données nous avons utilisé une fiche d'enquête préétablie. Les variables étudiées étaient d'ordre : socio-démographiques (âge, le statut socioprofessionnel, statut matrimonial, le niveau d'instruction), cliniques (antécédents, motif de consultation, examen clinique), paracliniques (NFS, échographie abdominale, tomодensitométrie), thérapeutiques (traitement médical, classification ASA, exploration et traitement chirurgical), évolutives (Durée de séjour, complications, récurrences). Pour la saisie nous avons utilisé Word et Excel 2020. Le traitement et l'analyse des données ont été faits avec le logiciel Epi-info version 7.0001. Les tests Khi2 et de student, le calcul odds ratio ont permis la comparaison des variables. Un seuil de p inférieur à 0,05 a été considéré comme statistiquement significatif. Le recueil des données a été fait en prenant en considération les règles globales d'éthiques relatives au respect de la confidentialité et la protection des données propres aux patients.

Résultats

Au cours de la période d'étude nous avons colligé 1810 actes de chirurgie abdominale toute chirurgie confondue avec 17 cas de chirurgie coelioscopique soit une fréquence hospitalière de 0,93%. L'âge moyen était de $30,29 \pm 10,48$ ans avec des extrêmes allant de 15 à 47 ans (Tableau I). Les femmes mariées représentaient 10 des cas. Les patientes non instruites représentaient 7 des cas. Dans 3 des cas les patientes présentaient un antécédent chirurgical de kystectomie pour endométriose. Les ménagères représentaient 12 des cas. moyenne d'âge à la ménarche était de $13,29 \pm 0,46$ ans. L'âge des patientes à leurs premières ménarches était de 13 ans dans 12 cas et 14ans dans 5 cas (Tableau II).

Tableau I: répartition des patientes selon les tranches d'âge

Age (Années)	Effectif(n)
[15-30[	9
[30-45[	5
[45-60[	3
Total	17

Tableau II: répartition des patientes selon l'âge à la ménarche

Age(Années)	Effectif
13	12
14	5
Total	27

La durée du cycle menstruel était de 28 jours chez 8 patientes avec une moyenne de 27,47 jours. Les patientes qui présentaient un cycle régulier menstruel représentaient chez 15 des patientes. Une notion d'infertilité a été retrouvée chez 5 des patientes. Les patientes présentaient une durée de mariage >4ans dans 4 cas. Les douleurs pelviennes cycliques étaient retrouvées chez toutes les patientes. Presque chez toutes les patientes on notait une notion de dysménorrhée chez 16 patientes. Une coloration normale des conjonctives a été retrouvée chez 8 patientes et autres pales. Chez 16 patientes un IMC normal a été retrouvé chez les patientes et les autres avec une obésité modérée. Dans 11 des cas les patientes étaient classées stade 1 de l'OMS et 6 étaient classées stade II. A la palpation une sensibilité abdominale a été retrouvée dans 10 des cas et aucune particularité chez les autres patientes (n=7). Dans 15 des cas le toucher vaginal était normal. Le diagnostic avait été confirmé chez 5 patients qui avaient déjà un antécédent de chirurgie pour endométriose ovarienne ou pleurale (tableau III).

Tableau III: répartition des patientes selon la confirmation au diagnostic préopératoire

Diagnostic	Effectif
Diagnostic confirmé	5
Diagnostic suspecté	4
Diagnostic non suspecté	8
Total	17

Dans 9 des cas une kystectomie a été l'indication préopératoire prédominante (n=9) (tableau IV), (figure 2, 3).

Tableau IV: répartition des patientes selon l'indication préopératoire

Indication	Effectif (n)
Kystectomie ovarienne	9
Coelio-exploratrice+Biopsie	5
Hystérectomie totale	3
Total	17

La classification ASA 1 et ASA 2 a été retrouvée dans 8 cas chacun. Dans 5 des cas chacun le péritoine pelvien et un épanchement hémattique étaient les localisations les plus représentées.



Figure 1: position Americain, installation& introduction des trocars
(un tracar en sous ombilicale, deux en para-ombilicales et un en region epigastrique)

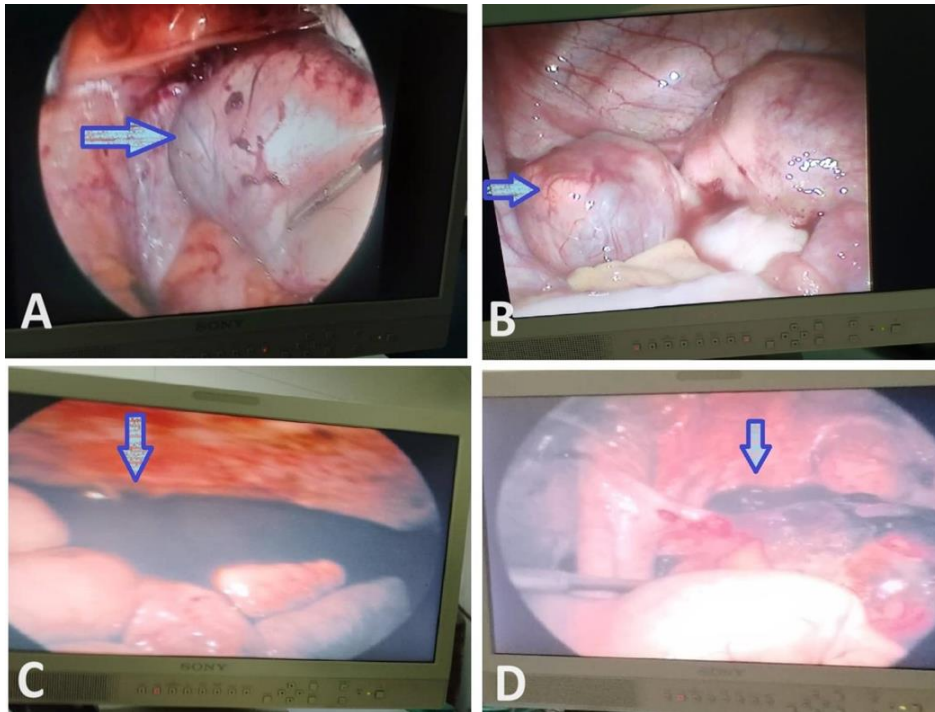


Figure 2 : vues cœlioscopiques montrant des images: **A :** endométriome droit; **B :** endométriome gauche; **C :** épanchement hématique dans la gouttière pariétocolique droite avec des multiples nodules d'endométriose sur péritoine pariétal; **D :** endométriose pelvienne profonde

Le stade I était le plus retrouvé avec 8 des cas (tableau V).

Tableau V: répartition des patientes selon le stade ASRM

Stade	Effectif (n)
Stade I (minime)	8
Stade II (léger)	3
Stade III (modéré)	1
Stade IV (sévère)	5
Total	17

Avec 12 des cas les actes ont été à visé thérapeutique. La kystectomie était l'intervention à la coelioscopie la plus pratiquée dans 7 patientes (tableau VI), (figure 4).

Tableau VI: répartition des patientes selon l'acte chirurgicale

Actes	Effectif (n)
Kystectomie	7
Biopsie péritonéale	5
Hystérectomie totale	3
Ovariectomie	2
Total	17

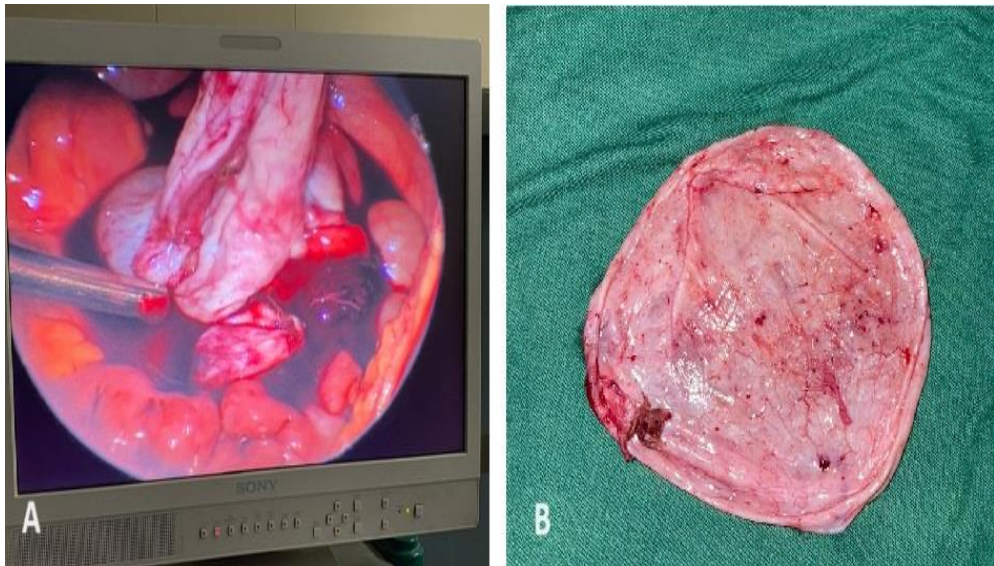


Figure 3: (A) Kystectomie ovarienne coelioscopique; (B) kyste ovarien

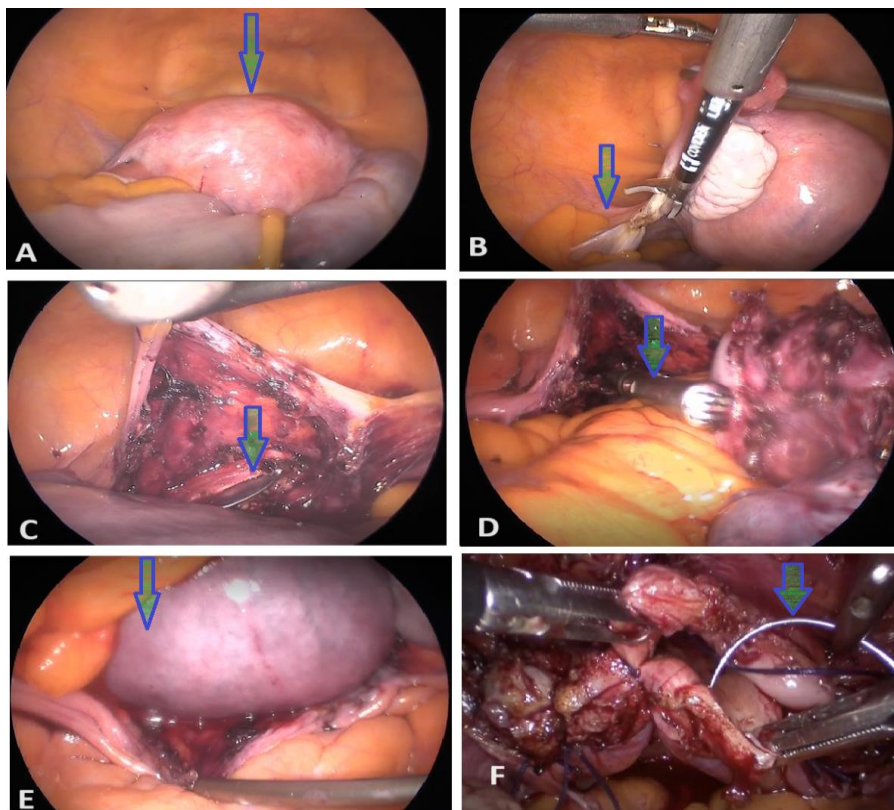


Figure 4 : Hystérectomie totale pour adénomyose chez une patiente non désireuse de grossesse: A : utérus augmenté de volume; B : dissection et coagulation du ligament IP; C : Colpotomie guidée à l'aide d'une lame malléable (manipulateur utérin non disponible); D & E : Extraction pièce opératoire en trans-vaginale; F :Fermeture du moignon vaginale

L'évacuation d'épanchement péritonéal était le geste associé le plus pratiqué dans 5 des cas. Nous avons noté 3 incidents per-opératoires dont 1 hémorragies et 2 cas de déversement du contenu du kyste. Chez 12 patientes la reprise l'alimentation était à j1. Toutes les patientes avaient eu une confirmation anatomopathologique soit 17. Une récurrence a été observée chez 11 des patientes, la durée moyenne de suivi était de 38 mois (11-56 mois). Toutes les patientes avaient été référées en gynécologie pour suivi et prise en charge soit 17. Un décès a été observé au cours du suivi d'une patiente, suite à un pneumothorax bilatérale massif, lié à une localisation thoracique de l'endométriose chez une patiente.

Discussion

L'endométriose est une pathologie gynécologique chronique qui touche près de 176 millions de femmes dans le monde et qui concerne 10% des femmes en âge de procréer. (Velemir L et al, 2008)). Les causes supposées multifactorielles de la pathologie ainsi que les mécanismes de développement restent méconnues (Bedaiwy MA, 2004)). La fréquence de réalisation de la cœlioscopie pour endométriose était ainsi de 0,93%. Notre résultat est en adéquation avec celui de (Kamga F, 2013) au Mali qui a rapporté 1%. Cependant inférieur à ceux d'autres séries africaines (RACHDI R, 2004), (COULIBALY SIRA, 2017). Cette faible fréquence peut être attribuée à la spécialisation de la cœlioscopie pour les cas complexes ou confirmés d'endométriose, ainsi qu'à la disponibilité et l'accessibilité de cette technologie dans les hôpitaux. La moyenne d'âge était de 30,29 ans, avec des extrêmes de 15 à 47 ans dans notre étude. Notre résultat est similaire à ceux de plusieurs études ; notamment : (Kamga, 2013) avec un âge moyenne 30,31 ans, (RACHDI R, 2004), avec un âge moyenne 30,2 ans. Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'à cet âge, la femme se situe à la moitié de sa période de procréation et le désir d'enfant commence à se faire pressant. La tranche d'âge 15-24 ans était la plus représentée dans 41,18% des cas. Cela reflète l'âge typique des femmes atteintes d'endométriose, souvent diagnostiquées pendant leurs années de procréation, lorsque les symptômes deviennent plus prononcés et affectent leur qualité de vie avec 59% de cas les mariées étaient les plus représentés. Notre résultat est similaire à ceux de : (Smolarz B, Szyłło K, Romanowicz H, 2021) qui avaient rapporté une majorité des leurs patientes mariées dans 99,3% ; (Mwinzi et al , 2013) avec 65% des mariées. Dans 17,64% des cas les patientes présentaient un antécédent de kystectomie pour endométriose. Notre résultat est différent de celui de (Kamga F, 2013) au Mali en 2013 où il apporte 17,5% des patientes avaient un antécédent chirurgical tout type de chirurgie confondu. Dans notre étude, une notion d'infertilité a été retrouvée chez 29,41% des patientes. Ce pourcentage est révélateur des complications associées à l'endométriose, une pathologie souvent corrélée à

des difficultés de conception. L'infertilité chez ces patientes peut s'expliquer par plusieurs mécanismes liés à l'endométriose, les adhérences pelviennes et l'inflammation chronique qui peuvent altérer la fonction ovarienne et la perméabilité tubaire. Le kyste ovarien était le résultat le plus retrouvé dans 52,94% des cas. Notre résultat est différent de celui de (Coulibaly MA, 2010) qui a rapporté une échographie normale à hauteur de 72,3%. Ceci pourrait s'expliquer par les variations dans la sensibilité des techniques d'imagerie et à l'expertise des radiologues (Mwinzi, S.A., et al., 2013). La kystectomie était l'intervention à la coelioscopie la plus pratiquée dans 58,82% des cas. Notre résultat est inférieur à ceux de (Smolarz B, Szyłło K, Romanowicz H., 2021) ou la kystectomie était réalisée dans 11,6% des cas (Coulibaly, 2013) mais différent de celui de (Kamga, 2013) au Mali où l'adhésiolyse pelvienne dans 31% des cas constituait la thérapie la plus réalisée. Les différences dans les types de procédures peuvent être attribuées aux variations dans les pratiques cliniques et les compétences chirurgicales disponibles. Lors de l'intervention, trois trocars ont été utilisés dans 52,94% des cas, ce qui est une pratique courante dans la laparoscopie pour permettre un accès adéquat et la manipulation des instruments chirurgicaux nécessaires pour le traitement de l'endométriose. L'utilisation de trois trocars est un compromis entre minimiser le traumatisme chirurgical et assurer une visibilité et une maniabilité suffisantes pour le chirurgien. L'évacuation d'épanchement pleural était le geste associé le plus fréquemment pratiqué, à hauteur de 71,43% des cas. Des anti inflammatoires avec des antalgiques étaient les traitements médicaux les plus administrés dans 100% des cas. Ceci souligne l'importance du traitement symptomatique de la douleur liée à l'endométriose. Il n'existe pas à ce jour de traitement spécifique de l'endométriose (Kamga F, 2013); (Didier LJ, 2018)., (Smolarz B, Szyłło K, Romanowicz H.,2021). Le traitement envisagé dépendra donc de chaque patiente et devra être spécifique. Son choix devra intégrer plusieurs facteurs : Symptomatologie et son impact sur la vie quotidienne, type de lésion (superficielle ou profonde), leur localisation ainsi que le retentissement sur la capacité fonctionnelle d'un organe, désir de grossesse ou non de la patiente, rapport bénéfice/risque de la stratégie de prise en charge, tolérance et efficacité de thérapies antérieures, avis éclairé de la patiente (Kamga F, 2013). Les thérapies disponibles à l'heure actuelle s'articulent autour de 2 axes majeurs : l'hormonothérapie, la chirurgie (RACHDI R, 2004). Au cours de cette étude nous avons été confrontés à un certain nombre de difficultés telles que : la mauvaise gestion et conservation des dossiers rendant ces derniers inexploitable, des dossiers incomplets. Une approche par laparotomie peut s'avérer nécessaire en fonction de l'accessibilité et de l'étendue des lésions. Dans notre série la cœlioscopie se déroulera en deux étapes : une première phase d'observation des lésions puis une étape de l'ablation pour examen anatomopathologique. Ce qui forme aux

donnés de la littérature qui confirment : La cœlioscopie permet une description complète de la cavité abdomino-pelvienne, notamment des possibilités de tissus adhérentiels entre les ovaires et les trompes, ces lésions n'étant pas visibles en échographie ou en IRM : cela permettra un traitement en cours de cœlioscopie et de guider la prise en charge thérapeutique. La cœlioscopie permettra également une classification des lésions, classification utile dans les échanges professionnels, en vue d'une décision et d'une information complète (Kamga F, 2013), (Josimar J, 2013). Pendant la coelioscopie en cas d'atteinte ovarienne, le but sera l'ablation de l'endométriome qui peut se faire de deux manières : kystéctomie intra-péritonéale par cœlioscopie (exérèse du kyste ovarien), drainage du kyste puis destruction laser de sa paroi ce qui est conforme aux données de la littérature (Kamga F, 2013), (Josimar J, 2013). Un décès a été observé suite à un pneumothorax bilatérale massif soit 5,88%. Notre résultat est similaire aux données de (Kamga, 2013) au Mali où cinq patientes soit 2,3% étaient décédées d'une cause sans rapport avec leur intervention chirurgicale. Les décès post-opératoires, bien que rares, indiquent la nécessité d'une surveillance post-opératoire rigoureuse et de protocoles pour gérer les complications graves. Toutes les patientes avaient été référées en gynécologie pour suivi et prise en charge soit 100%. L'évolution de la pathologie endométriale reste difficile à prédire. Par ailleurs, de nombreuses études s'accordent à dire que la mise sous traitement hormonal substitutif (TSH) pourrait conduire à une réactivation des anciennes lésions chez ces patientes (Piketty M, et al, 2018 ,PTK, Horne AW, 2021).

Conclusion

Les nombreux avantages offerts par cette approche à la fois diagnostique et thérapeutique montrent que la laparoscopie est une activité à intégrer et à développer en service de chirurgie et de gynécologie des pays en développement. La cœlioscopie diagnostique est ainsi un apport certain devant des formes asymptomatiques d'endométriose, lorsque les examens d'imagerie n'ont pas apporté de preuve de l'affection et la cœlioscopie permet l'ablation des lésions de réaliser des biopsies avec étude des tissu, afin de confirmer l'endométriose.

Déclaration pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique-déontologique de l'université Abdou Moumouni de Niamey et les principes de la déclaration d'Helsinki ont été respectés.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Velemir L, Krief M, Matsuzaki S, Rabischong B, et al. (2008) Physiopathologie de l'endométriose. Elsevier Masson ; 149 (05) :1-16. Doi : 10.1016/S0246-1064(08)44636-4 ;<https://fr.scribd.com/document/556900905/Physiopathologie-de-l-endome-triose>
2. . Ayoub B. (2019) Etude du parcours diagnostique et prise en charge de l'endométriose extra pelvienne : Expérience du service de gynécologie obstétrique de l'Hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès à propos de 06 cas. [Thèse de doctorat]. Maroc : Université Sidi Mohamed Ben Abdellah n°3324 et p 234.<https://toubkal.imist.ma/handle/123456789/24228>
3. Tonleu Linda Bentefouet a, Ibou Thiam b, Fabrice Senghor C et al. (2024) Aspects épidémiologique et anatomopathologique des endométrioses à Dakar : étude rétrospective sur une période de 20 ans. Elsevier Masson ; 44 (1) : 57-64. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0242649823002225>
4. Nisolle M, Alvarez ML, Colombo M et al. (2007) Pathogenèse de l'endométriose. Journal, Gynécologie Obstétrique Fertilité 2007 ; 35 (9) : 898-903. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17714973/>
5. Organisation Mondiale de la Santé. Endométriose. [Internet] 2023 [Consulté le 13 Mars 2023]. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/endometriosis>
6. Meuleman C, Vandenabeele B, Fieuws S. (2009) High prevalence of endometriosis in infertile women with normal ovulation and normospermic partners. FertilSteril;92:68–74. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18684448>.
7. Bedaiwy MA, Falcone T. (2004) Laboratory testing for endometriosis. Clin Chim Acta 2004;340:41-56. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14734195>.
8. Kamga F, (2013) Josimar J. Infertilité tubaire : apport diagnostique et thérapeutique de la coeliochirurgie dans le service de Chirurgie « A » du CHU du Point G. Stomatologie. Bamako; n°657 p 135. <https://www.bibliosante.ml › bitstream>.

9. Rachidi R, Messaoudi F, Ben MR, et al.(2004) Apport de la cœlioscopie opératoire dans la stérilité féminine. La Tunisie médicale, 09(82): 837-884.
https://latunisiemedicale.com/pdf/vol87_N01_ref55_60.
10. Coulibaly Sina (2017): Apport de la cœliochirurgie dans les affections gynécologiques bénignes dans le service de chirurgie «A» au CHU du Point G. Thèse de médecine, Bamako, np122.
<https://bibliosante.ml/handle/123456789/8216>.
11. Piketty M, Bricou A, Blumental Y et al (2018). Endomé'triose vésicale et infertilité modalités de prise en charge diagnostique et thérapeutique. Gynécologie Obstétrique Fertilité; 36 (2018) 913–19.
<https://www.em-consulte.com/article/182246/endometriose-vesicale-et-infertilite-modalites-de>.
12. Didier LJ, Adama S, Abdoulaye MB, et al. La Pratique de la Coelioscopie dans un Service de Chirurgie Générale au Niger : le Cas de l'Hôpital National de Niamey. Health sciences and disease. 5 févr 2018;19(1 (Suppl)). [En ligne] <https://www.hsd-fmsb.org> Consulté le 11 septembre 2023. <https://www.hsd-fmsb.org/index.php/hsd/article/view/1019>.
13. Smolarz B, Szyłło K, Romanowicz H. et al (2021) Endometriosis: epidemiology, classification, pathogenesis, treatment and genetics review of literature. Int J Mol 2021;22(19):10554.<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34638893>.
14. Mwinzi S.A., Nada E, Mohamed H et al. (2013)« Prevalence and clinical presentation of endometriosis in Kenya. » East Afr Med J. 2013;90(8):243-247.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10001793/>
15. Tesfaye M., Ebissa N, kenbon B et al. (2016) « Clinical characteristics of endometriosis in Ethiopian women. » Ethiop Med J.;54(2):89-95.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7615031>.
16. Laufer M.D., L. GOITEIN. B.A., BUSH. M.D. et al.(2023) « Prevalence of endometriosis in adolescents with chronic pelvic pain: A cross-sectional study. » J Pediatr Adolesc Gynecol.16(6):247-250.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9391902>.
17. Coulibaly MA. (2010)Coeliochirurgie dans le traitement d'infécondité féminine au CHU du Point G : à propos de 202 cas [Internet] [thesis]. Université de Bamako; 2010 N°440 P144.
<https://bibliosante.ml/handle/123456789/9366>.
18. Saunders PTK, Horne AW. (2021) Endometriosis: etiology, pathobiology, and therapeutic prospects. Cell 2021;184(11):2807-24<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34048704>.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34048704/>.

Les hernies étranglées de la paroi abdominale chez l'enfant dans le service de chirurgie pédiatrique du Centre Hospitalier et Universitaire Sylvanus Olympio de Lomé (Togo)

Salhadine Yacoub Ahmat

Donou Amivi Alice

Centre Hospitalier et Universitaire Sylvanus Olympio de Lomé,
Service de chirurgie pédiatrique, Togo

Folly Amavi

Centre Hospitalier et Universitaire Kara,
Service de chirurgie pédiatrique, Togo

Kebalo Sosso Piham

Sekoudji Komlan

Toare Dayourou Yéndoubé

Gnassingbe Komla Jean Pierre

Centre Hospitalier et Universitaire Sylvanus Olympio de Lomé,
Service de chirurgie pédiatrique, Togo

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p95](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p95)

Submitted: 16 April 2025

Accepted: 15 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Salhadine Y.A., Donou A.A., Folly A., Kebalo S.P., Sekoudji K., Toare D.Y. & Gnassingbe K.J.P. (2025). *Les hernies étranglées de la paroi abdominale chez l'enfant dans le service de chirurgie pédiatrique du Centre Hospitalier et Universitaire Sylvanus Olympio de Lomé (Togo)*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 95.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p95>

Résumé

Introduction : les hernies de la paroi abdominale sont des pathologies bien connus, leur étranglement constitue un problème majeur pour la prise en charge chirurgicale chez l'enfant. Elles regroupent la hernie ombilicale, la hernie inguinale, la hernie inguino-scrotale et la hernie de la ligne blanche. **Méthodologie :** Il s'agissait d'une étude descriptive transversale à collecte de donnée ambidirectionnelle sur une période de 07 ans allant de 01 janvier 2018 au 31 décembre 2024. Ont été inclus tous les patients admis et opérés pour une hernie étranglée de la paroi abdominale. Les paramètres étudiés étaient épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. **Résultats :** les hernies

étranglées de la paroi abdominale représentaient 8,5% de toutes les urgences chirurgicales abdominales. L'âge moyen était de 6,1+/- 4 ans. La notion d'engouement à était retrouvé dans 92,9% des patients. Le délai de consultation avait dépassé 6h dans 85,7% des cas. Il s'agissait d'une hernie ombilicale dans 57,1% et inguino-scrotale dans 25% des cas. Le signe physique le plus retrouvé était la tuméfaction ombilicale dans 57,1% des cas. L'abord ombilical inférieur était le plus pratiqué (46,4%) suivi de l'abord inguinal (42,8%). Le collet de la hernie ombilicale était inférieur à 1 cm (28,6%). Le grêle était l'organe le plus retrouvé dans le sac herniaire (50%). L'aspect du contenu du sac était nécrosé (21,4%). La cure de la hernie sans plastie était le geste chirurgical le plus réalisé (53,6%) et la fermeture du canal peritonéo-vaginal (21,64%). La réductibilité de la hernie était la difficulté per opératoire la plus rencontrée (57,1%). **Conclusion :** les hernies étranglées de la paroi abdominale constituent un motif de consultation fréquent. Leur prise en charge est bien codifiée.

Mots-clés: Hernie étranglée, enfant, paroi abdominale, Togo

Strangulated hernias of the abdominal wall in children in the pediatric surgery department of the teaching hospital Sylvanus Olympio in Lomé (Togo)

Salhadine Yacoub Ahmat

Donou Amivi Alice

Centre Hospitalier et Universitaire Sylvanus Olympio de Lomé,

Service de chirurgie pédiatrique, Togo

Folly Amavi

Centre Hospitalier et Universitaire Kara,

Service de chirurgie pédiatrique, Togo

Kebalo Sosso Piham

Sekoudji Komlan

Toare Dayourou Yéndoubé

Gnassingbe Komla Jean Pierre

Centre Hospitalier et Universitaire Sylvanus Olympio de Lomé,

Service de chirurgie pédiatrique, Togo

Abstract

Introduction: Hernias of the abdominal wall are well-known pathologies, and their strangulation is a major problem for surgical management in children. They include umbilical hernia, inguinal hernia,

inguino-scrotal hernia and linea alba hernia. **Methods:** This was a cross-sectional descriptive study with ambidirectional data collection over a 07-year period from January 01, 2018 to December 31, 2024. All patients admitted and operated on for a strangulated abdominal wall hernia were included. Epidemiological, clinical, and therapeutic parameters were studied. **Results:** Strangulated abdominal wall hernias accounted for 8.5% of all abdominal surgical emergencies. The mean age was 6.1 ± 4 years. The notion of infatuation was found in 92.9% of our patients. Consultation time exceeded 6 hours (85.7%) in cases. The most common physical sign was umbilical swelling (57.1%) in cases. Umbilical hernia was found in 57.1% of cases, followed by inguino-scrotal hernia (25%). The inferior umbilical approach was used in 46.4% of cases, followed by the inguinal approach (42.8%). The neck of the umbilical hernia was less than 1 cm (28.6%). The small intestine was the organ most frequently found in the hernia sac (50%) of cases. The contents of the sac were necrotic (21.4%). Cure of the hernia without plasty was the most common surgical procedure (53.6%), and closure of the peritoneo-vaginal canal (21.64%). Hernia reducibility was the difficulty encountered in 57.1% of cases. **Conclusion:** Strangulated hernias of the abdominal wall are a frequent reason for consultation. Their management is well codified.

Keywords: Hernia, strangulated, child, abdominal wall, Togo

Introduction

Les hernies de l'enfant sont dues à une persistance du canal peritonéo-vaginale pour la hernie inguinale et le défaut de fermeture de l'anneau ombilical pour la hernie ombilicale (Cheikh et al. 2017; Ngom G et al., 2009). Elles sont responsables d'accidents évolutifs parmi lesquels l'étranglement qui constitue l'éventualité la plus grave à cause du risque de survenue de nécrose intestinale ou gonadique (Ngom G et al., 2009).

Le terme étranglement herniaire désigne la striction brutale permanente serrée et irréductible des organes contenus dans le sac herniaire due à un orifice étroit inextensible et rétréci, c'est une véritable urgence chirurgicale dont le retard de prise en charge met en jeu le pronostic vital du patient (Weik and Moores, 2005).

Dans notre contexte, le manque d'information sur ces pathologies par les parents, le retard de diagnostic causé par les structures de santé non qualifiées et le bas niveau socio-économique de la population constituent un problème majeur dans le diagnostic et la prise en charge de ces pathologies motivant la réalisation de cette étude.

L'objectif de ce travail était de décrire les aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques des hernies de la paroi abdominale étranglées au service de chirurgie pédiatrique du CHU Sylvanus Olympio de Lomé (Togo)

Matériel et méthodes

Il s'agissait d'une étude descriptive transversale à collecte de donnée ambidirectionnelle dont la phase rétrospective va du 1^{er} janvier au 31 décembre 2021 et prospective du 1^{er} Janvier 2022 au 31 décembre 2024 d'une durée de 07 ans. Ont été inclus tous les patients admis et opérés pour une hernie de la paroi abdominale étranglée (28 patients). Les paramètres étudiés étaient l'âge, le sexe, la provenance, le délai de consultation, le mode de révélation, le diagnostic retenu, la voie d'abord, le contenu du sac, le geste chirurgical réalisé, les difficultés per opératoires et les suites opératoires. Les données ont été saisies sur le logiciel Epida 3.1 et analysée sur SPSS version 2.5.

Résultats

Les hernies étranglées de la paroi abdominale représentent 8,5% de toutes les urgences chirurgicales abdominales de l'enfant. Il s'agissait de 23 garçons (82,1%) et 5 filles (17,9%) avec un sex-ratio de 4,6. L'âge moyen était de 6,1 +/- 4 ans avec des extrêmes de 6 mois à 15 ans. Les grands enfants (6 à 11 ans) étaient les plus représentés 42,8%, suivis des nourrissons dans 28,6% (tableau I).

Tableau I : répartition des patients selon les tranches d'âge

	Effectifs	Pourcentage
Nourrisson (29 jours à 30 mois)	8	28,6
Petit enfant (3 à 5 ans)	5	17,9
Grand enfant (6 à 11 ans)	12	42,8
Adolescent (12 à 18 ans)	3	10,7

La majorité des patients venaient d'une zone urbaine (89,3%). Les enfants scolarisés étaient le plus représentés dans 71,4% contre 28,6% des enfants non scolarisés. La notion d'engouement a été retrouvée chez 92,9% des patients. Le nombre moyen d'engouement était de 3,5 +/- 2 fois avec un délai moyen de survenu des engouements de 13 +/- 2 jours. Le délai de consultation avait dépassé 6h dans 85,7% et inférieur ou égale à 6h dans 14,3%. La tuméfaction douloureuse était le motif de consultation le plus retrouvé dans 71,4% (tableau II).

Tableau II : répartition des patients selon les motifs de consultations

	Effectifs	Pourcentage
Tuméfaction douloureuse	20	71,4
Vomissements	17	60,7
Arrêt de gaz et matière	11	39,3
Ballonnement abdominale	3	10,7

Le signe physique le plus retrouvé était la tuméfaction ombilicale dans 57,1% suivi de tuméfaction inguino- scrotale et de tympanisme dans 25% (tableau III).

Tableau III : répartition des patients selon les signes physiques

	Effectifs	Pourcentage
Tuméfaction ombilicale	16	57,1
Tuméfaction inguinale	4	14,3
Tuméfaction inguino--scrotale	7	25,0
Tympanisme	7	25,0
Matité déclive des flancs	1	3,6

Il s'agissait d'une hernie ombilicale dans 57,1% suivie de hernie inguino-scrotale dans 25% des cas (tableau IV).

Tableau VI : répartition des patients selon la forme clinique

	Effectifs	Pourcentage
Hernie ombilicale	16	57,1
Hernie inguino-scrotale	7	25,0
Hernie inguinale	4	14,3
Hernie de l'ovaire	1	3,6

La voie d'abord ombilicale inférieure était le plus 46,4% suivi de l'abord inguinal dans 42,8% (tableau V).

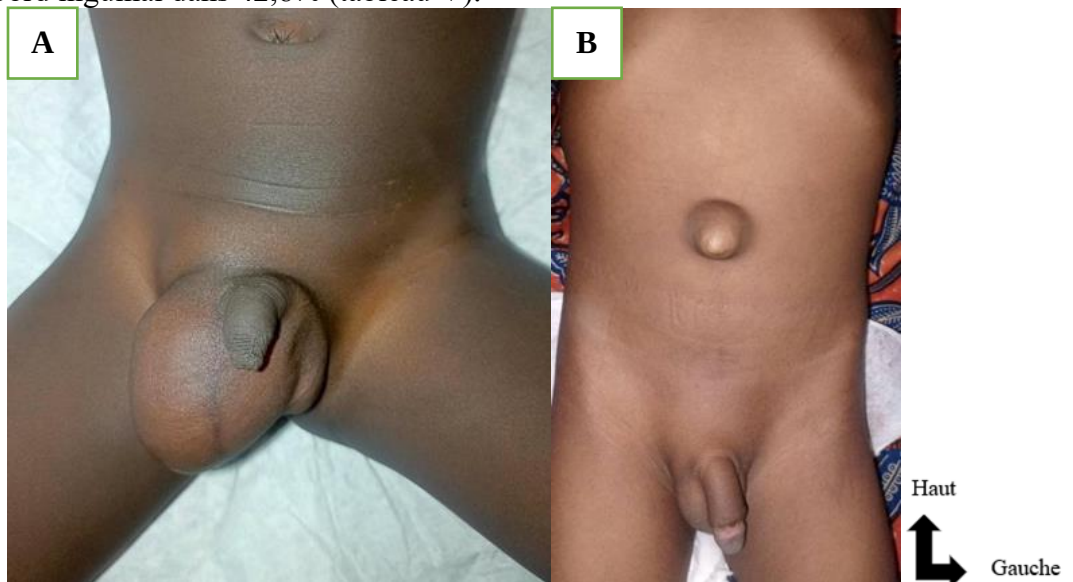


Figure 1 : A : tuméfaction inguino--scrotale droite chez un nourrisson de 30 mois présentant une hernie inguino--scrotale étranglée, B : tuméfaction ombilicale chez un petit garçon de 4 ans présentant une hernie ombilicale étranglée. (CHUSO, 2024)

Tableau V : répartition des patients selon la voie d'abord

	Effectifs	Pourcentage
Abord ombilical inférieur	13	46,4
Abord ombilical supérieur	1	3,6
Abord inguinal	12	42,8
Abord médian sus et sous ombilical	3	10,7

Le collet de la hernie ombilicale était inférieur à 1 cm dans 28,6% suivi de 2 à 5 cm dans 10,7% et supérieur à 5 cm dans 3,6%. La grêle était l'organe le plus retrouvé dans le sac herniaire dans 50% suivi de l'appendice et du caecum dans 37,5% (tableau VI).

Tableau VI : répartition des patients selon l'organe hernié

	Effectifs	Pourcentage
Grêle	14	50,0
Appendice	10	37,5
Caecum	10	37,5
Epiploon	7	25,0
Côlon	4	14,3
Ovaire et trompe	1	3,6

L'aspect du contenu du sac était normal dans 50%, inflammatoire dans 21,4%, nécrosé dans 21,4% et sphacélé dans 7,1%.

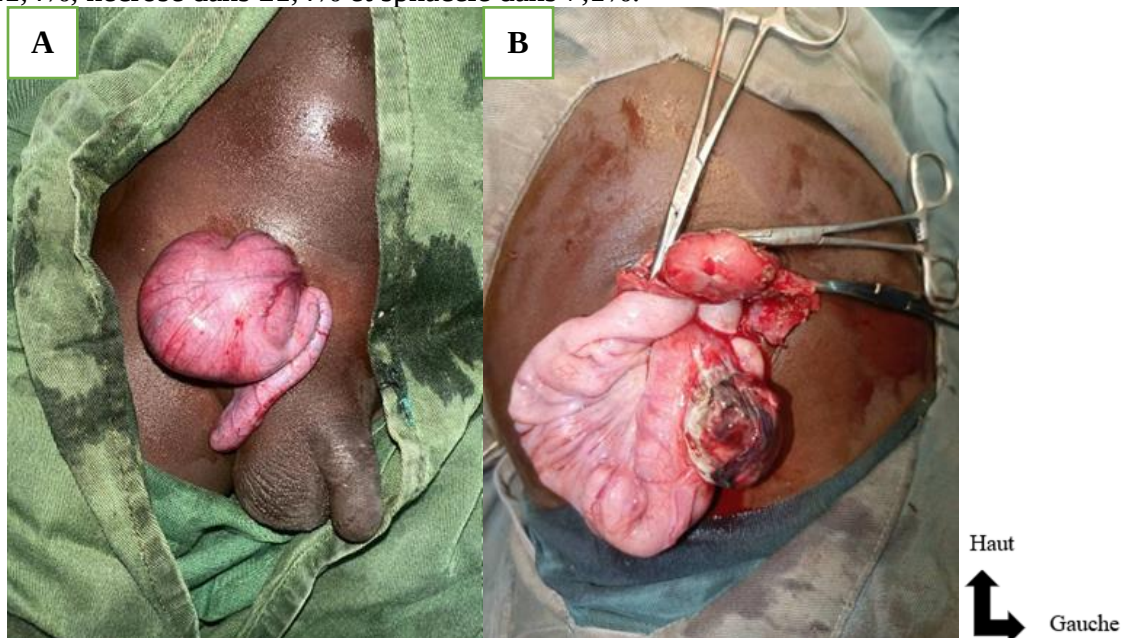


Figure 2 : A : contenu du sac inflammatoire (caecum et appendice retrouvés dans un sac herniaire au cours d'une laparotomie indiquée pour une hernie inguino-scrotale droite dont la durée d'étranglement dépassait 6h chez un nourrisson de 30 mois (CHU SO, 2024)).

B : contenu nécrosé (Iléon terminale d'aspect nécrosé retrouvés dans un sac herniaire au cours d'une laparotomie indiquée pour une hernie ombilicale étranglée chez un petit garçon de 04 ans (CHU Kara 2024)).

La cure de la hernie sans plastie était le geste chirurgical le plus réalisé dans 53,6% suivi de la fermeture du canal péritonéo-vaginal dans 21,64% (tableau VII).

Tableau VII : répartition des patients selon les gestes chirurgicaux

	Effectifs	Pourcentage
Résection + anastomose intestinale	5	17,9
Résection de l'épiploon	4	14,3
Cure de la hernie ombilicale	15	53,6
Plastie ombilicale	3	10,7
Fermeture du cana péritonéo-vaginal	6	21,4
Stomie (iléostomie)	1	3,6
Appendicectomie	1	3,6

La réintégration des organes herniés était la difficulté la plus rencontrée en per opératoire dans 57,1%, l'inflammation dans 39,3% et l'isolement du sac dans 3,6%. Les suites opératoires étaient simples dans 96,4% et compliquées dans 3,6%. La complication était une suppuration pariétale survenue suite à une laparotomie sus et sous ombilicale réalisé pour une péritonite secondaire à une hernie inguino--scrotale droite étranglée.

Discussion

Dans cette série, la hernie de la paroi abdominale étranglée représente 8,5% de toutes les urgences chirurgicales abdominales pédiatriques. Cette fréquence est supérieure à celle de (Sambo B. et al., 2020) qui était de 5,9%. Cette fréquence élevée dans notre étude pourrait s'expliquer par le faite que notre structure hospitalière reste la première structure de référence pour la prise en charge de cette affection.

En Afrique et en Europe, les études rapportent que les hernies étranglées de la paroi abdominale surviennent plus fréquemment chez le garçon que chez la fille (Dabbas et al. 2011; Sakiye K et al., 2014). Même constat fait dans cette série.

L'âge moyen des patients est de 6,1 +/- 4 ans. Le risque d'étranglement est plus élevé avant l'âge d'un an, période pendant laquelle plus de la moitié des cas sont notés (Rowe, 1970) et (Ngom G et al., 2015) avaient retrouvés 87,15% des cas d'étranglement était survenus avant l'âge de deux ans. Dans cette série, 28,6% des cas d'étranglement sont survenus avant l'âge de 30 mois et concernait uniquement la hernie inguinale ou inguino-scrotale. Cette prédominance pourrait s'expliquer par le fait qu'à cet âge les nourrissons exercent une hyperpression abdominale ce qui favorise l'étranglement.

La notion d'engouement est retrouvée dans 92,9% avec un nombre moyen d'engouement de de 3,5 + ou - 2 fois et un délai moyen de 13 + ou - 2 jours. Plus les engouements sont répétés, le risque d'étranglement augmente

et plus le délai d'engouement se rapproche, le risque d'étranglement devient élevé.

Le délai de consultation dépasse 6h dans 87,5%. Ce qui concorde à celui de (Ngom G et al., 2015) et (Ngom G et al., 2015) qui avaient rapportés un délai de consultation au-delà de 6h. Ceci s'explique par le manque d'information sur ces pathologies par les parents, par le retard de diagnostic causé par les structures de santé non qualifiées et le bas niveau socio-économique de la population.

La tuméfaction douloureuse est le motif de consultation le plus fréquent dans 71,4%. La tuméfaction reste le maître symptôme, elle est douloureuse, non impulsive aux pleurs et irréductible et est souvent associée à un arrêt de gaz et matières et ou de vomissement témoignant un syndrome occlusif comme le cas dans notre série.

La hernie ombilicale est le type le plus retrouvé de hernie de la paroi abdominale dans 57,1%. Ce résultat est contraire à celui de (Adami et al., 2023) qui avait rapporté 10,4% de hernie ombilicale. La prédominance de la hernie ombilicale s'expliquerait par la taille du collet et le mécanisme de survenue de cet étranglement chez l'enfant, plus la taille du collet est petit le risque d'étranglement est grand.

Pour la hernie ombilicale l'abord fréquemment utilisé est celui passant par le pli ombilical inférieur, ce qui était le cas dans cette série. Il permet d'avoir une cicatrice quasi-inexistante, en cas de difficulté élargir l'incision et aussi c'est une recommandation systématique dans notre structure de santé.

L'abord inguinal est utilisé pour toutes les hernies de l'aîne. Il permet de mieux contrôler les gestes, d'ouvrir l'aponévrose, d'avoir une bonne visibilité des contenus herniaires jusqu'au collet, de procéder à une réintégration progressive des contenus herniaires ou de faire une exérèse en cas nécrose (Becmeur F, 2015).

Le grêle est l'organe le plus retrouvé dans le sac herniaire dans 50% suivi de l'appendice et du caecum dans 37,5%. Ce résultat est similaire à ceux de (Cheikh et al., 2017; Ngom G et al., 2015), qui avaient retrouver l'anse grêle dans le sac respectivement dans 70,8% et 76,3%. Cette prédominance du grêle dans le sac peut s'expliquer par la mobilité de l'anse grêle, cette mobilité est facilitée par les mouvements péristaltiques, qui à son tour favorise leur passage dans le sac hernié.

Le contenu du sac était nécrosé dans 21,4%. Ce résultat est supérieur à celui de (Drissa et al., 2015) en 2015 qui avait rapporté 7,7% de contenu nécrosé. Les risques de nécrose du contenu du sac herniaire sont proportionnels aux degrés et à la durée de compression des vaisseaux mésentériques et dépend aussi de la taille du collet.

Les gestes réalisés sont en fonction du diagnostic initial. Le geste le plus réalisé était la cure de la hernie sans plastie dans 53,6% suivi de la fermeture du canal peritonéo-vaginal dans 21,4%.

La réintégration des organes herniés était la difficulté la plus rencontrée en per opératoire dans 57,1%, cette difficulté s'explique par la durée de l'étranglement avant la consultation, les organes contenus dans le sac (caecum, appendice), l'œdème inflammatoire et aussi le diamètre du collet qui est inextensible et le plus souvent rétréci.

Conclusion

Les hernies de la paroi abdominale sont fréquentes dans notre contexte. Elle pose un problème de prise en charge dû à un retard de consultation pouvant aggraver ces pathologies et remédier à la survenue des complications. Les techniques chirurgicales sont fonctions de la trouvaille découverte en per opératoire. Les suites sont simples dans la majorité des cas. Un diagnostic et une prise en charge précoce et adéquate permettront de réduire la survenue des complications dans nos pays pauvres.

Déclaration pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique de centre hospitalier et universitaire Sylvanus Olympio de Lomé (Togo) et les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été respectés.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Les données de cette étude ne sont pas disponibles dans un référentiel en ligne. Les données ont été collectées par des enquêteurs formés à cet effet.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adami A, Kadre M, Abdraman M, Ngare A. [Adult Parietal Hernias At The Chad-China Friendship Hospital In N'djamena. Epidemiological, Clinical, Diagnostic And Therapeutic Aspects]. Mali Med.2023; 38, 23–27.
2. Amaniël K, Nicolas D, Marcus S, Pierre A. Chirurgie des hernies de la paroi : mise au point. Rev Med Suisse, 2018 ; 14, 1–4.
3. Becmeur F. Hernies inguinales de l'enfant. EMC Pédiatrie.2015 ; 4, A-10.
4. Cheikh D, Omar S, Ibrahima D, Aby N, Gabriel N. Hernies Ombilicales Étranglées De L'enfant Au Centre Hospitalier Régional

- De Ziguinchor (Sénégal). Eur. Sci. J. ESJ.2017; 13, 379.
<https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n36p379>
5. Dabbas N, Adams K, Pearson K, Royle G. Frequency of abdominal wall hernias: is classical teaching out of date? JRSM Short Rep.2011; 2, 1–6. <https://doi.org/10.1258/shorts.2010.010071>
 6. Drissa T, Lasseny D, Bréhima C, Brehima B, Birama T, Alhassane T, Hamady T, Nouhoum O, Filifing S, Karim K. Hernie inguinale en Afrique subsaharienne: quelle place pour la technique de Shouldice? Pan Afr. Med. J.2015 ; 22 : 50. <https://doi.org/10.11604/pamj.2015.22.50.6803>
 7. Ngom G, Fall M, Allumeti M, Ndour O, Fall I, Ndoye M. Les hernies inguinales étranglées de l'enfant en milieu africain: a propos de 135 cas. Rev. Trop. Chir.2009 ; 3, 13–16.
 8. Ngom G, Gassama F, Kane A, Seck M, Ndour O, Ndoye M. Clinical and surgical aspects of strangulated umbilical hernias in children: a prospective study of 35 cases. J. Pediatr. Surg. Spec.2015; 9.
 9. Rowe M. Incarcerated and Strangulated Hernias in Children: A Statistical Study of High-Risk Factors. Arch. Surg.1970; 101, 136. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1970.01340260040006>
 10. Sakiye K, Kanassoua K, Kassegne I, Ama VI, Songne S. Prise en charge des hernies étranglées de l'aîne en milieu chirurgical rural : à propos de 329 cas colligés a l'hôpital saint joseph de datcha (Togo). J. Rech. Sci. L'Univ Lomé.2014 ; 16, 433–40.
 11. Sambo B, Mg Y, Ma H, Dm S, Sa A. Urgences Chirurgicales Abdominales Pédiatriques Au Nord-Bénin : Aspects Epidémiologiques Et Diagnostiques. Eur. Sci. J. ESJ.2020 ; 16 (18) :132. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n18p132>
 12. Weik J, Moores D. An unusual case of umbilical hernia rupture with evisceration. J. Pediatr. Surg.2005; 40, E33–E35. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2005.01.026>

Caracterisation des peuplements ichthyologiques d'un hydrosysteme fluvial a Guessabo et lacustre a Buyo, Côte d'Ivoire

Cisse Ibrahim Kalil

Doctorant à l'Université Nangui-ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire.
Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, UFR - Sciences de la Nature

Yaya Soro

Maître de conférences à l'Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire. Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, UFR - Sciences de la Nature - Pôle Pêche et Aquaculture

Diaha N'Guessan Constance

Maître de Recherches au Centre de Recherches Océanologique (CRO),
Abidjan, Côte d'Ivoire

N'Da Konan

Professeur Titulaire à l'Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire. Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, UFR-Sciences de la Nature - Pôle Pêche et Aquaculture

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p105](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p105)

Submitted: 22 January 2025

Accepted: 03 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Cisse I.K., Soro Y., Diaha N.C. & Konan N. (2025). *Caracterisation des peuplements ichthyologiques d'un hydrosysteme fluvial a Guessabo et lacustre a Buyo, Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 105.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p105>

Résumé

La présente étude porte sur les données collectées dans deux portions du fleuve Sassandra : sa partie lacustre à Buyo et sa partie fluviale à Guessabo. Ces plans d'eau sont exploités par les pêcheurs artisans. Les données biologiques ont été collectées sur les prises de la pêche commerciale, complétées avec de celles issues de six campagnes d'échantillonnage. Un ichtyomètre, une balance électronique et un GPS pour les coordonnées des zones de pêche ont été utilisés. Cette approche a permis d'en savoir davantage sur le stress environnemental que subit ces poissons eu égard aux valeurs de l'indice de Comparaison Abondance Biomasse (ABC).

Au titre de la diversité, 46 espèces ont été identifiées, appartenant à 11 ordres et 17 familles, avec une dominance des Perciformes, Siluriformes, Characiformes et Ostéoglossiformes. La partie lacustre a montré une plus grande abondance (7312 individus), mais une moins bonne organisation des populations, tandis que la partie fluviale présentait une abondante diversité réduite (1943 individus), avec une mauvaise organisation. Sur la période d'échantillonnage (Juin 2020-Décembre 2022), *Syndontis koensis* (886 individus) et *Sarotherodon melanotheron* (258 individus) étaient respectivement, dans les parties lacustre et fluviale, les plus abondants. Les résultats révèlent un stress environnemental sur ces populations.

Mots-clés: Fleuve Sassandra, population de poissons, abondance numérique, paramètres abiotiques, biomasse-abondance

Characterization of Ichthyological Settlements of a River Hydrosystem in Guessabo and Lake Buyo, Côte d'Ivoire

Cisse Ibrahim Kalil

Doctorant à l'Université Nangui-ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire.
Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, UFR - Sciences de la Nature

Yaya Soro

Maître de conférences à l'Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire. Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, UFR - Sciences de la Nature - Pôle Pêche et Aquaculture

Diaha N'Guessan Constance

Maître de Recherches au Centre de Recherches Océanologique (CRO),
Abidjan, Côte d'Ivoire

N'Da Konan

Professeur Titulaire à l'Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire. Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, UFR-Sciences de la Nature - Pôle Pêche et Aquaculture

Abstract

This study is based on data collected in two portions of the Sassandra River: the lake at Buyo and the river at Guessabo. These bodies of water are exploited by artisanal fishermen. Biological data were collected on catches in the commercial fishery, complemented by data from six sampling campaigns. An ichthometer, an electronic scale, and GPS were used to coordinate the fishing areas. This approach has provided insight into the environmental stress these fish are experiencing with respect to the Biomass Abundance Index (ABC) values. In terms of diversity, 46 species have been identified, belonging

to 11 orders and 17 families, with a dominance of Perciformes, Siluriformes, Characiformes, and Osteoglossiformes. The lake portion showed greater abundance (7312 individuals), but less well-organized populations, while the river portion showed reduced abundance of diversity (1943 individuals), with better organization. In the sampling period (June 2020- December 2022), *Syndontis koensis* (886 individuals) and *Sarotherodon melanotheron* (258 individuals) were the most abundant in the lake and river regions, respectively. The results reveal environmental stress on these populations.

Keywords: Sassandra River, fish population, numerical abundance, abiotic parameters, biomass-abundance

Introduction

La production de protéines d'origine halieutiques des eaux continentales ivoiriennes est passée de 92000 tonnes (1990) à moins de 45000 tonnes/an (2004) (DPH, 2004). Cette baisse drastique fait que la population ivoirienne reste tributaire de cette manne halieutique avec seulement une couverture de 13,44 % des besoins nationaux (MIRAH, 2023). Malgré cette baisse de production, le poisson demeure la principale source de protéines animales du consommateur ivoirien à hauteur de 50%, et représente entre 15 et 16 kg/an de consommation par habitant. La pêche artisanale joue un rôle important en contribuant à hauteur de 60 % de la production halieutique (COMHAFAT, 2014).

La construction des barrages hydroélectriques fait partie des principales causes de dégradation des écosystèmes aquatiques et donc des ressources halieutiques. Le fleuve Sassandra ne demeure pas en reste face à ces aménagements hydroélectriques, avec la construction d'un second barrage en 2017 sur le même fleuve à Soubré. La construction de barrages est un moteur de développement de la pêche dans les régions concernées. Ces conditions de milieu attirent de nombreux pêcheurs qui s'établissent en campements sur les abords des barrages, et développent des pratiques qui ont des répercussions directes ou indirectes sur l'habitat et ses ressources. A des seuils d'exploitation des ressources ou de dégradation des écosystèmes, une baisse de production et/ou disparition de certaines espèces devient une inquiétude (Lalèyè et *al.*, 2004). Face à cette situation, de nombreux acteurs du domaine scientifique se penchent sur la notion d'approche écosystémique des pêches. Ces acteurs suggèrent à ce que les écosystèmes soient préservés, et que le niveau d'exploitation des principales espèces soient établis (Katoussan et *al.*, 2007), ce qui passe par une maîtrise du peuplement des habitats et une connaissance des indices caractéristiques de ces espèces (Kamelan et *al.* 2013). C'est dans cette optique que la présente étude a été entreprise pour caractériser les peuplements ichtyologiques de ces deux

hydrosystèmes du fleuve Sassandra à Guessabo, en rapport avec les paramètres abiotiques du milieu. Comme principale contribution de la présente étude différemment de Traoré (1988), l'indice ABC a été utilisé pour apprécier le niveau de stress environnemental subit par ces deux milieux étudiés. Ce stress n'est pas sans impact sur la richesse spécifique et le nombre d'individus par espèce qui colonisent ces hydrosystèmes.

Materiels Et Methodes

Zone d'étude

Le fleuve Sassandra est situé entre 5° et 9°50' de latitude Nord et 6°50' et 8° de longitude Ouest. Sa superficie estimée à 75000 km², dont 8000 km² situé hors de la Côte d'Ivoire (Yao et *al.*, 2016), subit de fortes pressions anthropiques tels que les pratiques culturelles, les barrages hydroélectriques, les rejets de détritiques et eaux polluées. Ces diverses activités anthropiques impactent négativement les ressources halieutiques et leurs milieux de vie (Adamiade, 2004). Le premier affluent important que reçoit le fleuve Sassandra provient de sa rive gauche (le Boa). Après un parcours d'environ 200 km, il reçoit deux autres affluents de sa rive droite : le Bafing, venant de la Guinée et le N'Zo qui draine les régions montagneuses de Man. Notre zone d'étude, la station de Guéssabo, se situe entre 6°45' Nord et 6°49' Ouest avec un bassin versant de 35400 Km² (Camus, 1970).

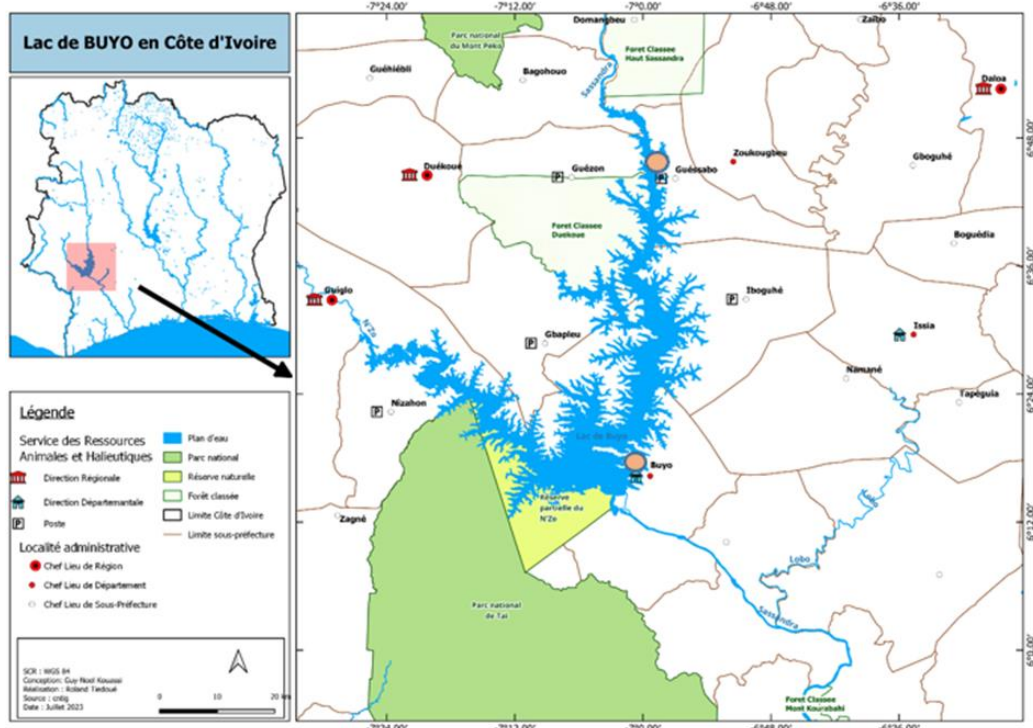


Figure 1 : Zones d'échantillonnage à Guessabo et à Buyo (points en rose)

Collecte et analyse des données

L'échantillonnage des poissons s'est déroulé entre juin 2020 et décembre 2022. Le fleuve a été sectionné en deux parties. La partie fluviale entre l'amont (6°51'N et 7°04'W) et l'aval (6°25'N et 7° W) du pont. Quant à la partie lacustre, elle part de l'aval du pont en sa position 6°15' N et 7°05'W jusqu'à la zone de barrage en sa position 6°16' N et 7°02' W. Les poissons ont été collectés de façon hebdomadaire auprès de la pêcherie commerciale qui opère à la fois dans la partie fluviale et au niveau du lac de barrage situé plus en aval (Buyo). Au titre de l'effort de pêche que développe la pêcherie commerciale, 793 engins de type monofilaments ont été recensés, 7428 nasses de divers type (en bambous, en filets et en grillage métallique) ont été utilisés, 677 palangres a nombre d'hameçons variables entre 390 et 1950 ont également été enregistrés. Ces pêcheurs ont utilisé également 535 pièges en bambou (60,86 %), 296 pièges en bidon (33,67 %) et 48 pièges en bois taillé (5,46 %), totalisant 879 pièges. Un effectif de 412 sennes et 253 filets éperviers ont aussi servi à capturer le poisson. Concernant la pêche expérimentale, six sorties ont été effectuées sur toute l'année, en raison d'une sortie chaque deux mois. Le matériel utilisé est constitué de 14 filets monofilaments de mailles variées (10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 mm de mailles) de longueur allant de 20 à 30 m et de hauteur de chute de 1,5 à 2 m. Les échantillons de la pêche expérimentale ont été complétés avec ceux de la pêche commerciale. L'identification des poissons s'est faite à l'aide des clés de Paugy et al. (2003 a et b) ainsi qu'avec le logiciel Fishbase. Un ichthyomètre ainsi que deux balances électroniques, l'une de type EPS (marque Constant Model : 14192-306A, de précision 1 g) et l'autre de type Kitchen scale (modèle SF-400, de précision 0,1 g) ont servi à collecter les paramètres métriques. Pour la capture des poissons, les filets maillants et les palangres sont mouillés entre 16h et 18 h, puis relevés le lendemain entre 6h et 7h. Les nasses et pièges une fois posés, sont retirés après une durée allant de deux à trois jours. Les données portant sur les prises pondérales, les tailles et le nombre de sujets par espèce et par localité ont été soumis au test de Kruskal-Wallis pour comparer les valeurs moyennes entre sites de collecte. Ces mêmes données ont été soumises au test de Mann-Whistney pour apprécier l'abondance numérique, la richesse spécifique, l'équitabilité (J) et les indices de Shannon (H') des poissons capturés dans la partie fluviale et lacustre. Vu la diversité des engins de capture utilisés pour produire les présents échantillons, et la combinaison des individus de la pêche commerciale et expérimentale, nous avons eu recours à l'échantillonnage aléatoire stratifié qui, selon Hurlbert (1971), est un excellent moyen de réduire les niveaux de biais.

Cette étude portée sur deux sections d'un fleuve avec pour vision de comparer les résultats, il s'avère opportun d'utiliser des tests de comparaisons

précédés d'une vérification sur la normalité à l'aide du test de Shapiro-wilk (Shapiro et al., 1968). Ainsi, pour une distribution de données normale, un test paramétrique est applicable. Dans le cas d'une distribution anormale, un test non paramétrique s'impose.

Le présent article fait suite à une demande manuscrite adressée aux autorités du Ministère de la Production Animale et des ressources Halieutiques (MIRAH) de la république de Côte d'Ivoire. La direction départementale de Guessabo et celle de Buyo qui sont des démembrements locaux de ce ministère ont contribué à la réalisation de ces travaux, à travers la mise à disposition d'agents de sécurité lors des travaux de terrain. L'ensemble du travail a été effectué sur des espèces capturées selon les techniques de pêche des pêcheurs locaux. Ces méthodes sont dépourvues de pratiques ne respectant pas l'éthique. Par ailleurs, ce travail ne présente aucuns conflits d'intérêts.

Résultats

Inventaire du peuplement

Au total, 46 espèces de poissons ont été identifiées dont 43 au cours des six campagnes échantillonnage et trois dans les captures de la pêche commerciale (Tableau I). Ces espèces sont réparties en 11 ordres et 17 familles. Les ordres les mieux représentés sont les Perciformes (12 espèces), les Siluriformes (12 espèces), les Characiformes (7 espèces) et les Ostéoglossiformes (6 espèces). Les 17 familles ont été observées tant au niveau de la zone lacustre que fluviale. Parmi ces espèces, 41 espèces sont d'eau douce (89,13%), deux espèces ont été introduites (4,34%) et trois espèces à affinité marine (6,52%). Suivant le nombre d'espèces par familles, l'on a par ordre décroissant les Cichlidae (9 espèces), suivies par les Mormyridae et les Cyprinidae (6 espèces chacune), les Alestidae (5 espèces), les Mochokidae (4 espèces), les Claroteidae (3 espèces), les Schilbeidae et les Clariidae (2 espèces chacune) et un seul représentant pour les autres familles. La majeure partie de ces espèces a été capturée dans la zone lacustre du fleuve Sassandra, à l'exception de *Marcusenius furcoidens*, *Raiamas senegalensis*, *Labeo parvus*, *Brycinus macrolepidodus*, *Alestes baremoze*, *Mastacembelus nogroditatus* et *Aplocheilichthys nimbaensis* qui n'ont été rencontrées que dans la partie fluviale. (Tableau I).

Tableau I : Liste des espèces de poissons rencontrées dans le bassin inférieur du fleuve
Sassandra (zone lacustre et fluviale) entre juin 2020 et décembre 2022

Ordres	Familles	Espèces	Zone Lacustre	Zone fluviale
Clupeiformes	CLUPEIDAE	<i>Pellonula leonensis</i> , (Boulanger, 1916)	+	-
Lepidosireniformes	ARAPAIMIDAE	<i>Heterotis niloticus</i> * (Cuvier, 1829)	+	-
Osteoglossiformes	MORMYRIDAE	<i>Marcusenius furcidens</i> , (Pellegrin, 1920)	-	+
		<i>Marcusenius senegalensis</i> , (Steindachner, 1870)	+	+
		<i>Marcusenius ussheri</i> , (Günter, 1867)	+	+
		<i>Mormyrops anquilloides</i> , (Linnaeus, 1758)	+	+
		<i>Mormyrus rume</i> (Valenciennes, 1847)	+	+
		<i>Pollimyrus isidori</i> , (Valenciennes, 1847)	+	+
Characiformes	HEPSETIDAE	<i>Hepsetus odoe</i> (Bloch, 1714)	+	-
	ALESTIDAE	<i>Alestes baremoze</i> (Joannis, 1835)	-	+
		<i>Brycinus imberi</i> (Peters, 1852)	+	+
		<i>Brycinus longipinnis</i> (Günther, 1874)	+	+
		<i>Brycinus macrolepidotus</i> ** (Valenciennes, 1850)	-	+
	<i>Brycinus nurse</i> (Rüppell, 1832)	+	+	
	DISTICHODONTIDAE	<i>Distichodus rostratus</i> (Günther, 1864)	+	-
Cypriniformes	CYPRINIDAE	<i>Enteromius ablades</i> (Bleeker, 1863)	+	-
		<i>Enteromius macrops</i> (Boulenger, 1911)	+	-
		<i>Enteromius trispilos</i> (Bleeker, 1863)	+	+
		<i>Labeo coubie</i> (Rüppell, 1832)	+	+
		<i>Labeo parvus</i> (boulanger, 1902)	-	+
		<i>Raiamas senegalensis</i> (Steindachner, 1870)	-	+
Siluriformes	CLAROTEIDAE	<i>Chrysichthys maurus</i> (Valenciennes, 1840)	+	+
		<i>Chrysichthys johnelsi</i> (Bleeker, 1858)	+	-
		<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> (Lacépède, 1803)	+	+
	SCHILBEIDAE	<i>Schilbe mandibularis</i> (Günther, 1867)	+	+
		<i>Schilbe intermedius</i> (Ruppell, 1832)	+	-
		<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
	CLARIIDAE	<i>Heterobranchus longifilis</i> (Valenciennes, 1840)	+	+
	MALAPTERIRUDAE	<i>Malapterurus electricus</i> (Gmelin, 1789)	+	+
	MOCHOKIDAE	<i>Synodontis bastiani</i> (Daget, 1948)	+	+
		<i>Synodontis koensis</i> (Pellegrin, 1933)	+	+
<i>Synodontis punctifer</i> (Daget, 1964)		+	+	
<i>Synodontis schall</i> (Bloch et Schneider, 1801)		+	+	
Ciprinodontiformes	CIPRINODONTIDAE	<i>Aplocheilichthys nimbaensis</i> (Lambert, 1958)	-	+
Perciformes	CENTROPOMIDAE	<i>Lates niloticus</i> (Linnaeus, 1762)	+	+
Perciformes	CICHLIDAE	<i>Hemichromis bimaculatus</i> (Gill, 1862)	+	+
		<i>Hemichromis fasciatus</i> (Peters, 1852)	+	+
		<i>Oreochromis niloticus</i> * (Linnaeus, 1758)	+	+
		<i>Sarotherodon galilaeus</i> ** (Linnaeus, 1758)	+	+
		<i>Sarotherodon melanotheron</i> ** (Rüppell, 1852)	+	+
		<i>Coptodon busumana</i> (Günther, 1903)	+	+
		<i>Coptodon guineensis</i> ** (Bleeker in Günther, 1862)	+	+
		<i>Coptodon zillii</i> (Gervais, 1848)	+	+
Anabantiformes	ANABANTIDAE	<i>Coptodon guineensis</i> x <i>Coptodon zillii</i>	+	+
Synbranchiiformes	MASTACEMBELIDAE	<i>Ctenopoma petherici</i> (Gunther, 1864)	+	+
		<i>Mastacembelus nigromarginatus</i> (Boulanger, 1898)	-	+
11	17	46	39	38

+ = Présence ; - = Absence ; *= espèces introduites ; **= espèces estuariennes

Richesse spécifique

L'évolution de la richesse spécifique a été étudiée à partir des relevés de la pêche expérimentale. La figure 2 présente deux courbes à allures similaires. La richesse spécifique évolue de façon régulière avec l'augmentation du nombre de sorties. Au regard des courbes, la richesse spécifique est plus importante en zone lacustre (Lac) qu'en zone fluviale (FL). Entre la cinquième et la sixième sortie, la variation du nombre d'espèces est relativement faible (37 à 39).

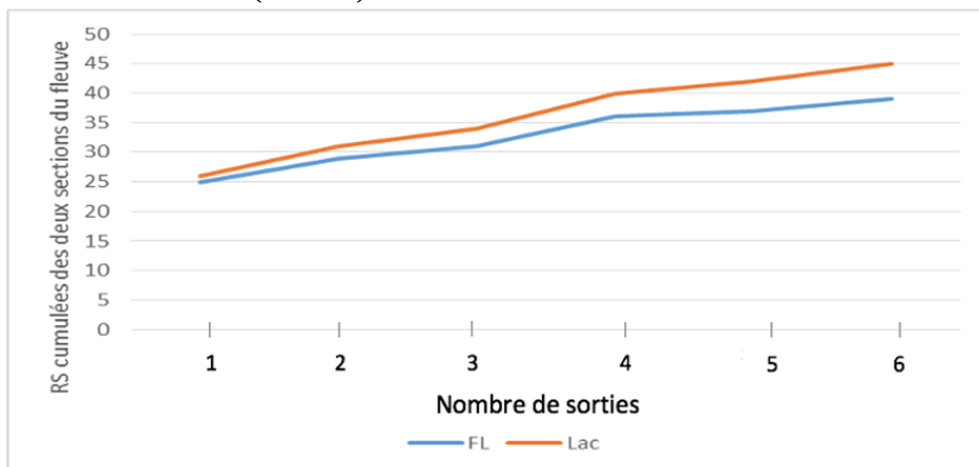


Figure 2 : Evolution des courbes de la richesse spécifique (RS) en fonction du nombre de jours de pêche cumulé sur les deux sections du fleuve Sassandra, de juin 2020 à décembre 2022. FL : zone fluviale et Lac : zone lacustre

Analyse spatiale et saisonnière de l'abondance des poissons

L'abondance spatiale a été calculée à partir des prises suivant les saisons et les stations. Ainsi, sur un total de 9255 spécimens de poissons capturés, la plus forte abondance qui est de 7312 individus a été enregistrée dans la zone lacustre, contre 1943 individus au niveau de la zone fluviale (Tableau II). Le test de Khi-deux appliqué aux valeurs d'abondances par secteur de pêche permet d'affirmer qu'il y a une différence statistique significative entre la portion lacustre et fluviale ($\chi^2 = 192,36$; dl 5, $p < 0,05$).

Considérant l'ensemble de la capture (9255 individus), l'abondance suivant les saisons affiche l'effectif le plus important pendant la saison des pluies soit 6935, contre 2320 individus au cours de la saison sèche. La comparaison des prises saisonnières par secteur de pêche donne en zone lacustre, 1688 individus pendant la saison sèche contre 5624 en saison pluvieuse, totalisant 7312 individus. En milieu fluvial, 632 individus ont été capturés pendant la saison sèche, contre 1311 pendant la saison pluvieuse, ce qui fait 1943 individus. La zone lacustre affiche la plus forte abondance toutes saisons confondues (7312), cependant que la saison pluvieuse génère la plus

importante capture (6935). Le test de Khi-deux appliqué aux valeurs d'abondance suivant les saisons affiche une différence significative ($p < 0,05$).

Tableau II : Récapitulatif des abondances saisonnières et spatiales des poissons capturés juin 2020-décembre 2022

Stations	Abondance par station et par saison		Abondance par station
	Saison sèche	saison des pluies	
Zone lacustre	1688	5624	7312
Zone fluviale	632	1311	1943
Total	2320	6935	9255

Analyse de la diversité du peuplement ichthyologique

Variations spatiale et saisonnière des indices de diversité de Shannon Weaver (H') et d'équitabilité (E)

Ces deux indices présentent des valeurs élevées en saison des pluies (juin à septembre), contrairement à la saison sèche. L'indice de Shannon est de 3,14 et celle d'équitabilité de 0,67 pour la zone lacustre. En zone fluviale, l'indice de Shannon est de 1,37 et celui de l'équitabilité 0,53.

Le test de Mann-Whitney appliqué aux valeurs des indices de Shannon indique une différence significative entre les deux zones de pêche ($p < 0,05$). Par contre, ce même test appliqué aux indices d'équitabilité des deux sites de pêche n'affiche aucune différences significatives ($p > 0,05$). La Figure 3 nous présente les variations des indices de Shannon-Weaver et d'équitabilité du peuplement ichthyologique des deux portions de pêche du fleuve Sassandra.

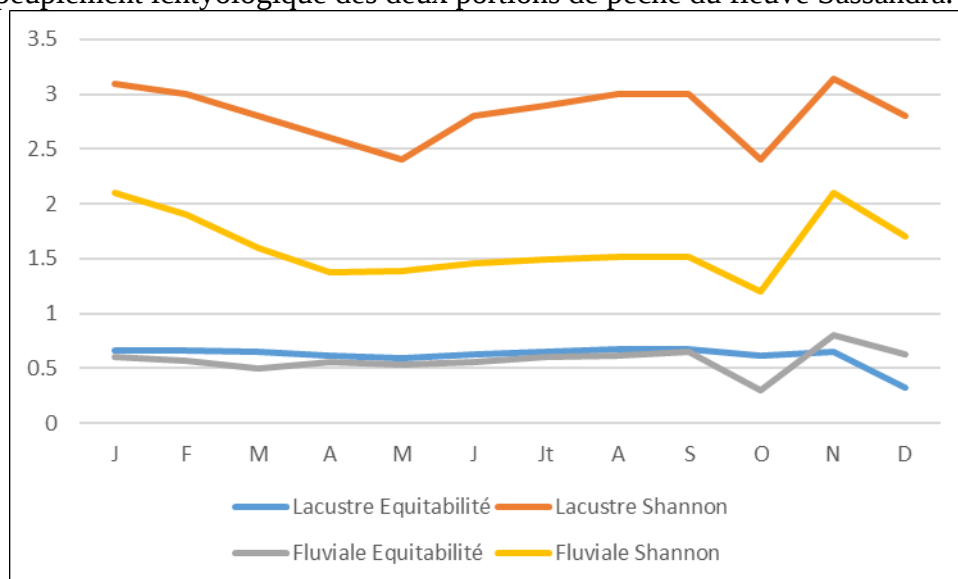


Figure 3 : variations saisonnières et spatiales des indices de Shannon et d'équitabilité du peuplement ichthyologique aux différentes stations lacustre et fluviale du bassin inférieur du fleuve Sassandra de Juin 2020 à Décembre 2022

Répartition spatiale de l'abondance numérique par espèce

En termes d'abondance numérique par espèce à grande productivité, 7312 individus de diverses espèces ont été capturés dans la partie lacustre du fleuve Sassandra à Buyo, contre 1943 dans sa partie fluviale (Figures 4 et 5).

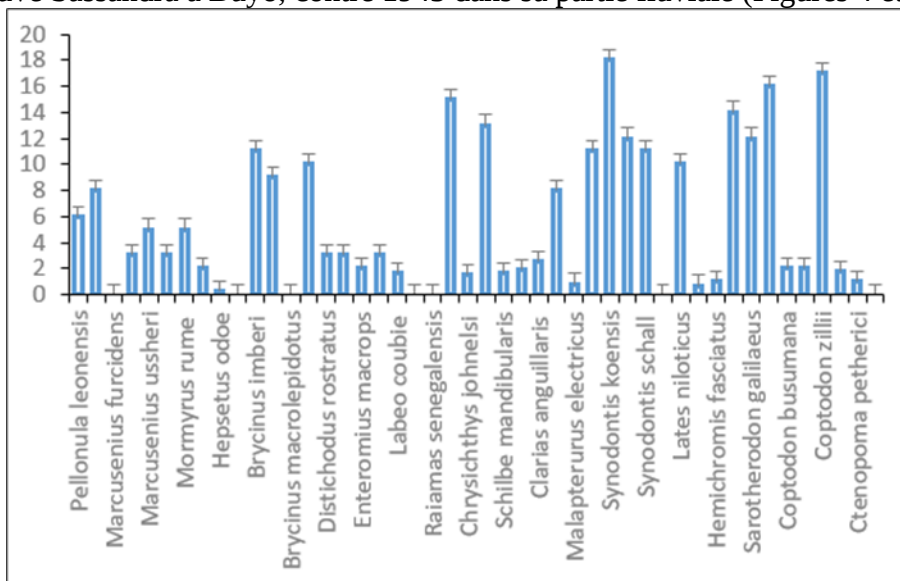


Figure 4 : Variation du nombre d'individus par espèce dans la partie lacustre à Buyo, de Juin 2020 à Décembre 2022

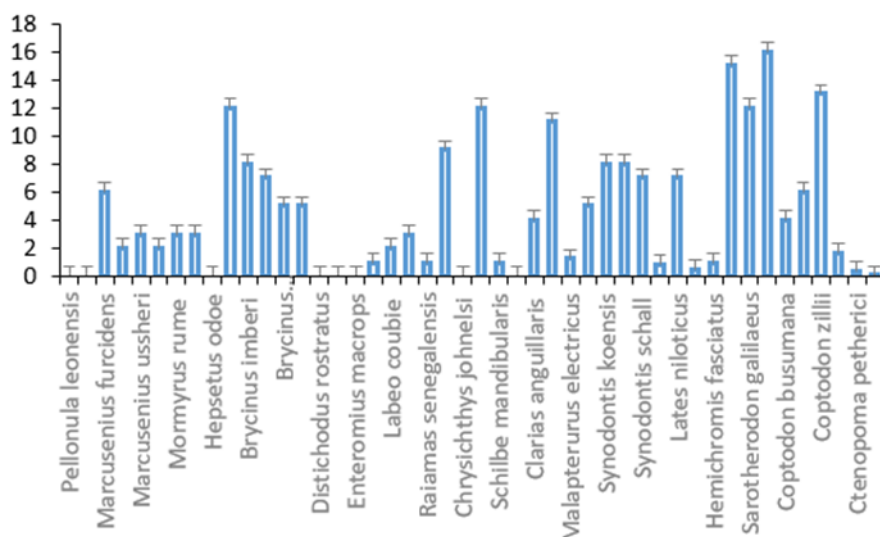


Figure 5 : Variation du nombre d'individus par espèce dans la partie fluviale à Guessabo, juin 2020-décembre 2022

Ces deux histogrammes ont été réalisés sur la base des espèces à grande productivité et à forte valeur commerciale. L'analyse permet de dire

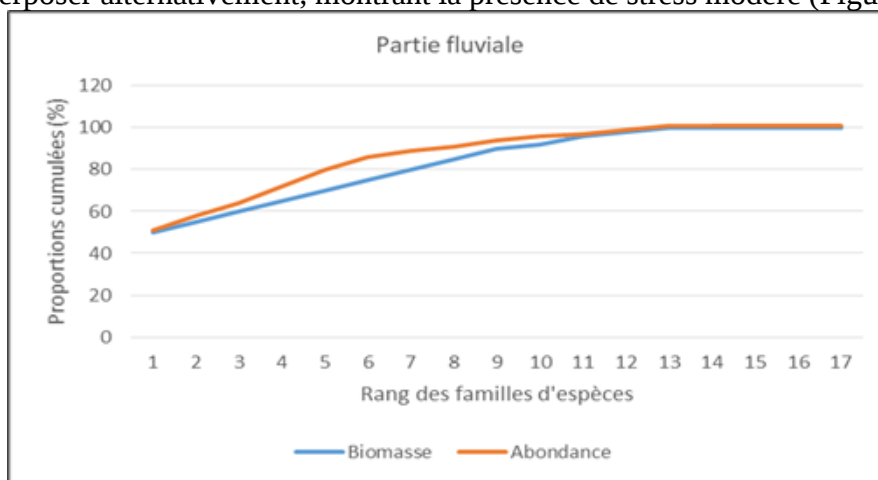
qu'au niveau de la partie lacustre du fleuve, l'espèce *Synodontis koensis* avec 12,13 %, est l'espèce prédominante dans les captures de cette zone de pêche, suivie par *Coptodon zillii* (10,17 %), *Sarotherodon melanotheron* (8,03 %), *Synodontis punctifer* (7,48), *Chrysichthys maurus* (7,18 %), *Oreochromis niloticus* (6,18 %), *Chrysichthys nigrodigitatus* (5,23 %), *Brycinus imberi* (4,74 %). *Heterobranchus longifilis* (4,66 %), et enfin *Sarotherodon galileus* (4,05 %).

Quant à la partie fluviale du fleuve Sassandra à Guessabo, l'espèce dominante est *Sarotherodon melanotheron* (13,26 %), suivie par *Oreochromis niloticus* (11,79 %), *Sarotherodon galilaeus* (7,86 %), *Coptodon zillii* (6,08 %), *Chrysichthys nigrodigitatus* (5,79 %), *Heterobranchus longifilis* (4,12 %), *Synodontis punctifer* (3,81 %), et enfin *Labeo parvus* (3,31 %).

Evaluation du stress environnemental dans les sites prospectés à partir de l'indice de Comparaison Abondance Biomasse (ABC)

L'analyse comparée des abondances et des biomasses des poissons capturés dans le bassin inférieur du fleuve Sassandra présente une tendance générale de milieu stressé.

Au niveau de la partie fluviale, la courbe des biomasses est en dessous de celle des abondances avant de se superposer. Ce qui indique que nous avons affaire à un milieu stressé. Quant à la portion lacustre du fleuve, la courbe des biomasses est d'abord au-dessus de celle des abondances puis finissent par se superposer alternativement, montrant la présence de stress modéré (Figure 6).



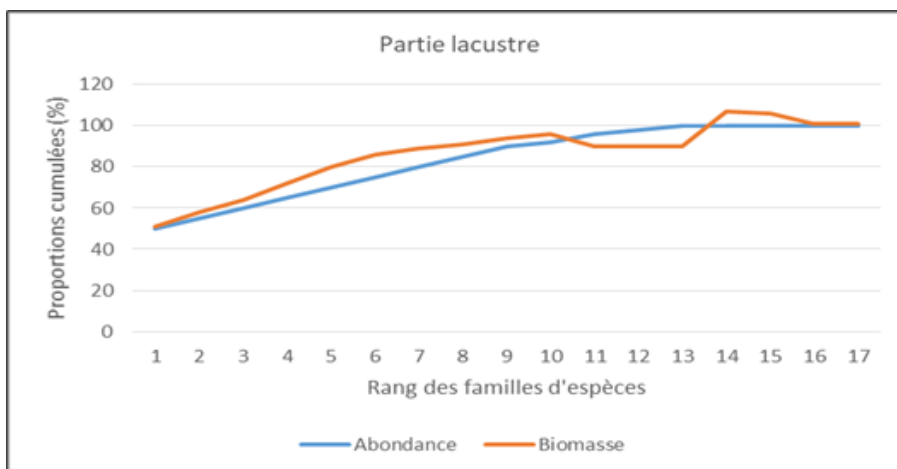


Figure 6 : Courbe ABC de la communauté de poissons des sites prospectés dans le bassin inférieur du fleuve Sassandra, juin 2020-décembre 2022

Discussion

Les premières études faites par Daget et Ittis (1965) et par Teugels et *al.* (1988) sur le fleuve Sassandra ont signalé respectivement 76 espèces et 52 espèces. Sur ce même fleuve, les données de la présente étude ont été collectées dans la partie fluviale à Guessabo et dans la partie lacustre à Buyo. Suite à notre inventaire spécifique, 39 espèces ont été identifiées en zone lacustre contre 38 dans le fleuve, totalisant 46 espèces. Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre ces deux types d'écosystèmes, suivant leur richesse spécifique. Dans cette même portion fluviale, Traoré (1988) avait identifié 56 espèces en 1988, et Yao et *al.* (2021), 42 en 2021. Les quatre espèces rencontrées de plus que YAO *et al.* (2021) s'expliqueraient par la migration de certaines espèces, suite aux conditions du milieu. Cet écart pourrait également être lié à la période de l'échantillonnage tout comme au matériel de capture utilisé par les pêcheurs. Cependant, le grand écart en nombre d'espèces enregistrées avec Traoré (1988), soit dix (10) espèces de moins, serait lié à la variabilité climatique. La présente étude ayant lieu trente-six ans après celle de Traoré en 1988, il est fort probable que certaines espèces aient émigrés de cet habitat, soit à cause de la hausse des températures ou les cas de pollution du milieu qu'occasionnent les agriculteurs et autres orpailleurs installés le long des berges. Il est à noter que certaines espèces sont absentes de nos échantillons. Il s'agit principalement de *Petrocephalus bovei*, *Polypterus endlicheri*, *Papyrocranus afer*, *Heterobranchus isopterus* etc. La courbe de la richesse spécifique atteint son pic à partir du mois d'Avril, avec la présence de quelques espèces de poissons potamodromiques (*Chrysichthys nigrodigitatus*, *Hemichromis fasciatus*, *Schilbe mandibularis*, *Schilbe intermedius*) et anadromiques (*Pellonula leonensis*). Le fleuve Sassandra étant

en contact direct avec la mer au niveau de la ville de Sassandra, il est possible que certaines espèces marines migrent au niveau de cette zone estuarienne, soit pour se reproduire ou s'alimenter. Paugy *et al.* (2003a ; 2003b) ont eu à constater que certaines espèces de poissons remontent les cours inférieurs des fleuves, parcourant plusieurs kilomètres pour des raisons d'alimentation et de reproduction. Cette capacité à coloniser divers habitats existe chez certains poissons, car selon Lévêque (1995), une même espèce de poisson peut occuper successivement plusieurs types d'habitats au cours de sa vie.

D'une capacité théorique de 82 à 83 espèces pour l'ensemble du fleuve Sassandra (Traoré, 1996), sa partie fluviale à Guessabo et lacustre à Buyo n'ont enregistré que 46 espèces. Il est donc possible de dire que la diversité biologique de notre zone d'étude est moyenne. L'absence de *Labeo parvus* dans la section lacustre du fleuve pourrait s'expliquer par le fait que cette partie du lac est pauvre en fouillis et troncs d'arbres morts submergés, types d'habitats que préfèrent les individus de cette espèce. Selon certains auteurs (Daget et Iltis, 1965 ; Welcomme, 1988 ; Hugueny, 1989 ainsi que Aliko *et al.*, 2010), les zones caractérisées par une présence marquée de troncs d'arbres constituent un refuge pour *Labeo parvus*.

Le test de Mann-Whitney appliqué au plan spatial suivant les stations indique une différence significative ($p < 0,05$). Cette différence serait liée aux conditions environnementales qui sont moins stressantes au niveau de la station de Buyo. En effet, ce site semble moins pollué et offre plus de possibilités de nutrition aux espèces qu'au niveau du cours principal du fleuve. Par contre, ce même test n'indique aucune différence significative ($p > 0,05$) quant à l'équitabilité (E) de ces deux sites d'enquête. Cependant, cette variable est restée plus faible en zone fluviale avec une valeur relativement constante autour de 0,5 sur plus des 3/4 l'année. Au titre de la diversité du peuplement ichtyologique de ces deux écosystèmes, l'indice de Shannon-Weaver (H') a permis de savoir que le cours principal du fleuve est significativement moins diversifié que la portion lacustre. Ceci pourrait signifier une mauvaise organisation de la communauté de poissons au niveau de cette station. Quant à la station de Buyo, elle paraît plus diversifiée mais peu organisée. Au regard des valeurs de cet indice, il est possible de dire que les taxons sont mal repartis sur les deux sites. L'une des raisons qui perturbe la nette lisibilité de ces deux indices (Equitabilité et Shannon) dans notre zone d'étude est que ces pêcheurs opèrent alternativement dans l'un et l'autre des sites de pêche, suivant leur convenance. Pareil constat a été fait par Yao *et al.* (2020) sur le fleuve Comoé au titre de ces deux indices. Au regard des prises suivant les saisons, l'indice d'équitabilité a fait ressortir une variation saisonnière entre les deux stations. Ce fait a été observé seulement au cours du dernier trimestre de l'année qui correspond à la saison sèche. Ceci peut s'expliquer par l'ouverture des vannes du barrage en cette période.

Suivant la répartition spatiale de l'abondance, *Synodontis koensis* domine dans la partie lacustre du fleuve, contrairement aux travaux de Yao et al. (2021), pour qui l'espèce *Synodontis punctifer* est plus abondante dans le fleuve que dans le lac. Cette différence pourrait être liée à la méthode et à la durée de prélèvement des échantillons, tout comme à la saison de pêche, vu que la plupart des poissons effectue des migrations de pontes.

Les perturbations environnementales sur le peuplement ichthyologique sont mises en évidence par la méthode ABC de Warwick (1986) dans cette étude. Cette méthode relate que la portion fluviale à Guessabo est un milieu stressé, alors que le lac de Buyo connaît un stress modéré. En somme, ces deux milieux du fleuve Sassandra présentent un caractère d'habitats perturbés. La pratique d'agriculture intensive de nos jours aux abords de ce fleuve pourrait en être l'une des causes. C'est en cela que Pauly (1980) et Caillart et Morize (1991) affirmaient que la pression de pêche et l'usage des pesticides et autres fertilisants dans l'agriculture, complémentées par la mortalité naturelle font parties des principales causes de perturbation des écosystèmes.

Conclusion

Cette étude a été menée sur deux portions du fleuve Sassandra (partie lacustre à Buyo et fluviale à Guessabo). L'approche suivant la diversité biologique a révélé 46 espèces appartenant à 11 ordres et 17 familles. Les Perciformes ont été dominant, suivis par les Siluriformes, les Characiformes et les Ostéoglossiformes. L'usage de l'indice de Comparaison Abondance Biomasse (ABC) sous l'angle du stress environnemental, montre que la partie lacustre a une plus grande abondance, avec des populations moyennement bien organisées. La partie fluviale affiche par contre une abondance réduite, avec une population mal organisée. En somme, ces populations sont sous l'effet d'un stress environnemental dans ces sections du fleuve Sassandra.

Sachant que les aménagements hydroélectriques impactent les écosystèmes et leurs ressources biologiques, il serait souhaitable de réduire ces genres d'aménagements. A défaut, prévoir des passes d'une certaine envergure, de sorte à permettre aux espèces migratrices de pouvoir se déplacer. Réduire notablement l'usage des pesticides et autres fertilisants au profit des engrais organiques, contribuerait à améliorer la qualité des écosystèmes et de facto, la quantité et la qualité nutritionnelle des organismes qui y vivent. Le succès d'une gestion des ressources halieutiques nécessite que les gestionnaires de pêches, les pêcheurs, les agriculteurs et autres communautés locales soient au même niveau d'information.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adamiade, V., 2004. Influence d'un fossé sur les écoulements rapides au sein d'un versant.
<https://www.researchgate.net/publication/341423701>
2. Aliko, G. N., Da Costa, S. K., Ouattara, A., Konan, F. K., Gourène, G., 2010. Structure démographique d'un Labéo Africain, *Labeo coubie* Ruppel, 1832 (poissons : cyprinidae), dans le lac barrage de Taabo (bassin du Bandama, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine* 22 (3) : 207 - 216 (2010) 207 *Structure démographique de Labeo coubie*
3. Caillart, B. & Morize, E., 1991. Potentiel halieutique d'un atoll de l'archipel des Tuamotu (Polynésie Française) : Méthodologie d'étude. In La recherche face à la pêche artisanale, Symp. Int. ORSTOM-IFREMER, Montpellier France, 3-7 Juillet 1989. (J-R) Durand, (I) Lemoalle et (I) Weber (eds). Paris, ORSTOM, 1991. Tome 1 : 325-332.
4. Camus, H., 1969. Hydrologie du bassin du Sassandra (note préliminaire). Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer : Centre d'Adopodioumé- Côte d'Ivoire N° 5/69
5. Conférence Ministérielle sur la Coopération Halieutique entre les Etats Africains Riverains de l'Océan Atlantique (COMHAFAT), 2014. Industrie des pêches et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire. Rapport n°7, 2014.
6. Daget, J. & Iltis, A., 1965., Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). Mémoires de l'Institut français d'Afrique Noire, IFAN DAKAR 1965, 404 p
7. Direction de la Production Halieutique (DPH), 2004. Abidjan, 2001 à 2008 - *Annuaire statistique des pêches*. Ministère de la production animale et des ressources halieutiques, Direction de la Production Halieutique, document multigr. à usage interne, np
8. Hugueny, B., Lévêque, C., 1989. Biogéographie et structure des peuplements de poissons d'eau douce de l'Afrique de l'ouest: approches quantitatives| Theses. fr <https://theses.fr/1989PA077198>
9. Kamelan, T. M., Berté, S., N'Zi, K. G., Bamba, M., 2013. Peuplement ichtyologique du complexe Brimé-Méné-Nounoua, Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7(6):2248, 7(6):2248, DOI:10.4314/ijbcs.v7i6.6

10. Kantoussan J., 2007. Impacts de la pression de pêche sur l'organisation des peuplements de poissons : Application aux retenues artificielles de Sélingué et de Manantali, Mali, Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat, Mention halieutique *Agrocampus de Rennes*, France, 195p.
11. Konan, K. F., 2008. Composition, structure et déterminisme de la diversité ichtyologique des rivières côtières du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Soumié - Eholié - Ehania - Noé).
12. Lalêye P., Chicou, A., Phillipart, J-C., Teugels, G. & Vandewalle, P., 2004. Etude de la diversité du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest) *Cybiu*, 28 (4) : 329-339.
13. Lévêque, C. & Paugy, D., 1999. Impact des activités humaines. In LEVEQUE C., PAUGY D, (eds) Les poissons des eaux continentales Africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme. *Edition IRD*. pp 365-383
14. McCartney, M., 2009. Living with dams: managing the environmental impacts. *Water Policy*, 11 (1) : 121-139
15. Moreau, Y., 1988. Biologie et écologie des poissons d'eau douce Africains Physiologie de la nutrition, *Travaux et Documents de l'ORSTOM* (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer) (216) : 137-152
16. Moreau, J., Arrignon J., Jubb R.A., 1988. Les introductions d'espèces étrangères dans les eaux continentales africaines. Intérêts et limites. In LEVEQUE C. PAUGY D, (eds) Les poissons des eaux continentales Africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme. *Edition IRD*. pp. 365-383
17. Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques, 2023. <https://www.ressourcesanimales.gouv.ci/accueil/>
18. Bruton, M. N. & Ssentogo, G. W., eds : Bologie et écologie des poissons d'eaux douces africaines. *Paris ORSTM, travaux et document*, 216 : 195-245
19. Paugy, D., Lévêque, C., Teugels, G. G., 2003. Poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest, vol. 1 & 2.
20. Paugy D., Lévêque C., Duponchelle, F., 2006. Les poissons des eaux africaines, la reproduction. 29 p.
21. Pauly, D., 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39 (2) : 175-192.
22. Teugels, G. G., Lévêque, C., Paugy D., Traoré K., 1988. Etat de connaissance sur la faune ichtyologique des bassins côtiers Cote d'Ivoire et de l'Ouest du Ghana, 1988.

23. Teugels, G. G., Lévêque C., Paugy D., & Traoré K., 1988. Etat des connaissances sur la faune ichtyologique des bassins côtiers de Côte d'Ivoire et de l'ouest du Ghana. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 21 (3) : 221 - 237.
24. Traoré K., 1995. Etude d'impact environnemental du bassin du haut Sassandra. Rapport OMS / IDESSA.
25. Traoré K., 1989. Caractéristique bio-écologique du peuplement ichtyologique du lac de Buyo. *Rapp. IET*, 182 pp.
26. Welcomme, R. L., 1988. International introductions of in land aquatic species. *FAO Fish. Tech. Pap.* 294. 318 p.
DOI / ISBN: 92-5-102664-5.
27. Yao A. A., Doumbia L., Konan K. M., Alassane O., 2020. Diversité et Structure du Peuplement Ichtyologique du Bassin Inférieur du Fleuve Comoé (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal* · February 2019
DOI: 10.19044/esj 2019.v15n6p244
28. Yao, K. A., N'Zi K. G., Bamba M., Koné T., 2021. Impact des aménagements hydroélectriques sur le peuplement des poissons du lac de barrage de Buyo et de la zone périphérique (Cote d'Ivoire). *Journal scientifique européen* 17 (40) 273
29. Yao, K. M., Agbri, L., Bamba, S. B., Soro, M. B. et Trokourey, A., 2016. Prédiction de l'évolution spatio-temporelle du fer à l'exutoire d'un fleuve tropical : cas du fleuve Sassandra à Gaoulou (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biology and Chemical Science* 10(6): 2768-2780, December 2016 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). Available online at <http://www.ifgdg.org>

Effets de quelques méthodes agroécologiques de lutte sur les populations d'insectes ravageurs et les paramètres de croissance et de rendement du niébé dans la région de Zinder au Niger

Abdoulkader Zakari Loussou, Doctorant

Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques
Université de Diffa, Niger

Laouali Abdou, Maître de conférences

Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques
Université de Diffa, Niger

Ali Mahamane, Professeur titulaire

Faculté des Sciences Techniques
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p122](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p122)

Submitted: 03 April 2025

Accepted: 02 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Zakari Loussou A., Abdou L. & Mahamane A. (2025). *Effets de quelques méthodes agroécologiques de lutte sur les populations d'insectes ravageurs et les paramètres de croissance et de rendement du niébé dans la région de Zinder au Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 122. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p122>

Résumé

L'une des contraintes liées à la production du niébé, est la pression exercée par les insectes ravageurs. La présente étude menée dans le village Rouwan Chabara (département de Mirriah), entre dans le cadre de la gestion agroécologiques des ravageurs de culture du niébé. L'objectif général de cette étude est de mettre en évidence les effets des biopesticides sur les insectes ravageurs du niébé. L'essai a été conduit selon un dispositif expérimental split plot avec cinq traitements et trois répétitions. Au total 5 traitements ont été testés. Les données sur les paramètres morphologiques de plants ont été collectées par parcelle et par traitement. L'inventaire d'entomofaune pendant l'étude a permis de recenser les insectes tels que les pucerons (*Aphis craccivora* Koch), les punaises brunes (*Clavigralla tomentosicollis* Stal), les thrips (*Megalurothrips sjostedti* Tryb.) et *M. vitrata*. Les plants traités avec les

feuilles de papayer ont été faiblement attaquées par les ravageurs (21,83 plants attaqués) et présentent le rendement le plus élevé (422,11 kg/ha) comparé avec le témoin (266,66 kg/ha), cette différence est hautement significative au seuil de 0,05. Ces résultats montrent que malgré la présence des ravageurs sur la culture du niébé, les biopesticides ont réduit les dégâts des ravageurs et des maladies sur les feuilles, les gousses du niébé ce qui a permis d'obtenir un rendement meilleur par rapport au témoin (sans traitement). A l'issue de cette étude, l'utilisation de biopesticides à base des feuilles de papaye (*Carica papaya*) et bouses de vache localement disponibles constitue une alternative pour promouvoir une production agroécologiquement durable.

Mots-clés: Effets, biopesticides, ravageur, rendement, Niébé

Effects of some agroecological control methods on insect pest populations and cowpea growth and yield parameters in the region of Zinder region, Niger

Abdoulkader Zakari Loussou, Doctorant

Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques
Université de Diffa, Niger

Laouali Abdou, Maître de conférences

Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques
Université de Diffa, Niger

Ali Mahamane, Professeur titulaire

Faculté des Sciences Techniques
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Abstract

One of the constraints related to cowpea production is the pressure exerted by insect pests. This study, conducted in the village of Rouwan Chabara (Mirriah department), is part of the agroecological management of cowpea pests. The general objective of this study is to highlight the effects of biopesticides on cowpea insect pests. The trial was conducted using a split-plot experimental design with five treatments and three replications. A total of 5 treatments were tested. Data on plant morphological parameters were collected per plot and per treatment. The entomofauna inventory during the study made it possible to identify insects such as aphids (*Aphis craccivora* Koch), brown bugs (*Clavigralla tomentosicollis* Stal), thrips (*Megalurothrips sjostedti* Tryb.) and *M. vitrata*. Plants treated with papaya leaves were weakly attacked by pests (21.83 plants attacked) and had the highest yield (422.11

kg/ha) compared with the control (266.66 kg/ha); this difference is highly significant at the 0.05 threshold. These results show that despite the presence of pests on the cowpea crop, biopesticides reduced the damage of pests and diseases on the leaves and pods of cowpea, which made it possible to obtain a better yield compared to the control (without treatment). At the end of this study, the use of biopesticides based on papaya leaves (*Carica papaya*) and locally available cow dung constitutes an alternative to promote agroecologically sustainable production.

Keywords: Effects, biopesticides, pest, yield, cowpea

Introduction

Au Niger, comme dans la plupart des pays sahéliens, le niébé, *Vigna Unguiculata* (L). Walp, est l'une des principales légumineuses alimentaires cultivées. La culture du niébé joue un rôle de premier plan dans les systèmes de cultures en restaurant la fertilité des sols par la fixation de l'azote atmosphérique (Taffouo et al., 2008). Le niébé est cultivé dans toute la bande agricole Sud du Niger. La production en 2023 est de 2 149 205 tonnes, et la grande zone de production est la région de Zinder (MA, 2023). Cependant, plusieurs contraintes biotiques et abiotiques limitent la production de cette culture. En effet, la culture du niébé est l'une des cultures sévèrement attaquées par une gamme d'insectes, parasites et maladies à chaque phase de sa croissance (N'gbesso et al., 2013). Les dégâts causés par les insectes ravageurs sur la culture sont énormes. Ces dégâts pouvant atteindre jusqu'à 80 à 100% de la production en raison des attaques des insectes (Ahmed et al., 2009). Selon Maimouna et al. (2019), les pucerons et les punaises sont les ravageurs les plus mentionnés par les producteurs du niébé dans la région de Zinder. Aussi, s'ajoutent d'autres insectes comme les thrips des fleurs, les foreurs de gousses qui attaquent la culture depuis la levée des plants jusqu'à la maturation complète des gousses, occasionnant d'énormes dégâts au champ (Omoigui et al., 2016 ; Issoufou et al., 2017). La pyrale foreuse des fleurs et de gousses (*M. vitrata*) est un important ravageur pouvant entraîner des pertes de l'ordre de 20 à 80% du rendement (Oyewale et Bamaiyi, 2013 ; Maina et al., 2014). De nos jours, la lutte chimique reste pour les producteurs le moyen le plus efficace à court terme ; plusieurs familles de pesticides sont utilisées (Cavet et al., 2005). L'utilisation des pesticides chimiques a toujours été privilégiée pour la gestion des ravageurs (Naseri et al., 2009). Cependant, selon des études menées par Kouninki (2007) et Goudoum (2010), l'application abusive, à répétitions et non raisonnée de ces derniers contre les insectes ravageurs au cours des dernières décennies a entraîné des effets néfastes tant pour les consommateurs que pour l'environnement et la biodiversité. Les résidus de ces pesticides constituent inévitablement des

risques d'intoxication à court, moyen ou long terme pour l'homme (Mondedji, 2010). Au regard des conséquences néfastes sur la santé de la population, sur l'environnement et sur la déperdition de la biodiversité (Adam et al., 2010), il est clairement nécessaire de développer des méthodes de substitution qui protègent efficacement les cultures. C'est dans ce sens que les biopesticides peuvent constituer une solution prometteuse et durable à l'utilisation abusive des pesticides chimiques. Plusieurs études ont montré que l'existence des méthodes de protection des cultures, comme l'utilisation des insecticides botaniques efficaces et moins toxiques dans le contrôle des insectes ravageurs est une alternative à l'utilisation des pesticides de synthèse (Philogène et al., 2003 ; Shannag et al., 2014, Rabo et al., 2021).

C'est dans ce contexte que cette étude qui vise à contribuer à la gestion des insectes ravageurs du niébé par la valorisation des produits biologiques localement disponibles a été initiée. Il s'agit spécifiquement de valider l'efficacité de biopesticides et de bouse de vache sur les principaux insectes ravageurs rencontrés sur la culture du niébé.

Matériel et Méthodes

Le site d'étude

La présente étude a été conduite à Rouwan Chabara, un village de la commune rurale de Dogo, région de Zinder au Niger. (Figure 1). Le village est localisé dans la partie sud du département de Mirriah, situé entre 13°33' de latitude Nord et 8°95' de longitude Est. Le climat est de type sahélien marqué par une pluviométrie irrégulière, mal répartie dans l'espace et dans le temps. (PDC de Dogo, 2016-2020).

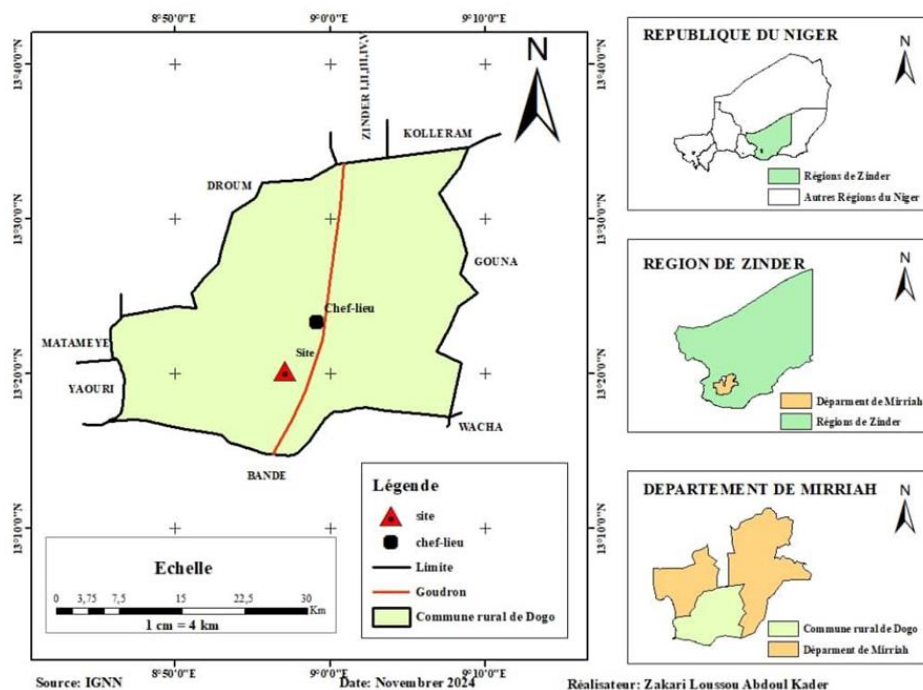


Figure 1 : Localisation du site d'étude

Matériel végétal

La variété locale de niébé appelée jan waké adoptée et appréciée dans la zone a été utilisée dans cette étude. Cette variété a été choisie pour sa différence en termes de sa couleur de graine, sa sensibilité à la photopériode, son rendement potentiel et son adaptation dans la zone d'étude. En plus de la variété du niébé, d'autres matériels et produits ont été utilisés dans cette étude tableau (1).

Tableau 1: Liste des matériel physiques

Désignation	Usage
Rayonneur	traçage de ligne de semi
Mettre ruban	délimitation des parcelles
Piquet en bois	faire sortir les angles
Balance électronique	pesage
Fiches	collecte de données
Pulvérisateur	utilisation du biopesticides
Téléphone portable	prise de vue
Un appareil GPS	prise de coordonnées du site
Récipient	mettre le biopesticides
Mortier et pilon	pilé le matériel végétal

Traitements appliqués

Plusieurs solutions à base de pesticides biologiques dont les feuilles de neem, les feuilles de papayer, bouses de vache et les fruits secs de piment ont été utilisées. 500 g de chaque produit a été trempé dans 10 litres d'eau pendant

24 heures. Au total, cinq (5) traitements (T0, T1, T2, T3 et T4) ont été définis ainsi qu'il suit :

T0 : le témoin où le Niébé ne reçoit aucun traitement phytosanitaire ;

T1 : le Niébé reçoit un traitement avec le jus des feuilles de neem ;

T2 : le Niébé reçoit un traitement avec le jus des feuilles de papayer ;

T3 : le Niébé reçoit un traitement avec la bouse de vache ;

T4 : le Niébé reçoit un traitement avec le jus de fruits secs de piment.



Légende : Variété locale Jan waké (A), feuilles de papayer (B), piment sec (C), bouse de vache (D) et feuilles de neem (photo E).

Paramètres étudiés :

Les paramètres mesurés dans le cadre de cette étude sont :

- ✓ nombre de plants attaqués ;
- ✓ hauteur de la plante ;
- ✓ longueur de la ramification ;
- ✓ nombre des feuilles attaquées ;
- ✓ nombre de gousses attaquées ;
- ✓ rendement en grains ;
- ✓ poids de cent grains.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé était un split plot avec cinq traitements et trois répétitions. La parcelle élémentaire était de 3m x 2m espacées de 1m. La variété locale du village de Rouwan chabara communément appelée jan waké a été semée sur une densité de 0,50 m x 0,50 m soit 40000 poquets à l'hectare. Quatre (4) traitements à base d'extraits biologiques ont été comparés au témoin non traité (Figure 2).

Analyse des données

Le test Tukey et celui de khi-deux pour vérifier la normalité et l'homogénéité des variances respectivement avant de les soumettre à l'analyse de la variance (ANOVA) pour comparer les infestations par ravageur, les proportions de gousses attaquées et les rendements entre les différents traitements. Une Analyse en Composante Principale (ACP) a été réalisée en vue de trouver un lien entre les traitements et les paramètres étudiés. Les analyses ont été effectuées avec les logiciels R.4.3.1.

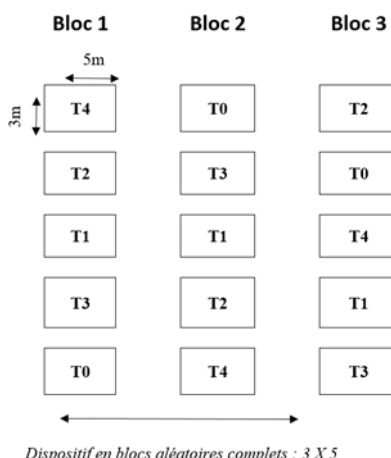


Figure 2 : dispositif expérimental

Resultats

Les insectes ravageurs recensés pendant cette étude sur la culture du niébé sont dans le tableau 2. Malgré la présence du pucerons (*Aphis craccivora*) dans tous les stades de la culture, les traitements biopesticides ont eu réduit considérablement les dégâts sur la culture.

Tableau 2 : Insectes ravageurs identifiés sur la culture

Insectes	Stade de la culture	Partie de la plante attaquée	Nature des dégâts	Estimation des pertes
Pucerons (<i>Aphis craccivora</i>)	Tous les stades	Feuilles, fleurs, gousses	Perforation des fleurs et gousses	Importants
Punaises (<i>Clavigralla tomentocollis</i>)	Floraison	Fleurs	Rabougrissement des fleurs	Importants
Punaises brune (<i>Clavigralla tomentocollis</i> Stal)	Fructification	Gousses	Perforation des gousses	Moyennes
Thrips (<i>Megalurothrips sjostedti</i> Tryb)	Floraison	Fleurs	Rabougrissement des gousses	Importants

Effet des traitements sur le nombre de branches par plants

Le nombre de branches par plant varie selon les traitements. Le grand nombre de branches a été obtenu au niveau du traitement T3 soit en moyenne ($8,16 \pm 3,43$), suivi de T4 ($7,83 \pm 2,19$) mais cette différence n'est pas

statistiquement significative au seuil de 5% ($P > 0,05$). Le T0 (Témoin) quant à lui a présenté les valeurs similaires de nombre de branches aux traitements T1 et T2.

Effet des traitements sur la hauteur des plants

La variation de la hauteur des plants est présentée dans le tableau (3). La moyenne de hauteur la plus élevée a été observée au niveau des parcelles traitées à base de bouse de vache (T3). Ainsi, pour les autres traitements la variation de hauteur est similaire avec le témoin (T0). D'après le test de variation cette différence est non significative au seuil de 5% ($P > 0,05$).

Tableau 3 : Effet des traitements sur le nombre de branches, la hauteur des plans et le rendement en kg/ha

Paramètres	Nombre de branches		Hauteur des plants		Rendement en kg/ha	
Traitements	Moyenne $\pm$ ES	Ecart-type	Moyenne $\pm$ ES	Ecart-type	Moyenne $\pm$ ES	Ecart-type
T0	7,33a $\pm$ 0,7	1,63	30,05d $\pm$ 1	2,45	155,53c $\pm$ 30,63	75,03
T1	7,33a $\pm$ 0,6	2,22	23,71d $\pm$ 1,19	2,92	336,11b $\pm$ 60,31	147,72
T2	6,83a $\pm$ 0,9	1,94	27,71d $\pm$ 2,19	5,38	422,11b $\pm$ 60,25	147,60
T3	8,16a $\pm$ 0,79	3,43	34,99d $\pm$ 4,13	10,13	369,38b $\pm$ 63,12	154,61
T4	7,83a $\pm$ 1,4	2,19	27,49d $\pm$ 3,98	9,77	313,83b $\pm$ 66,54	163,01
P-value	0,99		0,78		0,037	

Les moyennes suivies de la même lettre sur la même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.

Variation du nombre des plants attaqués par traitements

La variation du nombre des plants attaqués est présentée par la figure 3. Selon l'analyse de la figure, la moyenne la plus élevée de plants attaqués a été observée au niveau des parcelles traitées à base de piment (T1). Les traitements à base des feuilles de papayer ont été les moins attaqués par rapport aux autres traitements. D'après le test de variation, il existe une différence significative entre les différents traitements au seuil de 5% ($P < 0,05$).

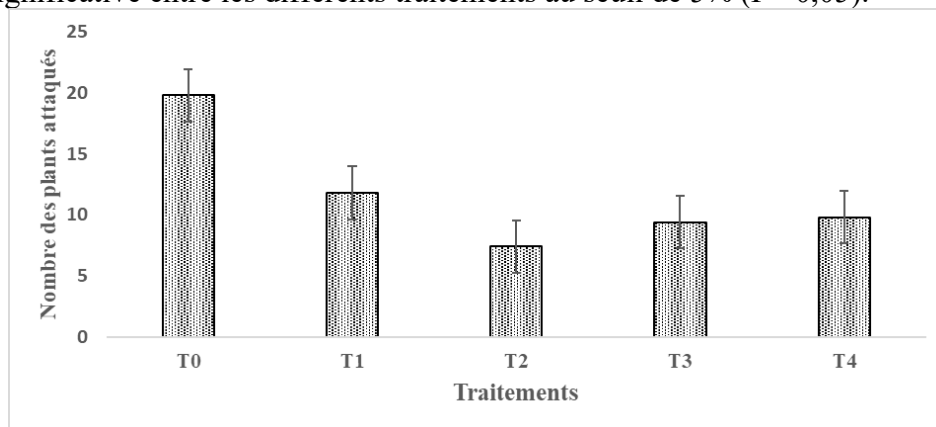


Figure 3 : Effet des traitements sur le nombre des plants attaqués

Nombre de gousses attaquées

Au cours de cette étude, les insectes observés sont les pucerons, les thrips, les punaises et la foreuse des gousses. L'analyse de variance a révélé qu'il existe une différence significative entre les traitements sur le nombre des gousses attaquées (Figure 4). Les parcelles traitées avec le jus des feuilles de papayer (T2) ont été très faiblement attaquées. Le nombre le plus élevé des gousses attaquées a été observé sur le témoin (T0). L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative entre les différents traitements (Tableau 3). Les traitements T0, T3 et T4 sont ceux qui ont subi plus d'attaque de gousses suivis de T1.

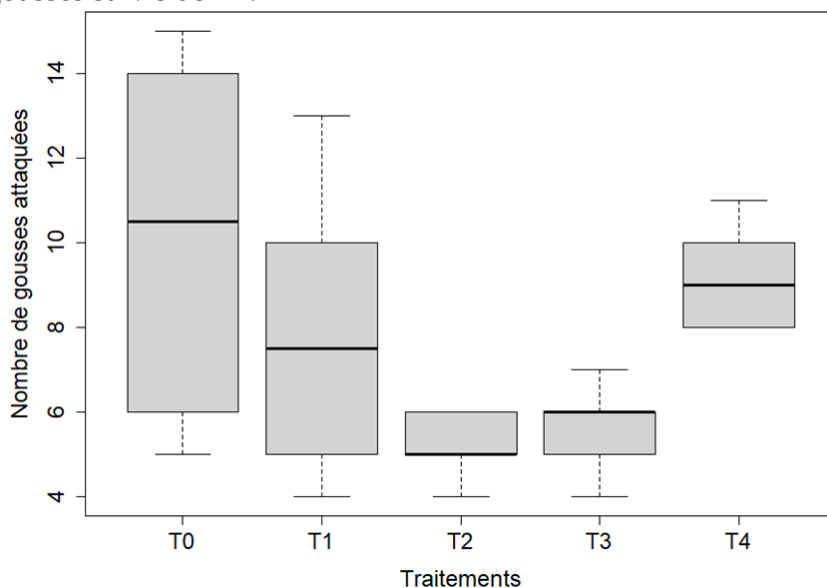


Figure 4 : Nombre de gousses attaquées selon les traitements

Nombre de feuilles attaquées

La figure 5 donne les dégâts occasionnés par les insectes ravageurs sur les feuilles. Les parcelles traitées avec le jus des feuilles de papayer (T2) ont été moins attaquées suivies de jus des feuilles de neem (T1). Les traitements (T3) et (T4) se sont comportés légèrement mieux que (T0). D'après l'analyse de la variance (Tableau 2), il existe une différence hautement significative entre les traitements ($P=0,000$).

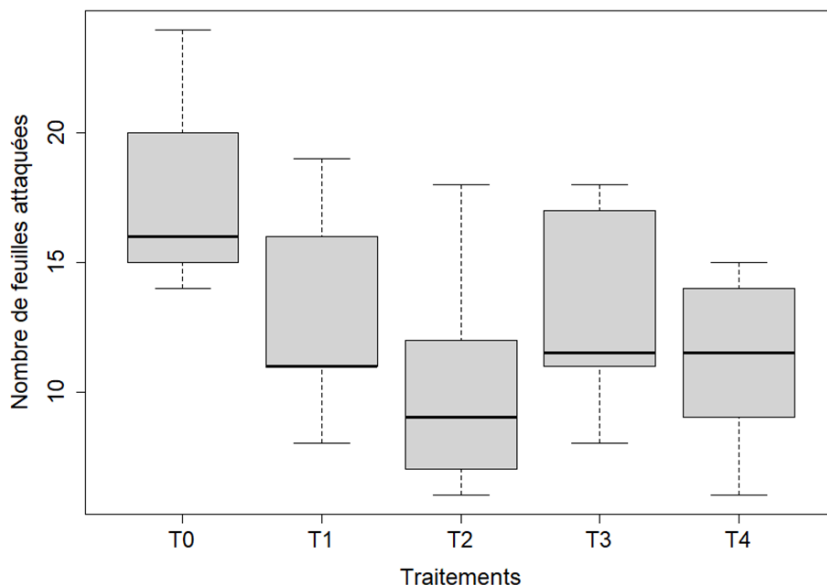


Figure 5 : Nombre de feuilles attaquées selon les traitements

Effets des traitements sur le rendement

La figure 6 montre la variation du rendement en fonction des traitements. D'après l'analyse, les traitements ont eu un effet statistiquement significatif sur le rendement du niébé (Tableau 2). Ainsi, le traitement T2 est celui qui a eu le meilleur rendement en graines (422,11kg/ha) suivi de T3 (369,38kg/ha), T1 (336,11kg/ha), et T0 le traitement ayant enregistré le plus faible rendement.

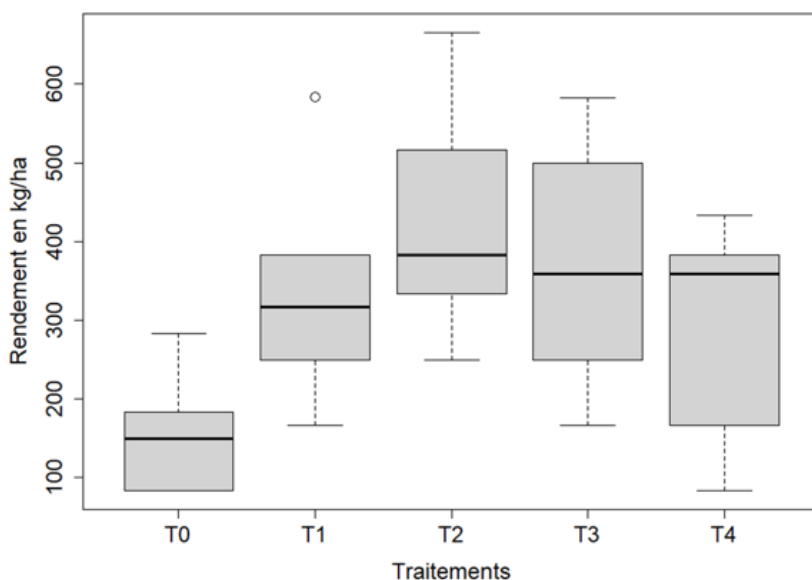


Figure 6 : Rendement en fonction des traitements

Tableau 4 : Nombre de gousses et feuilles attaquées

Paramètres	Nombre moyen des gousses attaquées		Nombre moyen des feuilles attaquées	
Traitements	Moyenne $\pm$ Erreur Standard	Ecart-type	Moyenne $\pm$ Erreur Standard	Ecart-type
T0	7a $\pm$ 1,43	3,52	13b $\pm$ 0,42	1,04
T1	3,33b $\pm$ 0,8	1,96	9,5a $\pm$ 0,22	0,54
T2	2,33b $\pm$ 0,33	0,81	7,33a $\pm$ 0,33	0,81
T3	4b $\pm$ 0,36	0,89	11,50b $\pm$ 0,56	1,37
T4	3,66b $\pm$ 0,33	0,81	11,33b $\pm$ 0,55	1,36
P-value	0,004		0,000	

Les moyennes suivies de la même lettre sur la même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.

Analyse en composantes principales (ACP)

La figure 7 représente les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) avec les différents paramètres étudiés. Cette analyse a permis de distinguer deux axes principaux qui expliquent 54% des informations sur les traitements testés. Par ailleurs, l'analyse de la figure 7 fait ressortir que le traitement T2 est corrélée positivement avec l'axe 2 et donc se distingue des autres traitements non seulement par un meilleur rendement mais aussi avec moins d'attaque sur les gousses et les feuilles. Par contre, le traitement T0 est corrélé avec l'axe 1 caractérisé par une attaque sur les gousses et les feuilles. Les traitements T1, T3 et T4 se trouvent au centre des axes 1 et 2 et donc même s'ils ne sont pas caractérisés par de bon rendement comme T2, ne sont pas non plus caractérisés par beaucoup de gousses et feuilles attaquées et des plants malades. Aussi, l'analyse de la figure montre que les T1 et T2 sont corrélés avec la hauteur des plants et le nombre des branches.

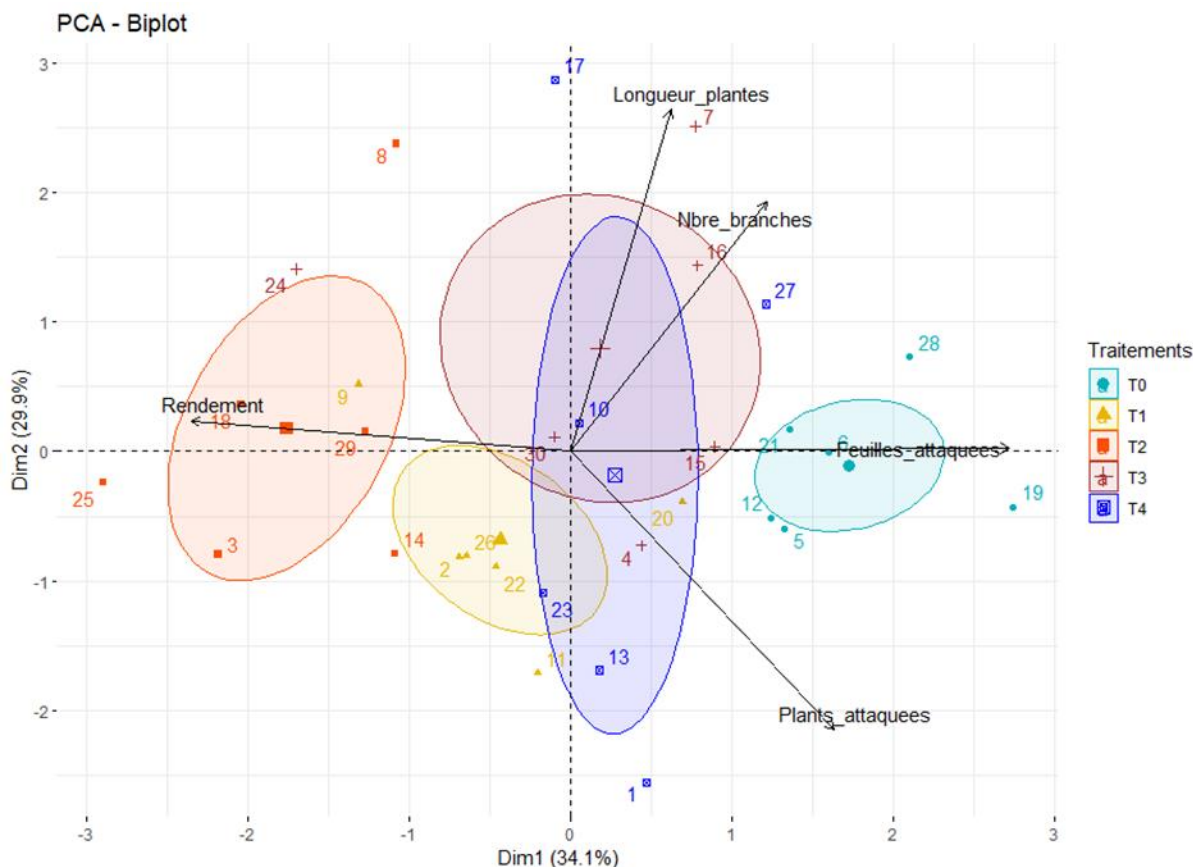


Figure 7 : Plan factoriel de l'analyse en composante principale (ACP)

Discussion

Le présent travail étudie l'efficacité des biopesticides sur les insectes ravageurs du niébé. Les Pucerons (*Aphis craccivora*), les Punaises brunes (*Clavigralla tomentocollis* Stal), les Thrips (*Megalurothrips sjostedti* Tryb) sont les principaux insectes ravageurs de la culture du niébé. Ces ravageurs ont été identifiés sur la culture du niébé par Rabe et al. (2017), Issoufou et al. (2017), Maimouna et al. (2019), Ousseina et al. (2019). Les résultats obtenus sur les différents paramètres étudiés ont montré une certaine variabilité entre les traitements testés sur les insectes ravageurs du niébé. Dans cette étude, les paramètres de croissance de la plante étudiés ont concerné le nombre des branches et la hauteur des plants. Pour ces deux facteurs, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements.

Les traitements à base des feuilles de neem (T1), des bouses de vache (T3) et piment (T4) ont des effets similaires sur les nombres des feuilles et des gousses attaquées alors que les parcelles traitées avec jus des feuilles de papaye (T2) ont été faiblement attaquées par les insectes ravageurs de la

culture. Les parcelles non traitées (T0) ont été attaquées à tous les stades de la culture. Ces résultats montrent que les biopesticides ont des effets significatifs sur les insectes ravageurs du niébé. Cela rejoint les résultats obtenus par Rabo et al. (2021) qui ont montré que les biopesticides ont une faible rémanence. Ce résultat est en harmonie avec ceux obtenus au Bénin par Mehinto et al. (2015) qui ont rapporté que les biopesticides testés ont réduit la densité de la population de *M. vitrata*, le niveau des dégâts sur les organes fructifères et les pertes en graines du niébé. Parmi ces biopesticides, le traitement à base de jus des feuilles de papaye (T2) est le moins attaqué et le traitement à base de piment (T4) est le plus attaqué. Cela montre que dans cette étude le biopesticide à base de papayer (T2) est le plus efficace, suivi de jus des bouses de vache (T3). Ce résultat est confirmé par Biocalodania (2016) que les extraits végétaux de papayer contiennent des substances actives comme la papaine qui protègent globalement les cultures des insectes ravageurs sans perturber l'ensemble de la faune. Ces résultats corroborent ceux obtenus au Togo par Tamokou et al. (2017) qui ont montré que les différents extraits aqueux des feuilles de papayer contiennent des composés actifs antimicrobiens qui leur permettent de tuer ou de ralentir la croissance des microorganismes. Ainsi, d'après Gnago et al. (2010) les extraits des feuilles de papayer contrôlent les pucerons mais pas la chenille. Ces résultats sont similaires à ceux de Tamokou et al. (2017), qui ont montré que les différents extraits aqueux des feuilles de papayer contiennent des composés actifs antimicrobiens qui leur permettent de tuer ou de ralentir la croissance des microorganismes. S'agissant des bouses de vache (T3) cela s'explique par le fait que ces derniers jouent non seulement les rôles de répulsif mais aussi de fertilisant. Des études menées par Andriamananjara (2011), Ognalaga et al. (2014) et Ognalaga et al. (2017) ont montré que la bouse de vache a un effet bénéfique de favoriser l'assimilabilité par les plants, des éléments minéraux libérés dans la solution du sol. Aussi, Selon Gbénou et al. (2021), l'application de la bouse de vaches a un effet significatif sur les paramètres de croissance et de production. Le traitement à base des feuilles de neem a considérablement réduit l'attaque des insectes ravageurs du niébé. D'après Gnago et al. (2010) les extraits des feuilles de neem aux différentes doses n'ont pas eu une efficacité nette sur les pucerons et les chenilles. En effet, Bambara et Tiemtoré (2008) ont rapporté que les traitements à base des feuilles de neem épandus sur les thrips n'ont pas permis d'obtenir de bon rendement en graines de niébé mais un rendement élevé en fane. L'extrait des graines de neem aurait un effet insecticide plus élevé que toutes les autres parties de neem (Chattopadhyay et al., 1992). Ces résultats justifient le faible rendement obtenu dont le traitement était fait à base des feuilles de neem uniquement. Le traitement à base de piment (T4) est le traitement le plus attaqué parmi les biopesticides. Cette faible efficacité de biopesticides à base de piment a été montrée par Louis

et al. (2022) qui ont souligné que le piment, bien que leurs taux de mortalité obtenus soient encourageants, semble moins efficace comparativement au neem. Ces résultats sont en harmonies avec ceux de Rabo et al. (2021) qui ont trouvé que le traitement au jus de piment est le seul à ne pas induire une réduction de perte d'inflorescences. Malgré ce faible rendement, le piment constitue un insecticide naturel dans le contrôle de la densité des insectes ravageurs du niébé, améliorant ainsi son rendement (Raoul et al., 2022).

Conclusion

L'étude conduite dans le village de Rouwan Chabara a permis de démontrer l'efficacité des biopesticides dans la gestion des ravageurs de la culture du niébé. L'analyse et l'interprétation des résultats ont montré que leur action répulsive réduit la pression des bio agresseurs et ce qui diminuent les dégâts causés par ces derniers. Ainsi, le rendement obtenu sur les parcelles traitées sont significativement différents de celui du témoin. Cela montre que l'utilisation des biopesticides constituent une alternative à l'usage du pesticide chimique, vu les multiples effets néfastes de ce dernier sur l'homme et sur l'environnement.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adam S., Edorh PA., Totin H., Koumoulou L., Amoussou E., Aklikokou K., & Boko M. 2010. Pesticides et métaux lourds dans l'eau de boisson, les sols et les sédiments de la ceinture cotonnière de Gogounou, Kandi et Banikoara (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (4): 1170-1179. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v4i4.4>
2. Ahmed B.I., Onu I., & Mudi L. 2009. Field bioefficacy of plant extracts for the control of post flowering insect pests of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Nigeria. *Journal of Biopesticides*, 2: 37-43.
3. Andriamananjara A. 2011. Système de culture à rotation Voandzou – Riz pluvial (*Oryza sativa*) sur les hautes terres de Madagascar. Rôle du Voandzou (*Vigna subterranea*) sur la biodisponibilité du phosphore dans les ferralsols. Thèse Université d'Antananarivo, École Supérieure des Sciences Agronomiques. 185PP.

4. Bambara D., & Tiemtoré J. 2008. Efficacité de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. Sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. *Tropicultura*, 26 (1): 53-55.
5. Biocalodania, 2016. Fiche technique Bio-pesticides n°1: Papayer (*Carica papaya*). <http://www.biocalodonia.nc/>
6. Cavet R., Barriuso C., Benoit PP., & Coquet P. 2005. Les pesticides dans le sol : Conséquences agronomiques et environnementales. *Editions France Agricole*. PP. 21-64 ; 481-501.
7. Chattopadhyay R. R., Sakar S.K., Ganguly S., & Banerjee R. N. 1992. Active effects of *Azadirachta indica* leaves on some biochemical constituent of blood in rats. *Science & Culture* 58, 39-40.
8. Gbénou P., Appolinaire A., Koffi D.M.H., & Sèdo S.E.B. 2021, Influence des doses de bouse de vaches sur la croissance et la production de la grande morelle (*Solanum marcarpon* L.) dans les conditions agroécologiques de Kakanitchoé, commune d'Adjohoun au Bénin, *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 4(1), 71-77
9. Gnago J.A., Mathias D., Thérèse A.A., Ibrahim K.F., & Aude G.K. 2010. Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire, *International Journal of Biological and Chemical Science*, 4(4) : 953-966
10. Goudoum A. 2010. Impact des huiles essentielles sur le potentiel technologique et nutritionnel des grains et farine de maïs au cours du stockage. Thèse de Doctorat, Université de Ngaoundéré, 158 p.
11. Issoufou O.H., Boubacar S., Adam T., & Boubacar Y. 2017. Identification des insectes, parasites et évaluation économique de leurs pertes en graines sur les variétés améliorées et locale de niébé en milieu paysan à Karma (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11 : 694-706.
12. Mehinto, J.T., Atachi, P., Elégbédé, M., Kpindou, O.K.D., & Tamo, M. 2015. Efficacité comparée des insecticides de natures différentes dans la gestion des insectes ravageurs du niébé au Centre du Bénin. *J. Appl. Biosci.* <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v84i1.1>
13. Kouninki H. 2007. Etude des potentialités d'utilisation d'huiles essentielles pour le contrôle de deux insectes ravageurs des grains *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) au Nord Cameroun. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain (Belgique), 286p.
14. Louis L.B., Jean C.M and François M. 2022. Efficacité d'extraits des différentes parties de neem (*Azadirachta indica* L.) contre *Spodoptera*

- frugiperda* JE Smith à Kisangani, RDC, *African J. Trop. Entomol. Res.* Vol. 1 (1):42-52
15. Maimouna A.H., Ibrahim B., Sitou L., Manuele T., Laouali A., Saadou M., & Barry P. 2019. Essai comparatif de l'utilisation des extraits du Neem et du virus entomopathogène MaviNPV dans la gestion des insectes ravageurs du niébé en milieu paysan au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.30>
 16. Maina U.M., Sastawa B.M., & Biu B.M. 2014. Evaluation of cultivars and insecticides on insect pests and grain loss of rainfed cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) at Baga, Lake Chad shore area of Nigeria. *Journal of Entomology and Nematology*, 6(11):161-168. DOI: <https://doi.org/10.5897/JEN2014.0109>
 17. Mondedji A.D. 2010. Potentiel d'utilisation d'extraits de feuilles de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) et de papayer (*Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) en zones urbaines et périurbaines au sud du Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, Togo, 195p
 18. N'gbesso M.F.P., Zohouri G.P., Fondio L., Djidji A.H., & Konate D. 2013. Etude des caractéristiques de croissance et de l'état sanitaire de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.)] en zone centrale de Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(2) : 457-467. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.4>
 19. Naseri B., Fathipour Y., & Talebi AA., 2009. Population density distribution pattern and of spatial *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae) on different beans species. *J. Agric. Technol.*, 11: 239-248.
 20. Ognalaga M., & Itsoma E. 2014. Effet de *Chromolaena odorata* et de *Leucaena leucocephala* sur la croissance et la production de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Agronomie Africaine* 26:1- 88.
 21. Ognalaga M., Daglih M.M., Samson D.M.M., & Paul O.O. 2017. Effet de la bouse de vaches, du NPK 15 15 15 et de l'urée à 46% sur la croissance et la production du manioc (*Manihot esculenta* Crantz var 0018) au Sud-Est du Gabon (Franceville). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2017. Vol.31, Issue 3: 5063-5073
 22. Omoigui L.O., Ajeigbe H.A., Akinwale R.O., Timko M.P., Oyekunle M., & Bello L.L. 2016. Performance of cowpea varieties under *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke infestation using biplot analysis. *Euphytica*, 213(11): 244. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10681-017-2034-x>
 23. Ousseina A.Z., Ibrahim B., Laouali A., Manuele T., & Barry R.P. 2019. Les contraintes entomologiques de la culture du niébé et leur mode de gestion par les producteurs dans les régions de Maradi et

- Zinder au Niger, *International Journal of Biologique and Chemical Science*, 13 : 1286-1299.
24. Oyewale R.O., & Bamaiyi L.J. 2013. Management of Cowpea Insect Pests. *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 1(5): 217-226. <https://pdfs.semanticscholar.org/76bc/db8ddbfd4a68813349011e77cf8f3e532c1a>
25. PDC 2016-2020 : Plan du Développement Communal de Dogo (dans le département de Mirriah), région de Zinder (Niger).
26. Philogène B.J.R., Regnault-Roger C., & Vincent C. 2003. Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. In *Biopesticides d'Origine Végétale*, Lavoisier TEC & DOC : Paris ; 1-15
27. Rabe M. M., Baoua I. B., L. Sitou & AMADOU L. 2017, Champ école paysan, une approche participative pour l'amélioration du rendement du niébé : résultats d'expériences pilotes conduites dans les régions de Maradi et Zinder au Niger, *Agronomie Africaine*, 29 (2) (2017) 1 -9
28. Rabo Y., Abdou M.A., Abdou L., & Mahamane A. 2021. Effets comparés de quelques biopesticides et d'un pesticide chimique (cyperméthrine 10 EC) sur les insectes ravageurs et maladies parasitaires du Niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. ISSN: 2028-991X
29. Raoul B.B., Hervé P.D., Mohamed N.N., Ulrich L.K.B., Augustin M., Albert N., & Nchiwan E.N. 2022, Efficacité de deux extraits de plantes dans le contrôle des insectes ravageurs de *Vigna unguiculata* L. (Walp) à Bertoua (Cameroun), *Geo-Eco-Trop*, 2(1) : 11-18
30. Shannag H.S., Capinera J.L., & Freihat N.M. 2014. Efficacy of different neem-based biopesticides against green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 2(2): 061-068.
31. Taffouo V.D., Ndongo D.J.E., Nguелеmeni M.P., Eyambé Y.M., Tayou R.F., & Akoa A. 2008. Effets de la densité de semis sur la croissance, le rendement et les teneurs en composés organiques chez cinq variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Journal of Applied Biosciences*, 12: 623 – 632.
32. Tamokou, J., Ekom, S.E., Njouendou, A.J., Fosso, A.J.M., & Kengne, I.C. 2017. Antibacterial activities of methanol extracts of *Carica papaya*, *Ocimum gratissimum* and *Solanum torvum* under normal and osmotic stress conditions. *Journal of Complementary and Alternative Medical Research*. ISSN: 2456-6276

Grossesse abdominale avancee avec naissance vivante : a propos d'un cas a l'hopital regional universitaire de Bangassou, Republique Centrafricaine

G.D. Kossa-Ko-Ouakoua

Service de Gynécologie et d'Obstétrique, Hôpital du Camp Henri IZAMO
(Gendarmerie Nationale), Bangui, République Centrafricaine

C. Nguette-Kolassion

A. Amath

L. Gounouman

J.G. Nazilari

A. Tozia

Hospitalier Régional Universitaire, Bangassou, République Centrafricaine

P. Gondje

Service de Gynécologie et d'Obstétrique, Hôpital du Camp Henri IZAMO
(Gendarmerie Nationale), Bangui, République Centrafricaine

R. M'betid-Degana

S. Ndakala

Faculté des Sciences de la Santé, Université de Bangui,
République Centrafricaine

N.R. Ngbale

A. Sepou

Service de Gynécologie et d'Obstétrique, Centre Hospitalier Universitaire
Communautaire, Bangui, République Centrafricaine

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p139](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p139)

Submitted: 31 December 2024

Accepted: 05 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Kossa-Ko-Ouakoua G.D., Nguette-Kolassion C., Amath A., Gounouman L., Nazilari J.G., Tozia A., Gondje P., M'betid-Degana R., Ndakala S., Ngbale N. R., Sepou A. (2025). *Grossesse abdominale avancee avec naissance vivante : a propos d'un cas a l'hopital regional universitaire de Bangassou, Republique Centrafricaine*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 139. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p139>

Résumé

Introduction : Localisation extrêmement rare de la grossesse extra-utérine, la grossesse abdominale est une urgence diagnostique et

thérapeutique. **Cas clinique :** Nous en rapportons un cas chez une patiente consultant pour douleurs abdominales et métrorragies sur une aménorrhée de huit mois mal suivis dans une zone rurale dont le contexte est marqué par une pénurie en ressources humaines qualifiées et carence en imageries ; ceci dans un pays à faible revenu. Les examens physiques et complémentaires réalisés en urgence à son admission, ont permis de poser le diagnostic d'une grossesse abdominale évolutive avancée et de réaliser immédiatement la prise en charge chirurgicale. Une laparotomie a été réalisée permettant l'extraction d'un nouveau-né vivant de sexe masculin pesant 2 460 g avec le score d'APGAR à 7, 8 et 10/10 respectivement aux première, cinquième et dixième minute de vie. Le placenta a été facilement décollable et retiré en totalité. Les suites opératoires étant simples, la patiente était sortie au dixième jour post-opératoire sans traitement cytotatique. **Discussion :** Notre cas clinique a été discuté par rapport aux données de la littérature. **Conclusion :** La grossesse abdominale avancée avec naissance vivante n'est pas rare dans notre milieu. Sa prévention par un accès universel à des suivis prénatals de qualité est capitale pour éviter des conséquences néfastes.

Mots-clés: Grossesse abdominale, laparotomie, nouveau-né vivant, Centrafrique

Advanced Abdominal Pregnancy with Live Birth: A Case Report at the Regional University Hospital of Bangassou, Central African Republic

G.D. Kossa-Ko-Ouakoua

Service de Gynécologie et d'Obstétrique, Hôpital du Camp Henri IZAMO
(Gendarmerie Nationale), Bangui, République Centrafricaine

C. Nguette-Kolassion

A. Amath

L. Gounouman

J.G. Nazilari

A. Tozia

Hospitalier Régional Universitaire, Bangassou, République Centrafricaine

P. Gondje

Service de Gynécologie et d'Obstétrique, Hôpital du Camp Henri IZAMO
(Gendarmerie Nationale), Bangui, République Centrafricaine

R. M'betid-Degana

S. Ndakala

Faculté des Sciences de la Santé, Université de Bangui,
République Centrafricaine

N.R. Ngbale

A. Sepou

Service de Gynécologie et d'Obstétrique, Centre Hospitalier Universitaire
Communaire, Bangui, République Centrafricaine

Abstract

Introduction: Abdominal pregnancy, an extremely rare form of ectopic pregnancy, abdominal pregnancy, is a diagnostic and therapeutic emergency. **Clinical Case:** We report the case of a patient who presented with abdominal pain and metrorrhagia at eight months of pregnancy. The pregnancy had been poorly monitored in a rural area characterized by a shortage of qualified healthcare personnel and limited access to imaging services—typical of a low-income country. Emergency physical and additional examinations upon admission led to the diagnosis of an advanced, progressive abdominal pregnancy, prompting immediate surgical intervention. A laparotomy was performed, resulting in the delivery of a live newborn weighing 2,460 g, with APGAR score of 7, 8 and 10/10 at the first, fifth and tenth minute of life, respectively. The placenta was easily detached and completely removed. The postoperative course was uneventful, and the patient was discharged on the tenth postoperative day without cytostatic treatment. **Discussion:** Our clinical

case was discussed in relation to the existing literature. **Conclusion:** Advanced abdominal pregnancy with a live birth is not uncommon in our environment. Its prevention through universal access to quality prenatal follow-up is essential to avoid harmful outcomes.

Keywords: Abdominal pregnancy, laparotomy, newborn alive, Central African Republic

Introduction

La grossesse abdominale se définit comme l'implantation et le développement de l'œuf fécondé dans la cavité abdominale (Aliyu LD et al., 2013). Elle constitue 1% des grossesses extra-utérines (GEU) (Baffoe P et al., 2011). Sa prévalence serait de 1 sur 10 000 à 15 000 naissances en Europe et de 1 sur 2000 dans les pays en développement (Beddock R et al., 2004). On distingue les grossesses abdominales précoces et les grossesses abdominales avancées, diagnostiquées respectivement avant et après 20 semaines d'aménorrhée (SA) (Gueye M et al., 2012). Le pronostic fœtal est réservé et sombre avec une mortalité périnatale entre 40 et 95% (Ekele BA et al., 2005). Notre objectif est de décrire le pronostic materno-fœtal d'un cas de grossesse abdominale avancée dans un contexte de faibles ressources tant humaines que matérielles.

Observation

Il s'agit d'une patiente de trente (30) ans, non scolarisée, cultivatrice, référée d'un centre de santé de la ville, pour douleurs abdominales et saignements génitaux sur une aménorrhée de 8 mois. Elle est deuxième geste, primipare. L'âge du dernier enfant est de dix (10) ans. Elle a des antécédents d'infections génitales à répétition traitées par des antibiotiques. Elle aurait réalisé cinq (5) contacts dans le cadre de suivi prénatal mais sans aucun examen complémentaire.

A l'examen physique, l'état hémodynamique était stable ; l'abdomen était augmenté de volume, asymétrique. Le fœtus était palpé sous la peau avec une présentation transversale. Les bruits du cœur fœtal étaient perçus à l'auscultation. L'examen au spéculum note un col et des parois vaginales d'aspect sain avec des saignements d'origine endo-utérine. Au toucher vaginal, le col était postérieur ; long ; mou et fermé. L'utérus paraît plus petit que l'âge présumé de la grossesse. Au retrait, le doigtier était souillé de sang. Le bilan biologique (groupage sanguin/rhésus, numération formule sanguine + plaquettes, fibrinogène, taux de prothrombine, temps de saignement, temps de coagulation, créatinémie, transaminases) était normal à l'exception du dosage de la chaîne bêta de l'hormone chorionique gonadotrophique (β -hCG) positif.

L'échographie abdominale par sonde 3 MHz a objectivé un gros utérus vide et une grossesse abdominale évolutive de 34 semaines d'aménorrhée + 5 jours en présentation transversale. La laparotomie médiane sus et sous ombilicale pratiquée sous anesthésie générale, a permis l'extraction d'un nouveau-né vivant de sexe masculin pesant 2460 g avec le score d'APGAR à 7 à la première minute, 9 à la cinquième minute et 10 à la dixième minute. Ce nouveau-né ne présente aucune malformation à l'examen morphologique. Celui-ci était orienté en néonatalogie pour prématurité et petit-poids de naissance. La délivrance, totale a ramené un placenta inséré à la face postérieure du fond utérin dont l'examen a été sans particularité. Les annexes ne présentaient aucune anomalie.

Les examens morphologique et neurologique du nouveau-né à la néonatalogie n'ont révélé aucune anomalie cliniquement décelable. Le nouveau-né était sorti de la pédiatrie après trois jours d'hospitalisation.

Les suites opératoires étant simples, la patiente avec son nouveau-né étaient définitivement sortis de l'hôpital au dixième jour post-opératoire sans traitement antimittotique.

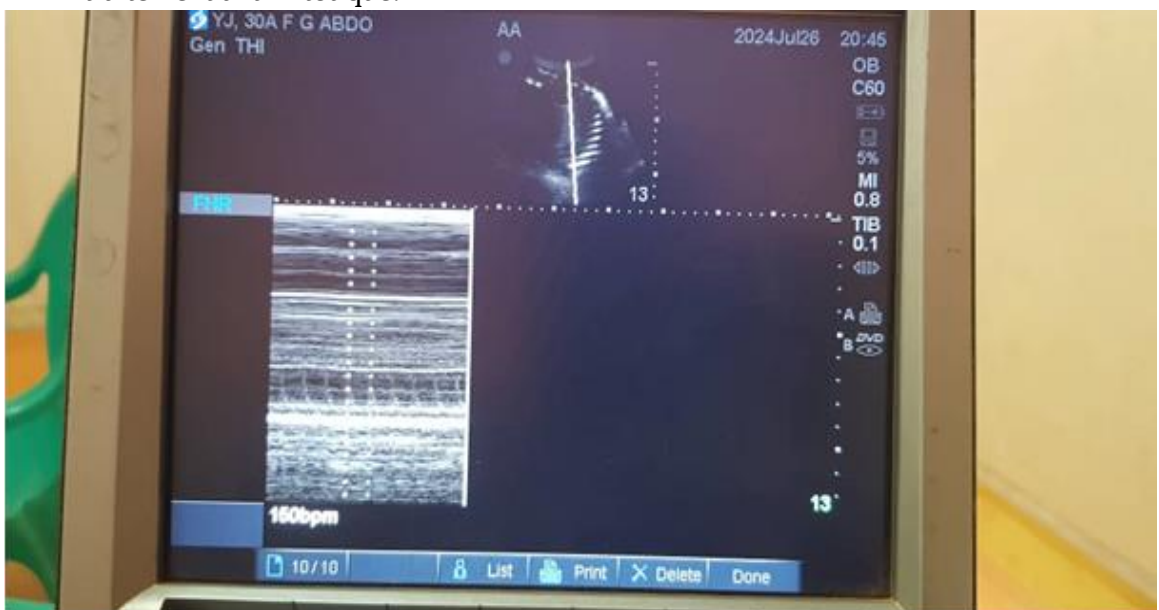


Figure 1. Echographie montrant les bruits du cœur du fœtus
(photo : G.D KOSSA-KO-OUAKOUA et A. AMATH)

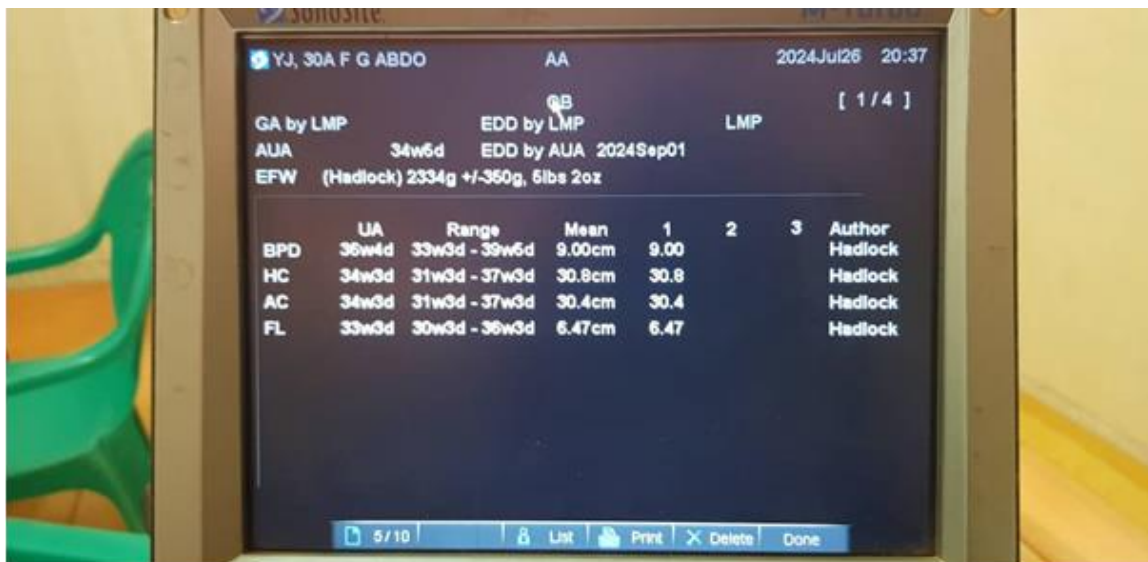


Figure 2. Rapport de l'échographie de datation
(photo : G.D KOSSA-KO-OUAKOUA et A. AMATH)

Discussion

Epidémiologie

La grossesse abdominale est une forme rare de grossesse extra-utérine. Sa fréquence est élevée dans les pays en développement (1/2000 accouchements) (Aliyu LD et al., 2013 ; Gueye M et al., 2012 ; Bohoussou E et al., 2013). La grossesse abdominale est peu fréquente dans les pays développés (1/10000-15000 accouchements) (Akihiro T et al., 2012). Cette différence s'explique par les facteurs de risque dépendant du niveau socioéconomique du pays : la procréation médicalement assisté (PMA) et l'utilisation de dispositifs intra-utérins pour les pays développés contre l'incidence des infections sexuellement transmissibles (IST), les avortements septiques, l'insuffisance de suivi des grossesses (Gueye M et al., 2012 ; Bohoussou E et al., 2013 ; Pednekar G et al., 2021). Dans le cas de notre patiente, les facteurs de risque retrouvés étaient les infections génitales à répétition certainement mal traitées et les consultations prénatales de mauvaise qualité. Les grossesses abdominales peuvent être de type primaire ou secondaire en fonction du site primaire de l'implantation gestationnelle. Dans la grossesse abdominale primaire, moins fréquente, le blastocyste s'implante d'abord dans la cavité péritonéale. Par retard de captation, l'ovocyte reste dans le péritoine libre. Il est fécondé et se nide dans la cavité péritonéale. Cependant, la grossesse abdominale secondaire, plus fréquente, s'implante d'abord dans la trompe, l'utérus ou l'ovaire puis migre dans la cavité péritonéale en raison d'une rupture tubaire ou utérine, d'un avortement tubaire

(Pednekar G et al., 2021 ; Huang K et al., 2014). Selon Studdiford, les trois critères diagnostic des grossesses abdominales primaires sont :

- Les deux trompes et les ovaires doivent être dans un état normal, sans preuves de lésions récentes ou lointaines ;
- Aucun signe de fistule utéro-péritonéale ne doit être trouvé ;
- La grossesse doit être liée exclusivement à la surface péritonéale et suffisamment précoce (Weiner JJ, 1944).

Dans notre cas, le placenta était accolé à la face postérieure du fond utérin. Pour cette raison, notre patiente peut être diagnostiquée en grossesse abdominale de type secondaire.

Diagnostic

A un stade précoce, la grossesse abdominale se présente dans un tableau de grossesse extra-utérine avec des signes frustres : douleur abdomino-pelvienne, métrorragie d'abondance variable. Le diagnostic est posé à l'échographie (Kossa-Ko-Ouakoua GD et al., 2021 ; Randrianantoanina F et al., 2006 ; Faller E et al., 2006). A un stade tardif, le diagnostic est clinique et para clinique : sur le plan clinique, la grossesse abdominale se présente dans un tableau de douleur abdominale pelvienne continue, permanente associée à des troubles digestifs à type de nausées, vomissements. L'examen physique objective un fœtus palpé sous la peau en présentation atypique le plus souvent transversale haute, le col est fixé sous la symphyse pubienne, dur et long. L'utérus est augmenté de volume, palpé comme une masse indépendante du fœtus. Parfois la grossesse abdominale peut se révéler par des complications comme l'hémopéritoine, le syndrome occlusif (Mahi M et al., 2002 ; Bwana Kangulu I et al., 2013 ; Poizat R et al., 1982). Notre patiente présente la majorité de ces signes décrite dans la littérature. Sur le plan para clinique : l'échographie pose souvent le diagnostic en objectivant **directement** une masse latéro-utérine échogène, sensible et fixe et **indirectement** un utérus vide. En cas de doute diagnostic, l'on peut être poussé à réaliser la radiographie de l'Abdomen Sans Préparation (ASP) précisant les pôles fœtaux, mais ne visualise pas la zone d'insertion placentaire (Randrianantoanina F et al., 2006 ; Faller E et al., 2006). Ehab recommande de réaliser l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) qui visualise le fœtus dans sa totalité, l'utérus, le site d'implantation du placenta (Ehab SM H et al., 2013). Par rapport à nos moyens limités, le diagnostic a été posé pour notre patiente à l'échographie avec sonde 2-5 Mhz.

Prise en charge

Une fois le diagnostic de la grossesse abdominale posé, le traitement presque toujours chirurgical, dépend du terme de la grossesse ; de l'intégrité

du sac gestationnel ; de la relation entre le placenta et les organes ; du plateau technique (Gueye M et al., 2012). Au premier trimestre et en absence de rupture, l'interruption de grossesse peut se faire par laparoscopie si elle est disponible. En cas de rupture avec hémopéritoine, une chirurgie d'urgence est recommandée. Le traitement médical à base de méthotrexate peut être initié selon le score de Fernandez (Harvey T, 2010) mais pas pour une grossesse abdominale avancée. Etant un antimétabolite, le méthotrexate bloque le développement du trophoblaste qui se résorbe. Dans les pays à ressource limitée, la laparotomie est le traitement de choix. Même si certains auteurs recommandent l'extraction du fœtus et du placenta dans le même temps opératoire (Aliyu LD et al., 2013 ; Gorry A et al., 2011), d'autres considèrent qu'il est prudent de laisser le placenta in situ après une ligature proximale du cordon ombilical (Bohoussou E et al., 2013 ; Akihiro T et al., 2012 ; Bwana Kangulu I et al., 2013 ; Gudu W et al., 2015). Toutefois, l'utilisation du méthotrexate dans le but d'augmenter la vitesse de résorption placentaire ne fait pas encore l'unanimité. En effet, l'extraction placentaire dépend de son insertion sur des organes vitaux ou de gros vaisseaux. Chez notre patiente la laparotomie a été faite suivie d'une extraction complète du placenta. Aucune complication n'a été retrouvée en post opératoire.



↑ Haut → Gauche

Figure 3. Incision sus et sous-ombilicale
(photo : G.D KOSSA-KO-OUAKOUA et A. AMATH)



Figure 4. Extraction du nouveau-né
(photo : G.D KOSSA-KO-OUAKOUA et A. AMATH)

Evolution et pronostic

Une fois le diagnostic de la grossesse abdominale posé, une prise en charge adéquate doit être instituée. La décision de poursuivre la grossesse est exceptionnelle (Beddock R et al., 2004 ; Faller E et al., 2006). Au cours de son développement, les besoins du fœtus s'accroissent mais insuffisamment comblé du fait de la mauvaise vascularisation placentaire. L'oligoamnios, l'hypotrophie et les malformations sont de loin les causes de décès de fœtus à la naissance. Le pronostic fœtal est péjoratif avec une mortalité de 74 à 95% ; de plus, 50% de décès néonataux surviennent dans les 24h qui suivent la naissance (Iloki H et al., 1999 ; Diouf A et al., 1996 ; Bouaziz N et al., 1997 ; Rabarrijaona JP et al., 2000). Le décès maternel est sept fois plus élevé dans les grossesses abdominales que dans les autres grossesses ectopiques (Robson D et al., 2019). La mortalité maternelle est de 5,2% selon Oudghiri (Oudghiri N et al., 2014). Hainaut évoque une mortalité de 0 à 18% (Hainaut F et al.,

1991). Dans notre cas, le nouveau-né était suivi trois jours en néonatalogie pour prématurité légère. Les suites opératoires étaient simples, aucune complication n'a été révélée. Le nouveau-né et la maman sont déchargés après dix jours d'hospitalisation.

Conclusion

Bien que rare, la grossesse extra-utérine à localisation abdominale est fréquente dans les milieux à ressources limitées. Cependant, on note des insuffisances dans le domaine des suivis prénatals et de l'imagerie. Il est donc primordial de la prévenir en assurant un accès universel à des suivis prénatals de qualité. Tout retard diagnostic et thérapeutique est susceptible d'aboutir à un mauvais pronostic maternel et fœtal. Néanmoins dans de rares cas de grossesse abdominale avancée, l'évolution peut se solder par la naissance d'un nouveau-né vivant d'où l'intérêt de disposer du personnel qualifié et de matériels appropriés pour une bonne prise en charge. Cependant, l'attitude conservatrice du placenta ne demeure pas la règle.

Déclaration pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par la Direction de l'Hôpital Régional Universitaire de Bangassou et les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été respectés durant le processus de recherches.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Akihiro, T., Imoto, S., Mori, M., Yamada, J., & Nakamura, H. (2012). Early abdominal pregnancy complicated by parasitic dermoid cyst: Diagnosis by diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging and management by laparoendoscopic single-site surgery. *J Minimally Inv Gynecology*; 19(5): 647-50.
2. Aliyu, LD., & Ashimi, AO. (2013). A multicentre study of advanced abdominal pregnancy : a review of six cases in low resource settings. *Eur J Obstet Gynecol Reproductive Biol.*; 170(1) : 33-8.
3. Baffoe, P., Fofie, C., & Gandau, BN. (2011). Term abdominal pregnancy with healthy newborn: a case report. *Ghana Med J*; 45(2):81-3.

4. Beddock, R., Naepels, P., Gondry, C., Besserve, P., Camier, B., Boulanger, JC., & Gondry, J. (2004). Diagnostic et concepts actuels de prise en charge de la grossesse abdominale avancée. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité* 2004;32(1):55-61.
5. Bohoussou, E., Guié, P., Saki, C., Okon, G., Anongba, S., & Touré-Coulily, K. (2013). Diagnostic et prise en charge d'une grossesse abdominale avancée. (Abidjan, Côte d'Ivoire). *Rev Int Sc Méd*; 15(1): 30-2.
6. Bouaziz, N., Zhioua, F., Chaker, A., Mouelhic-Ferchiou, M., & Meriah, S. (1997). Un nouveau cas de grossesse abdominale avec un enfant vivant et non malformé. *Tunisie médicale*; 75 : 143-5.
7. Bwana Kangulu, I., Kilolo Ngoy Umba, E., Kalonji Cibuabua, D., Mwamba Ilunga, C., Umba Ndolo, A., Kabamba Nzaji, M., & Kalenga Mwenze Kayamba, P. (2013). A propos d'un cas de grossesse abdominale très prolongée, *Pan Afr Med J.*, 16 : 26.
8. Diouf, A., Diouf, F., Cissé, CT., Diaho, D., Gaye, A., & Diadhiou, F. (1996). La grossesse abdominale à terme avec un enfant vivant. A propos de 2 observations. *J Gynecol Obst Biol Reprod*; 25(2) 212-215.
9. Ehab Hamouda, SM., Annemieke Littooij, S., Edwin Thia, WH., Chiou Ong, L. (2013). Ruptured Interstitial Ectopic Pregnancy at 18 Weeks Gestation Diagnosed by MRI: A Case Report. *J Radiol Case Rep.*; 7 (10): 34-42.
10. Ekele, BA., Ahmed, Y., Nnadi, D., & Ishaku, K. (2005). Abdominal pregnancy: ultrasound diagnosis aided by the balloon of a Foley catheter. *Acta Obstet Gynecol Scand*;84:701—2.
11. Faller, E., Kauffmann, E., Chevrière, S., Heisert, M., Ranjatoelina, H., Boumahni, B., Sitty-Amina, AA., & Barau, G. (2006). Grossesse abdominale menée à terme. *J Gynécol Obstét Biol Reprod*; 35(7) :732-5.
12. Gorry, A., Morelli, ML., Olowu, O., Shahid, A., & Odejinmi, F. (2012). Laparoscopic management of abdominal ectopic pregnancy using Floseal Hemostatic Matrix. *International J Gynaecol and Obstet.* ap;117(1):83-4.
13. Gudu, W. & Bekele, D. (2015). A pre-operatively diagnosed advanced abdominal pregnancy with a surviving neonate: a case report. *Journal of Medical Case Reports.* 2015; 9: 228.
14. Guèye, M., Cissé, ML., Guèye, SMK., Diaw, H., & Moreau, JC. (2012). Difficultés du diagnostic et de prise en charge de la grossesse abdominale : à propos de deux cas diagnostiqués à terme au Centre Hospitalier Régional de Diourbel du Sénégal. *Clinics in Mother and Child*; 9:1-3.

15. Harvey, T. (2010). Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français. La grossesse extra-utérine. Traitement médical : techniques, avantages et inconvénients. Extrait des Mises à jour en gynécologie médicale. 47-60.
16. Hainaut, F., Mayenga, J.M. & Crimail, P.H. (1991). Grossesse abdominale tardive. A propos d'un cas. Revue française de gynécologie et d'obstétrique, 86, 522-528.
17. Huang, K., Song, L., Wang, L., Gao, Z., Meng, Y., & Lu, Y. (2014). Advanced abdominal pregnancy: an increasingly challenging clinical concern for obstetricians. *Int J Clin Exp Pathol*; 7:5461.
18. ILOki, LH., Koubaka, R., Nkihouabonga-Guinot, G., Ibara, J., Ekoundzola, J., & Itoua-Ngaporo, A. (1999). Grossesse abdominale : 9 cas colligés en 4 ans (1991/1995) au CHU de Brazzaville (Congo). *Revue Française de gynécologie et d'obstétrique* 1999 ; 94 :40-3.
19. Kossa-Ko-Ouakoua, GD., Koirokpi, A., Matoulou-Mbala Wa-Ngogbe, S., M'betid-Degana, R., Serdouma, E., Kouandogui Bangue Songrou, F., and al. (2021). Abdominal Pregnancy: About a Case Observed at the Maternity of the Community University Hospital Center, Bangui, Central African Republic. *Open Journal of Obstetrics and Gynecology*, 11, 296-302.
20. Mahi, M., Boumdin, H., Chaouir, S., Salaheddine, T., Attioui, D., Amil, T., Hanine, A. & Benameur, M. (2002). Un nouveau cas de grossesse abdominale, *J. Radiol*, 83 (2002), 989-992.
21. Oudghiri, N., Doumiri, M., Behat, M., Tachinante, R., & Tazi, AS. (2014). Grossesse extra-utérine abdominale à terme. *Maroc Médical*. 2014 ; 35(1) : 24-27.
22. Pednekar, G., Jindal, D., & Surve, S. (2021). Successful outcome in a near term secondary abdominal pregnancy presenting as diagnostic dilemma. *IOSR J Med Dent Sci*. 2021; 8:83–86.
23. Poizat, R., & Lewin, F. (1982). Grossesse extra-utérine après le 5^{ème} mois. *Encycl Méd Chir Paris, Obstétrique*; 5069.
24. Rabarijaona, HZ., Rakotovao, JP., Rakotorahalahy, MJM., & Randriamiarana, JM. (2000). La grossesse abdominale, *Med Afr Noire*, 4711, 456-459.
25. Randrianantoanina, F., Rakotosalama, D., Rainibarijaona, L., Rakotomalala, JP., Ravelosoa, E., Andrianampanalinarivo, H., & Rasolofondraibe, A. (2006). La grossesse abdominale : à propos d'un cas observé à Madagascar. *Med Trop* 2006 ;66(5):485-7.
26. Robson, D., Lusink, V., & Campbell, N. (2019). Persistent omental trophoblastic implantation following salpingostomy, salpingectomy and methotrexate for ectopic pregnancy: A case report. *Case Reports in Women's Health*; 21 (e00095) :1-3.

Sérodiscordance au sein des couples vivant avec le VIH au Bénin : aspects épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et psychosociaux

Djossou S. E. Elvire

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Georgia Damien Barikissou

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Centre de Formation et de Recherche en matière de Population, Bénin

Tokpanoude Coovi Nonwanou Ignace

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Ahanhanzo-Glele Rhonel

Centre d'Information, de Prospective, d'Ecoute et de Conseil sur les

IST/VIH/Sida du Borgou et de l'Alibori, Parakou, Bénin

Koutchoro Bayédjè Evrard

Sefou Fadyl Boris

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Djibo Sayo Adamou

Faculté des Sciences de la Santé,

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Amahowe O. Franck

Holo Global Health Research Institute, Nairobi, Kenya

Health Data Acumen, Nairobi Kenya

Akpovi Enagnon Hilaire

Centre de Recherche en Reproduction Humaine et en Démographie,

Cotonou, Bénin

Aguemon Badirou

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p151](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p151)

Submitted: 10 February 2025

Accepted: 03 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Djossou S. E. E., Barikissou G.D., Tokpanoude C.N.I., Ahanhanzo-Glele R., Koutchoro B.E., Sefou F.B., Djibo S.A., Amahowe O. F., Akpovi E.H. & Aguemon B. (2025). *Sérodiscordance au sein des couples vivant avec le VIH au Bénin : aspects épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et psychosociaux*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 151. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p151>

Résumé

Introduction : Les couples sérodiscordants représentent une proportion significative des nouvelles infections par le Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH) dans le monde. Cette étude explore les aspects épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et psychosociaux de la sérodiscordance au VIH à Parakou, Bénin, pour éclairer les stratégies de lutte contre cette pandémie. **Méthodes :** Une étude transversale à visée descriptive a été réalisée du 1^{er} juillet au 31 décembre 2022 auprès de 417 personnes vivant avec le VIH (PVVIH) sous traitement antirétroviral (TAR) depuis au moins six mois, ayant un conjoint au statut sérologique connu. **Résultats :** Parmi les 417 participants, 299 vivaient en couple sérodiscordant. L'âge moyen des participants était de $37,55 \pm 10,25$ ans, avec une prédominance féminine (80,27 %). Bien que 93 % connaissaient le préservatif comme moyen de prévention, seuls 2 % étaient informés sur la prophylaxie pré-exposition (PrEP). Les comportements à risque comprenaient le multipartenariat sexuel (21,40 %) et une utilisation irrégulière du préservatif (25,08 %). Les tensions conjugales touchaient 25,75 % des couples, et des impacts psychosociaux tels que la stigmatisation et l'isolement social étaient rapportés. Une bonne observance au TAR (85,95 %) a été observée, favorisant une suppression de la charge virale chez 83,95 % des participants. **Conclusion :** La sérodiscordance au VIH est un phénomène crucial à intégrer dans les stratégies nationales de lutte contre l'infection au VIH. Sa prise en compte renforcée, accompagnée d'une sensibilisation accrue à l'utilisation de la PrEP, pourrait jouer un rôle essentiel dans la réduction des nouvelles infections. En mettant l'accent sur la prévention combinée, le Bénin pourrait se rapprocher de son objectif « zéro nouvelle infection » d'ici 2030.

Mots-clés: VIH, couple sérodiscordant, PrEP, épidémiologie, Bénin

Serodiscordance in Couples Living with HIV in Benin: Epidemiological, Clinical, Therapeutic, and Psychosocial Aspects

Djossou S. E. Elvire

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Georgia Damien Barikissou

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Centre de Formation et de Recherche en matière de Population, Bénin

Tokpanoude Coovi Nonwanou Ignace

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Ahanhanzo-Glele Rhonel

Centre d'Information, de Prospective, d'Ecoute et de Conseil sur les

IST/VIH/Sida du Borgou et de l'Alibori, Parakou, Bénin

Koutchoro Bayédjè Evrard

Sefou Fadyl Boris

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Djibo Sayo Adamou

Faculté des Sciences de la Santé,

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Amahowe O. Franck

Holo Global Health Research Institute, Nairobi, Kenya

Health Data Acumen, Nairobi Kenya

Akpovi Enagnon Hilaire

Centre de Recherche en Reproduction Humaine et en Démographie,

Cotonou, Bénin

Aguemon Badirou

Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Cotonou, Bénin

Abstract

Introduction: Serodiscordant couples account for a significant proportion of new Human Immunodeficiency Virus (HIV) infections worldwide. This study explores the epidemiological, clinical, therapeutic, and psychosocial aspects of HIV serodiscordance in Parakou, Benin, to inform strategies to combat the epidemic. **Methods:** A descriptive cross-sectional study was conducted from July 1 to December 31, 2022, among 417 people living with HIV (PLWH) on antiretroviral therapy (ART) for at least six months, with a partner whose serological status was known. **Results:** Among the 417 participants, 299 were in serodiscordant relationships. The mean age was 37.55 ± 10.25 years, with a predominance of women (80.27%). While

93% were aware of condoms as a preventive method, only 2% were informed about pre-exposure prophylaxis (PrEP). Risky behaviors included multiple sexual partnerships (21.40%) and inconsistent condom use (25.08%). Marital tensions affected 25.75% of couples, and psychosocial impacts such as stigma and social isolation were reported. Good adherence to ART (85.95%) was observed, leading to viral suppression in 83.95% of participants. **Conclusion:** HIV serodiscordance is a crucial phenomenon to consider in national strategies for combating HIV infection. Its enhanced inclusion, along with increased awareness of PrEP use, could play a key role in reducing new infections. By emphasizing combined prevention, Benin could move closer to achieving the goal of "zero new infections" by 2030.

Keywords: HIV, serodiscordant couple, PrEP, epidemiology, Benin

Introduction

Trente-neuf ans après l'identification du Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH) et trente-cinq ans après l'adoption de la stratégie mondiale de lutte contre cette pandémie, le VIH demeure un problème majeur de santé publique, ayant causé plus de 36,3 millions de décès dans le monde (Développement et Santé, 2010). Parmi les défis persistants, la prévention de la transmission sexuelle au sein des couples sérodiscordants représente une priorité, puisque ces couples contribuent à plus de 50 % des nouvelles infections à l'échelle mondiale (Rispel et al., 2011). Une relation sérodiscordante au VIH est une relation dans laquelle l'un des partenaires est séropositif et l'autre séronégatif (Lelaka et al., 2022).

En Afrique subsaharienne, où la prévalence des couples sérodiscordants dans la population varie entre 3 % et 20 %, ce phénomène constitue un facteur clé dans la persistance de l'épidémie (Rispel et al., 2012b; Chihana et al., 2021). Dans cette région, une proportion importante des personnes vivant avec le VIH maintient des relations sérodiscordantes à long terme, rendant cette dynamique particulièrement préoccupante (Persson, 2013). La transmission sexuelle reste fortement influencée par des contextes socioculturels complexes, notamment la polygamie, les inégalités de genre et les tabous entourant la sexualité. De plus, le risque de séroconversion des partenaires séronégatifs d'un couple sérodiscordant reste constant, sous l'influence de facteurs prédictifs tels que la durée du traitement antirétroviral (TAR), le taux de CD4, l'utilisation du préservatif et le désir d'enfant, à moins que des mesures de protection, un accompagnement psychologique et un suivi appropriés ne soient mis en œuvre (Bantigen et al., 2021).

Les interventions de prévention du VIH se base dès lors sur une approche combinée, individuelle (dépistage et traitement du VIH, prophylaxie pré et post-exposition, promotion de l'utilisation du préservatif) et collective

(sensibilisation grand public, campagnes de dépistage, etc...) abordant les aspects comportementaux, biomédicaux et structurelles (*UNAIDS DATA 2020*).

La littérature sur les couples sérodiscordants reste peu fournie en Afrique (Mashaphu et al., 2018). Au Bénin, la sérodiscordance reste un phénomène insuffisamment documenté, alors même qu'elle représente un défi majeur dans les stratégies de lutte contre la transmission notamment sexuelle du virus. Le profil des couples sérodiscordants est mal connu, ce qui pourrait limiter l'efficacité des interventions. Le soutien psychosocial (qu'il provienne des prestataires de soins, des familles ou des partenaires eux-mêmes) pourtant primordial pour ces couples (Lelaka et al., 2022; Kumala et al., 2022), peut faire défaut.

Cette étude vise à explorer les caractéristiques épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et psychosociales des couples sérodiscordants dans la commune de Parakou, au nord-est du Bénin. Une meilleure compréhension de ces dimensions permettra d'adapter les stratégies de prévention et d'améliorer la prise en charge de cette population spécifique.

Cadre et méthodes d'étude

La présente étude s'était déroulée dans la commune de Parakou au Bénin.

Il s'est agi d'une étude transversale à visée descriptive ayant concerné les patients des sites de Prévention de la Transmission Mère-Enfant (PTME) du VIH et les sites de Prise En Charge (PEC) de la ville de Parakou. La population d'étude était constituée des personnes vivant avec le VIH (PVVIH) dépistées et/ou prises en charge sur un des sites agréés de la ville de Parakou. Les individus répondant aux critères suivants ont été sélectionnés pour participer à la présente étude : femmes ou hommes de 18 ans et plus ; séropositif(ve)s au VIH ; dont le statut du conjoint est connu des services de soins ; engagé(e)s ou ayant été engagé(e)s dans une union stable ; dépisté/traité/pris en charge dans un des centres de traitement de la ville de Parakou ; reçu pendant la période d'étude et ayant donné son consentement éclairé à l'étude.

Seuls les patients séropositifs au VIH ont été inclus. Partant de là, les informations sur les couples ont été recueillies auprès de ces cibles, sans avoir besoin d'impliquer les conjoint(e)s, difficiles à appréhender et dont certains ignorent le statut séropositif de leur partenaire (protection de la confidentialité du statut sérologique).

Un échantillonnage non probabiliste par commodité a été réalisé. La durée de la collecte de données était de cinq mois, allant du 1^{er} juillet au 31 décembre 2022. La taille minimale de l'échantillon a été définie par la formule de Schwartz :

$$n = z^2 \times p_x \times (1 - p) / i^2$$

Avec :

n = taille de l'échantillon

z = niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite. Pour un niveau de confiance de 95%, $z = 1.96$

p_x = proportion ou prévalence estimée du phénomène en milieu de suivi.

La prévalence de la sérodiscordance au VIH (p_1) était de 66 % au sein des couples dont l'un des partenaires est soigné par ARV au Nigéria (Uah et al., 2015), dans une population présentant des caractéristiques semblables à celle de notre population d'étude.

i = précision souhaitée. Elle a été de 5% dans notre cas.

Ainsi, la taille minimale de l'échantillon, est : $n_1 = 1,96^2 \times 0,66 \times (1 - 0,66) / 0,05^2 = 344,82$. Soit **345** sujets répondant aux critères d'inclusion.

Collecte des données

Les données quantitatives et qualitatives relatives à la vie des participants ont été collectées à l'aide d'un questionnaire, centré sur les aspects socio-démographiques, les antécédents, les comportements, les aspects conjugaux et psycho sociaux. Les données cliniques et thérapeutiques ont été collectées à partir des dossiers des patients. En cas de polygamie, un des couples (constitué par le sujet polygame et l'une de ses conjointes) a été tiré au sort et considéré pour la collecte des données. Les femmes engagées dans des relations polygames n'ont pas été concernées par cette mesure.

Les patients ont été interrogés une seule fois quel que soit le nombre de rendez-vous honoré au cours de la période d'enquête.

Les variables à l'étude

Elles étaient la **sérodiscordance au sein des couples VIH+** se définissait par un couple (quel que soit le statut marital) au sein duquel l'un des partenaires est séropositif et l'autre séronégatif au VIH. Ce statut devait être connu des services de prise en charge (confirmation du test du conjoint, qu'il y ait eu partage de statut sérologique ou non).

Caractéristiques sociodémographiques : âge, sexe, profession, revenu, statut matrimonial, niveau d'éducation.

Aspects cliniques et thérapeutiques : durée de l'infection, protocole TAR, charge virale, observance au traitement.

Comportements et connaissances : utilisation du préservatif, multi partenariat, connaissances sur les moyens de prévention, partage du statut sérologique.

Aspects psychosociaux : tensions conjugales, stigmatisation, isolement social, qualité des relations interpersonnelles.

Analyse des données

Les données collectées ont été analysées par le logiciel R version 4.4.2. Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne avec leur écart-type et les variables qualitatives en proportion.

Résultats

Au cours de période d'étude, 417 patients répondant aux critères d'inclusion ont été enquêtés. Ceux-ci ont été recrutés sur 23 sites dédiés à la Prévention de la Transmission Mère-Enfant (PTME) et 7 sites de Prise En Charge (PEC) du VIH.

Caractéristiques socio démographiques et économiques des enquêtés engagés dans les relations sérodiscordantes

Les participants sérodiscordants avaient une moyenne d'âge de 37,55 ans $\pm$ 10,25 (IC95% [36,40 – 38,70]). Cette moyenne d'âge était de 41,32 ans $\pm$ 9,73 sur les sites de prise en charge contre 30,48 ans $\pm$ 6,32 sur les sites PTME. La moyenne d'âge des hommes était de 45,85 ans $\pm$ 9,74 et celle des femmes de 35,55 ans $\pm$ 9,13. Leur revenu moyen était de 37.326 F CFA ($\approx$ 61,20 \$) $\pm$ 43.443 ($\approx$ 71,21 \$) avec des extrêmes de 0 ($\approx$ 0 \$) et 340.000 FCFA ($\approx$ 557,38 \$). Quant au revenu moyen mensuel des couples, il était de 92.799 $\pm$ 72.719 FCFA ($\approx$ 152,13 \$ $\pm$ 119,21 \$) avec un minimum de 15.000 FCFA ($\approx$ 24,59 \$) et un maximum de 450.000 F CFA ($\approx$ 737,70 \$). La taille moyenne des ménages était de 4,86 $\pm$ 2,31 individus, avec des extrêmes de 1 et 25 membres.

Tableau I. Description des variables quantitatives liées aux caractéristiques socio démographiques et économiques des enquêtés – Parakou, 2022

		Âge	Durée de la relation (en mois)	Revenu de l'enquêté FCFA (\$)	Si enquêté en couple, revenu du couple FCFA (\$)	Taille du ménage
Moyenne	Pop*. d'étude	38,17	130,75	38.348,92 ($\approx$ 62,87 \$)	93.299,71 ($\approx$ 152,13 \$)	4,79
	Pop. sérodiscordante	37,55	121,68	37.326,09 ($\approx$ 61,20 \$)	92.799,23 ($\approx$ 152,13 \$)	4,86
Écart type	Pop. d'étude	10,25	101,67	43.443,06 ($\approx$ 71,22 \$)	72.718,77 ($\approx$ 119,21 \$)	2,31
	Pop. sérodiscordante	10,11	96,32	42.060,69 ($\approx$ 68,93 \$)	71.337,10 ($\approx$ 116,11 \$)	2,41
Minimum	Pop. d'étude	20	7	0 ($\approx$ 0 \$)	15.000 ($\approx$ 24,59 \$)	1
	Pop. sérodiscordante	20	7	0 ($\approx$ 0 \$)	15.000 ($\approx$ 24,59 \$)	1
Maximum	Pop. d'étude	76	520	340.000 ($\approx$ 557,38 \$)	450.000 ($\approx$ 737,70 \$)	25
	Pop. sérodiscordante	73	520	340.000 ($\approx$ 557,38 \$)	450.000 ($\approx$ 737,70 \$)	25

*Pop = Population

Le groupe d'âge 30 – 39 ans était le plus représenté. Les femmes étaient le partenaire infecté dans la majorité des cas avec un sexe ratio (H/F) de 0,25.

Tableau II. Caractéristiques socio-démographiques et économiques des enquêtés (1) - Parakou, 2022

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Age (années)		
[20 – 29]	89 (21,34)	70 (23,41)
[30 – 39]	160 (38,37)	114 (38,13)
[40 – 49]	110 (26,38)	80 (26,76)
[50 – 76]	58 (13,91)	35 (11,71)
Sexe		
Masculin	85 (20,38)	59 (19,73)
Féminin	332 (79,62)	240 (80,27)
Ethnie		
Ethnies autochtones	235 (56,35)	177 (59,20)
Ethnies non autochtones*	182 (43,65)	122 (40,80)
Religion		
Islamisme	194 (46,52)	146 (48,83)
Christianisme	214 (51,32)	146 (48,83)
Religions endogènes & athées	9 (2,16)	7 (2,34)
Profession		
Sans emploi	49 (11,75)	36 (12,04)
Métiers du secteur primaire (agriculteurs, éleveurs)	27 (6,47)	18 (6,02)
Métiers de transformation (artisans et ouvriers)	89 (21,34)	67 (22,41)
Métiers du commerce (commerçants, revendeurs)	175 (41,97)	118 (39,46)
Métiers de services	57 (13,67)	42 (14,05)
Fonctionnaires	20 (4,80)	18 (6,02)
Niveau d'instruction des enquêtés		
Aucune instruction	111 (26,62)	79 (26,42)
Niveau primaire	136 (32,61)	92 (30,77)
Niveau secondaire	136 (32,61)	100 (33,45)
Niveau supérieur	34 (8,15)	28 (9,36)
Situation matrimoniale		
Marié	309 (74,11)	230 (76,92)
En couple	39 (9,35)	26 (8,70)
En concubinage	33 (7,91)	25 (8,36)
Divorcé	29 (6,95)	12 (4,01)
Veuf	7 (1,68)	6 (2,01)
Niveau de revenu de l'enquêté (FCFA)		
[0 – 50.000] ≈ [0 – 81,97 \$]	315 (75,54)	229 (76,59)
[50.000 – 100.000] ≈ [81,97 \$ – 163,94 \$]	67 (16,07)	48 (16,05)
[100.000 – 340.000] ≈ [163,94 \$ – 557,38 \$]	35 (8,39)	22 (7,36)
Niveau de revenu des couples** (F CFA)		
[0 – 50.000] ≈ [0 – 81,97 \$]	80 (21,04)	58 (20,46)
[50.000 – 100.000] ≈ [81,97 \$ – 163,94 \$]	190 (49,86)	143 (50,97)
[100.000 – 200.000] ≈ [163,94 \$ – 327,88 \$]	76 (19,88)	55 (19,69)
[200.000 – 450.000] ≈ [327,88 \$ – 737,70 \$]	35 (9,22)	25 (8,88)

* Y compris les ethnies étrangères

** Les sujets divorcés et veufs n'étaient pas inclus

Caractéristiques des ménages

Au moment de l'enquête, les unions de type monogame étaient les plus fréquentes. L'enquêté était chef de son ménage dans seulement 88 couples (29,43%). Ceci correspondait à 58 hommes (65,91%) et 30 femmes (34,09%).

Tableau III. Caractéristiques socio-démographiques des enquêtés (2) - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Type de ménage		
Monogame	283 (67,87)	196 (65,65)
Polygame	134 (32,13)	103 (34,45)
Taille du ménage		
[1 – 2]	47 (11,27)	36 (12,04)
[3 – 5]	241 (57,80)	164 (54,45)
[6 – 7]	88 (21,10)	71 (23,75)
[8 – 25]	41 (9,83)	28 (9,36)
Statut de chef de ménage		
Non	277 (66,43)	211 (70,57)
Oui	140 (33,57)	88 (29,43)
Relation à distance		
Non	311 (74,58)	229 (76,59)
Oui	106 (25,42)	70 (23,41)
Nationalité		
Béninoise	406 (97,36)	292 (97,66)
Autres *	11 (2,64)	7 (2,34)
Lieu de résidence		
Parakou	345 (82,73)	249 (83,28)
Hors Parakou	72 (17,27)	50 (16,72)
Milieu de provenance		
Urbain	370 (88,73)	267 (89,30)
Rural	47 (11,27)	32 (10,70)

Les autres nationalités : togolais, nigériens, burkinabé, nigérians et maliens

Caractéristiques socio démographiques des conjoints

La moyenne d'âge des conjoints était de $41,37 \pm 9,55$ ans (IC95% [40,28 – 42,45]) avec des extrêmes de 17 et 72 ans. L'écart d'âge entre conjoints était en moyenne de $7,67 \pm 5,28$ ans avec un minimum de 0 et un maximum de 28 ans.

Tableau IV. Description des caractéristiques socio-démographiques des conjoints des enquêtés – Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Ethnie des conjoints		
Ethnies autochtones	220 (52,76)	168 (56,19)
Ethnies non autochtones	197 (47,24)	131 (43,81)
Religion des conjoints		
Christianisme	210 (50,36)	145 (48,49)
Islamisme	194 (46,52)	142 (47,49)

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Religions endogènes et athées	13 (3,12)	12 (4,02)
Profession des conjoints		
Sans emploi	18 (4,32)	14 (4,68)
Métiers du secteur primaire (agriculteurs)	46 (11,02)	32 (10,70)
Métiers de transformation (artisans et ouvriers)	108 (25,90)	77 (25,75)
Métiers du commerce (commerçants, revendeurs)	77 (18,47)	58 (19,40)
Métiers de services	103 (24,70)	67 (22,41)
Fonctionnaires	65 (15,59)	51 (17,06)
Niveau d'instruction des conjoints		
Aucun niveau	91 (21,82)	68 (22,74)
Niveau primaire	121 (29,02)	79 (26,42)
Niveau secondaire	147 (35,25)	104 (34,79)
Niveau supérieur	58 (13,91)	48 (16,05)

Description des antécédents des enquêtés

Tous les sujets inclus dans notre étude étaient infectés par le VIH₁. Parmi les sujets ayant bénéficié d'une sérologie hépatique, 25 (8,36%) présentaient une co infection VIH-Hépatite virale B.

Tableau V. Description des antécédents des enquêtés (1) - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Type de VIH		
VIH1	417 (100,0)	299 (100,0)
Hépatite virale		
Testé négatif	320 (76,74)	234 (78,26)
Type B	34 (8,15)	25 (8,36)
Testé positif Type B et C	2 (0,48)	-
Type C	1 (0,24)	-
Non testé	60 (14,39)	40 (13,38)
Antécédents d'IST		
Non	366 (87,77)	261 (87,29)
Oui	51 (12,23)	38 (12,71)
Durée de l'infection (mois)		
[6 – 11]	53 (12,71)	38 (12,71)
[12 – 59]	186 (44,60)	136 (45,48)
[60 – 119]	101 (24,22)	70 (23,41)
[120 – 264]	77 (18,47)	55 (18,40)

La durée moyenne de la relation de couple considérée était de 121,68 ± 96,32 mois. Les couples en union depuis moins de 10 ans (55,52%) et ceux ayant 1 ou 2 enfants (42,47% de l'échantillon) étaient les plus nombreux. La majorité des enquêtés (67,89%) désiraient avoir des enfants (pour ceux qui

n'en avaient pas encore au moment de l'enquête) et d'autres enfants (pour ceux qui en avaient déjà).

Tableau VI. Description des antécédents des enquêtés (2) - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Durée de la relation de couple (en mois)		
[7 – 59]	109 (26,14)	86 (28,76)
[60 – 119]	109 (26,14)	80 (26,76)
[120 – 239]	126 (30,21)	88 (29,43)
[240 - 520]	73 (17,51)	45 (15,05)
Nombre d'enfants vivants avec le conjoint		
0	62 (14,87)	47 (15,72)
[1 – 2]	179 (42,93)	127 (42,47)
[3 – 5]	149 (35,73)	109 (36,45)
[6 – 9]	27 (6,47)	16 (5,35)
Age du dernier enfant (en mois) (n = 383/273)		
[0,10 – 11]	54 (14,10)	38 (13,92)
[12 – 59]	171 (44,65)	130 (47,62)
[60 – 119]	66 (17,23)	43 (15,75)
[120 – 504]	92 (24,02)	62 (22,71)
Statut sérologique dernier enfant (n = 361/258)		
Négatif	344 (95,29)	251 (97,29)
Positif	17 (4,71)	7 (2,71)
Désir d'(autres)enfants		
Non	141 (33,81)	96 (32,11)
Oui	276 (66,19)	203 (67,89)

* : pour les enquêtés qui avaient des enfants

Description de l'état des connaissances des enquêtés

La très grande majorité des enquêtés connaissaient au moins une voie de transmission et au moins un moyen de prévention du VIH. La plupart d'entre eux cherchaient par eux-mêmes à améliorer leurs connaissances sur le VIH (81,94%). Les sources d'informations les plus courantes étaient les agents de santé (85,31%), la télévision (42,45%) et les réseaux sociaux (26,53%).

Tableau VII. Description de l'état des connaissances des enquêtés - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Connaissance voies de transmission/ moyens de prévention du VIH		
Non	3 (0,72)	3 (1,0)
Oui	414 (99,28)	296 (99,0)
Voies de transmission connues		

		Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Voie sexuelle	Non	7 (1,68)	7 (2,34)
	Oui	410 (98,32)	292 (97,66)
Voie sanguine	Non	105 (25,18)	70 (23,41)
	Oui	312 (74,82)	229 (76,59)
Voie verticale	Non	252 (60,43)	176 (58,86)
	Oui	165 (39,57)	123 (41,14)
Moyens de prévention connus			
Préservatif	Non	30 (7,19)	22 (7,36)
	Oui	387 (92,81)	277 (92,64)
Abstinence	Non	155 (37,17)	107 (35,79)
	Oui	262 (62,83)	192 (64,21)
Bonne fidélité réciproque	Non	220 (52,76)	154 (51,51)
	Oui	197 (47,24)	145 (48,49)
PTME*	Non	296 (70,98)	213 (71,24)
	Oui	121 (29,02)	86 (28,76)
TAR**	Non	395 (94,72)	281 (93,98)
	Oui	22 (5,28)	18 (6,02)
PrEP***	Non	409 (98,08)	293 (97,99)
	Oui	8 (1,92)	6 (2,01)
Recherche active sur le VIH			
	Non	79 (18,95)	54 (18,06)
	Oui	338 (81,05)	245 (81,94)

PTME : Prévention de la Transmission Mère-Enfant du VIH

**TAR = Traitement Anti Retroviral

PrEP : Prophylaxie pré-exposition

Description des caractéristiques comportementales des enquêtés

L'utilisation du préservatif n'était pas systématique au sein des couples de la ville de Parakou. Elle concernait 33 hommes (25,00%) et 99 femmes (75,00%). Ce qui représentait 55,93% des hommes et 41,25% des femmes infectés par le VIH.

Etaient concernés par le multi partenariat sexuel, 31 hommes (52,54% des hommes) et 33 femmes (13,75% des femmes). Plus de la moitié des enquêtés avaient des partenaires sexuels occasionnels ; ce qui concernait 47 hommes (76,66% des hommes) et 115 femmes (47,92% des femmes).

Tableau VIII. Description des comportements liés au VIH des enquêtés - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Utilisation du préservatif dans le couple		
Jamais	243 (58,27)	167 (55,85)
Rarement	55 (13,19)	38 (12,71)
Souvent	102 (24,46)	80 (26,76)
Toujours	17 (4,08)	14 (4,68)
Utilisation préservatif au dernier rapport sexuel		

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Non	322 (77,22)	224 (74,92)
Oui	95 (22,78)	75 (25,08)
Partenariats sexuels multiples		
Non	336 (80,57)	235(78,60)
Oui	81 (19,43)	64 (21,40)
Partenariats sexuels occasionnels		
Non	226 (54,20)	137 (45,82)
Oui	191 (45,80)	162 (54,18)
Type de rapport sexuel pratiqué dans le couple		
Rapport vaginal seul	417 (100,00)	299 (100,00)
Rapport vaginal + oral	7 (1,68)	7 (2,34)
Rapport vaginal + anal	1 (0,24)	1 (0,33)
Attitude face à la maladie		
Acceptation	373 (89,45)	264 (88,30)
Déni/Banalisation	30 (7,19)	23 (7,69)
Dramatisation	14 (3,36)	12 (4,01)
Partage du statut sérologique avec conjoint		
Non	189 (45,32)	156 (52,17)
Oui	228 (54,68)	143 (47,83)
Partage du statut sérologique en dehors du couple		
Non	353 (84,65)	252 (84,28)
Oui	64 (15,35)	47 (15,72)

Caractéristiques cliniques et thérapeutiques des enquêtés

La plupart des patients avaient un bon état clinique et en étaient au stade clinique 1 selon la classification de l'OMS. Les principales circonstances de dépistage étaient : les consultations prénatales, le dépistage volontaire et les affections opportunistes.

Tableau IX. Description des caractéristiques cliniques des enquêtés - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Etat clinique		
Mauvais	27 (6,47)	18 (6,02)
Bon	390 (93,53)	281 (93,98)
Stade clinique selon la classification de l'OMS		
Stade 1	331 (79,38)	239 (79,94)
Stade 2	51 (12,23)	37 (12,37)
Stade 3 et 4	35 (8,39)	23 (7,69)
Circonstances du dépistage positif		
PTME	196 (47,00)	143 (47,43)
Consultations prénatales		

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Dépistage des conjoints en CPN	8 (1,92)	5 (1,67)
Accouchement	4 (0,96)	4 (1,34)
Contact hospitalier	79 (18,95)	52 (17,39)
Affection opportuniste	34 (8,15)	24 (8,03)
Décours d'une maladie IST	2 (0,48)	2 (0,67)
Dépistage volontaire	87 (20,86)	66 (22,07)
Dépistage familial	7 (1,68)	3 (1,0)
Types de sites (au moment de l'enquête)		
Sites PEC	275 (65,95)	195 (65,22)
Sites PTME	142 (33,05)	104 (34,78)
Charge virale au dernier contrôle		
Détectable	76 (18,23)	48 (16,05)
Indétectable	341 (81,77)	251 (83,95)

La plupart des patients avaient été mis sous traitement dans les 24 heures suivant la confirmation du dépistage positif et présentaient une bonne observance du TAR. Les principales raisons motivant cette bonne observance étaient : la volonté de vivre longtemps (78,60%) et le désir de préserver le statut sérologique du conjoint (65,76%). Quant aux motifs de la mauvaise observance du TAR, il s'agissait : du découragement/lassitude (42,86%), du recours aux traitements traditionnels ou religieux (40,48%) et des effets secondaires des ARV (11,90%).

Tableau X. Description des caractéristiques thérapeutiques des enquêtés - Parakou, 2022

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Mise sous TAR		
Oui	417 (100,0)	299 (100,0)
Délai de mise sous ARV		
Aussitôt après le dépistage	351 (84,17)	253 (84,62)
Entre 1 et 30 jours	36 (8,63)	23 (7,69)
Après plus de 30 jours	30 (7,19)	23 (7,69)
Protocole ARV en cours		
TDF + 3TC + EFV400	185 (44,36)	129 (43,14)
TDF + 3TC + DTG	219 (52,52)	160 (53,51)
Autres	13 (3,12)	10 (3,35)
Education thérapeutique		
Oui	417 (100,0)	299 (100,0)
Observance du TAR		
Mauvaise	63 (15,11)	42 (14,05)
Bonne	354 (84,89)	257 (85,95)

Aspects psycho sociaux de la sérodiscordance au VIH au sein des couples

Un couple sur quatre déclarait l'existence de tensions au sein du couple. Celles-ci n'étaient pas seulement liées au VIH et les motifs les plus souvent cités étaient : l'origine de l'infection (26,21% des motifs de tensions) ; l'infidélité ou les soupçons d'infidélité (23,30%) puis la démission financière du conjoint (15,53% des cas de tensions).

Les relations extraconjugales étaient entretenues par 17 hommes enquêtés (28,81% des hommes) et 23 femmes enquêtées (9,58% des femmes). Quant aux relations extra conjugales (avérées) des conjoint(e)s, elles étaient dénoncées par 41 femmes (17,08% des femmes) et 2 hommes (3,39% des hommes).

Les violences conjugales étaient présentes au sein des couples. Les violences sexuelles ont été rapportées par 3 hommes (5,08% des sujets de sexe masculin) et 9 femmes (3,75% des enquêtés de sexe féminin).

Tableau XI. Caractéristiques conjugales - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Existence de tensions au sein du couple		
Non	314 (75,30)	222 (74,25)
Oui	103 (24,70)	77 (25,75)
Satisfaction de la relation de couple		
Non	90 (21,58)	59 (19,73)
Oui	327 (78,42)	240 (80,27)
Satisfaction sexuelle dans le couple		
Non	75 (17,99)	51 (17,05)
Oui	342 (82,01)	248 (82,95)
Fréquence rapports sexuels		
Habituelle	293 (70,26)	215 (71,91)
En baisse	102 (24,46)	69 (23,08)
Arrêt des rapports sexuels	12 (2,88)	8 (2,67)
En augmentation	10 (2,40)	7 (2,34)
Baisse de la libido		
Non	244 (58,51)	176 (58,86)
Oui	173 (41,49)	123 (41,14)
Violences psychologiques		
Non	360 (86,33)	256 (85,62)
Oui	57 (13,67)	43 (14,38)
Violences physiques		
Non	397 (95,20)	284 (94,98)
Oui	20 (4,80)	15 (5,02)
Violences sexuelles		
Non	404 (96,88)	287 (95,99)
Oui	13 (3,12)	12 (4,01)
Relations extra conjugales avérées du conjoint		

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Non	344 (82,49)	256 (85,62)
Oui	73 (17,51)	43 (14,38)
Attitude du conjoint face à la maladie		
Hostile ou indifférente	35 (8,39)	21 (7,02)
Bonne	193 (46,28)	122 (40,80)
Non informé	189 (45,33)	156 (52,18)
Issue de la relation		
Continuité	349 (83,70)	261 (87,29)
Séparation/divorce	39 (9,35)	26 (8,70)
Décès du conjoint	29 (6,95)	12 (4,01)

L'état de stress était présent chez le tiers des sujets et l'état dépressif chez la moitié d'entre eux. Les enquêtés ont rapporté être ouvertement victimes de stigmatisation dans 5,69% des cas. Cela correspondait à 6,88% des enquêtés ayant partagé leur statut avec au moins une personne (13/189) et 3,64% de ceux qui ne l'avaient pas fait. Dans le même sens, l'isolement social a été signalé dans 4,01% des cas ; ce qui correspondait à 4,76% des participants ayant partagé leur statut avec au moins une personne (9/189) et 2,73% de ceux qui ne l'avaient pas fait.

Tableau XII. Caractéristiques psycho - sociales - Parakou, 2022.

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Stress ou anxiété		
Non	274 (65,71)	187 (62,54)
Oui	143 (34,29)	112 (37,46)
Etat dépressif		
Non	324 (77,70)	225 (75,25)
Oui	93 (22,30)	74 (24,75)
Idées suicidaires		
Non	401 (96,16)	287 (95,98)
Oui	16 (3,84)	12 (4,02)
Victime de stigmatisation		
Non	397 (95,20)	282 (94,31)
Oui	20 (4,80)	17 (5,69)
Isolement social		
Non	399 (95,68)	287 (95,99)
Oui	18 (4,32)	12 (4,01)
Rapports tendus avec les enfants		
Non	386 (92,57)	272 (90,97)
Oui	31 (7,43)	27 (9,03)
Rapports tendus avec les collègues de travail		
Non	408 (97,84)	291 (97,32)
Oui	9 (2,16)	8 (2,68)

	Population d'étude N = 417	Population sérodiscordante n = 299
Implication de la famille élargie dans la gestion des conflits		
Non	310 (74,34)	228 (76,25)
Oui	107 (25,66)	71 (23,75)

Discussion

Age et Sexe

Dans notre étude, pour l'ensemble des enquêtés impliqués dans des relations discordantes, la moyenne d'âge était de 38,17 ans $\pm$ 10,25. Ces résultats se rapprochent de la moyenne d'âge de 37,3 ans $\pm$ 9,3 retrouvée à Sokodé (Yaya et al., 2016). Reed et al. quant à eux rapportaient que la tranche d'âge de 25 à 34 ans était la plus représentée avec 50,2% des enquêtés ; ce qui constituait une tranche d'âge plus jeune que celle décrite dans nos résultats (Reed et al., 2021).

Dans notre étude, les femmes étaient le sujet infecté dans la majorité des cas, avec une proportion de 80,27%. Ces résultats sont proches de ceux trouvés à Ouagadougou (Guira et al., 2013), à Sokodé au Togo (Yaya et al., 2016), à Bouaké en Côte-d'Ivoire (Kra et al., 2014), au Mali (Konaté et al., 2018) et au Nigéria (Akani et al., 2005) où la prédominance féminine s'est révélée avec respectivement 71,48% ; 75%, 68,98% ; 66,40% et 61,50% des cas.

Cette prédominance féminine reflète la féminisation de l'infection à VIH. Aussi, les femmes avaient plus de chances d'être incluses dans notre échantillon. En effet, la collecte des données a été réalisée sur 23 sites PTME sur les 30 pris en compte, avec un poids statistique de 1/3 de l'échantillon (34,78%).

Situation matrimoniale et type du ménage

Dans notre étude, 76,92% des participants étaient mariés et 93,98% étaient dans une relation active (marié, en concubinage, en couple). Ce même constat a été fait par Diemer qui retrouvait une large proportion de 77,7% de participants qui vivaient sous le même toit au moment de son étude à Bangui (Diemer et al., 2018).

Selon nos résultats, les unions de type polygamique concernaient 34,35% des couples. Ce résultat est similaire à celui décrit par Konaté (Konaté et al., 2018) qui retrouvait une proportion de 28,20% de sujets impliqués dans un régime polygamique. Diemer et al. retrouvaient une proportion moindre, de 22,7% de sujets polygames. Si le régime polygamique n'est pas reconnu par l'état béninois, il est loisible de constater que près du tiers des sujets enrôlés dans notre étude étaient impliqués dans un ménage à plusieurs. C'est

le même constat rapporté par Sow au Sénégal où 40% des couples étaient polygames (Sow, 2013). Dès lors, la polygamie devient un enjeu pour les stratégies de prévention de la transmission sexuelle du VIH. Pour Du Loû et al, il serait ainsi moins difficile à une femme dans un couple monogame d'instaurer un dialogue plus égalitaire avec son conjoint, de partager son statut avec lui, de lui proposer le dépistage du VIH ou les préservatifs plutôt que dans un couple polygame où elle est en compétition avec d'autres femmes dont les intérêts peuvent être antagonistes (Desgrées du Loû et al., 2007). Ces différents aspects doivent être pris en compte dans la prise en charge des PVVIH, d'autant que l'approche hospitalo-centrée de la riposte est depuis un moment reconnue insuffisante.

Durée de la relation de couple

La durée moyenne de la relation de couple considérée était de 121,68 $\pm$ 96,32 mois. Le groupe des couples qui avaient une longévité comprise entre 10 et 20 ans était le plus important (29,43%) et 71,24% des couples s'étaient formés depuis au moins 5 ans. C'est le même constat fait par Diemer pour qui la majorité des couples avaient une longévité supérieure à 5 ans.

Sérodiscordance et prévention de la transmission du VIH

Dans notre étude, 47,83% des participants (n = 143) avaient partagé leur statut sérologique avec leur conjoint, ce qui correspondait à 54,24% des hommes (n = 32) et 46,25% des femmes (n = 111). Si l'intention de partager son statut sérologique est élevée, comme l'ont montré de précédentes études réalisées à Parakou, avec une proportion de 92,41%, le partage réel en cas d'annonce de résultat positif reste très variable (Alassani et al., 2020). Notre résultat est similaire à celui décrit par Couterut et Desclaux au Sénégal qui était de 56,7% (Couterut & Desclaux, 2012). Il est faible par rapport à celui décrit par Yaya à Sokodé (60,9%) ; par Diemer à Bangui (70,3%) ; par Kra à Bouaké (79,2%) et par Kouanda et al. au Burkina-Faso (81,4%).

Quant à l'utilisation du préservatif, seuls 31,44% des participants en couples sérodiscordants en faisaient un usage régulier (souvent et toujours). Pourtant, les recommandations pour la prévention de la transmission sexuelle du VIH en cas de sérodiscordance sont d'utiliser le préservatif pour chaque acte de pénétration sexuelle notamment vaginale.

Le partage du statut sérologique et l'utilisation régulière du préservatif sont des recommandations faites aux personnes infectées par le VIH en général et celles engagées dans des relations sérodiscordantes à long terme. Pourtant, ces recommandations semblent peu suivies au vu des résultats de notre étude. Cela nous interpelle donc quant à une possible « banalisation » du risque de transmission au sein des couples sérodiscordants qu'il serait judicieux d'explorer plus en profondeur.

La bonne observance du TAR relevée par notre étude (85,95%) avec une suppression de la charge virale dans 82,95% des cas pourrait expliquer la faible proportion d'utilisation du préservatif au sein de cette population à risque.

Sérodiscordance et conséquences psycho-sociales

Selon les résultats obtenus dans notre étude, un couple sur quatre avait déclaré l'existence de tensions au sein du couple, le plus souvent liées à l'origine de l'infection, à l'infidélité ou les soupçons d'infidélité et à la démission financière du conjoint. Pour Rispel et al., 35,29% des couples connaissaient des tensions dues à la sérodiscordance et les principaux motifs étaient : la peur de transmettre l'infection à son partenaire séronégatif, l'infidélité réelle ou perçue du conjoint séronégatif et la contrainte de l'utilisation systématique du préservatif (Rispel et al., 2011).

L'intimité des couples est également affectée par le statut discordant. Même si dans notre étude, 80% des participants étaient satisfaits de leur relation de couple et que 82,95% d'entre eux présentaient une satisfaction sexuelle, une baisse de la libido et une moindre fréquence des rapports sexuels ont été enregistrées respectivement chez 41,14% et 23,08% d'entre eux. Cela montre bien l'inconfort suscité par la divergence des statuts au sein des couples. Rispel et al. en 2011 ont également rapporté un impact négatif de la sérodiscordance au VIH sur l'intimité des couples (60,60% des enquêtés) à travers une baisse de la libido et une diminution de la fréquence des rapports sexuels.

Dans notre étude, l'isolement social et la stigmatisation était beaucoup plus vécues par les participants ayant partagé leur statut avec au moins une personne que ceux qui ne l'avaient pas fait. Cet isolement social a été rapporté en Afrique du Sud et en Tanzanie (Rispel et al., 2012). Cela prouve que, encore aujourd'hui, les personnes infectées par le VIH subissent la stigmatisation et la discrimination et doivent vivre dans le secret de leur statut sérologique et de celui de leur couple discordant afin de conserver une vie sociale. Ceci constitue un frein majeur au partage du statut sérologique discordant en dehors du couple. Pour preuve, seuls 15,72% des enquêtés sérodiscordants avaient partagé leur statut en dehors de leur couple.

Conclusion

La sérodiscordance au VIH, phénomène complexe et encore insuffisamment documenté au Bénin, pose des défis majeurs à la lutte contre l'épidémie. Cette étude a permis de mettre en lumière les spécificités épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et psychosociales des couples sérodiscordants à Parakou. Les résultats montrent que ce phénomène touche principalement les femmes, les jeunes, et les populations aux revenus

modestes, tout en soulignant des lacunes importantes dans l'utilisation des moyens de prévention comme la PrEP et le préservatif.

Pour réduire les nouvelles infections au VIH et améliorer la qualité de vie des couples concernés, il est impératif de développer des stratégies ciblées, intégrant des approches médicales et psychosociales avec : une sensibilisation accrue sur la PrEP et les autres outils de prévention ; un accompagnement psychosocial renforcé pour briser les tabous et limiter la stigmatisation ; des efforts pour améliorer l'accès aux soins, notamment pour les populations économiquement vulnérables.

Il est important que les décideurs, les professionnels de santé et les partenaires communautaires collaborent pour intégrer ces dimensions dans les politiques de santé publique. Une prise en charge holistique des couples sérodiscordants pourrait jouer un rôle clé dans l'atteinte de l'objectif « zéro nouvelle infection » d'ici 2030 et contribuer significativement à la riposte nationale contre le VIH.

Limites de l'étude

Les principales limites de cette étude sont :

- Méthodologie transversale

L'étude étant de nature transversale, les liens de causalité entre les différents facteurs explorés et la sérodiscordance ne peuvent être clairement établis. De ce fait, les résultats obtenus ne traduisent que des associations observées à un moment donné.

- Données déclaratives

Toutes les données recueillies étaient de type déclaratif. Même si des mesures de contingences ont été prises, notamment la preuve de la documentation du statut du conjoint et la réalisation de l'enquête sur les lieux de suivi, ces informations notamment celles sur les comportements sexuels, les tensions conjugales ou le partage du statut peuvent être sujettes à des biais de désirabilité sociale ou d'oubli.

- Non-inclusion des conjoints séronégatifs

L'étude qui portait sur le vécu des couples n'a cependant inclus que les personnes vivant avec le VIH, sans collecte directe auprès des partenaires séronégatifs. Si cela se justifie par la nécessité de protéger la confidentialité du statut (le partage du statut sérologique n'ayant pas été fait dans de nombreux couples), cela peut restreindre la compréhension complète de la dynamique de couple sérodiscordant.

- Représentativité limitée

L'échantillonnage par commodité, bien que pratique dans ce contexte, peut ne pas être représentatif de toute la population séropositive en couple au Bénin, notamment en milieu rural ou dans d'autres départements.

- Sous-documentation des aspects psychologiques profonds

Des outils standardisés plus détaillés pour évaluer le stress, la dépression et l'impact psychosocial n'ont pas été utilisés, ce qui limite la portée des résultats sur ces aspects.

Perspectives

Cette étude peut servir de base à toutes celles entreprises sur la thématique de la sérodiscordance, offrant les perspectives suivantes :

- Etudes longitudinales

Des recherches de type prospectif pourraient permettre de mieux comprendre la dynamique des couples sérodiscordants et obtenir des liens de causalité plus évidents

- Approche mixte et participative

L'inclusion des conjoints séronégatifs dans de futures études permettrait d'appréhender les différents aspects liés aux couples et d'analyser leur vécu, leur perception du risque, et leur implication dans les choix de prévention.

- Développement d'interventions ciblées

Sur la base des résultats obtenus dans cette étude, la mise en œuvre des programmes d'accompagnement psychosocial conjugal, d'éducation thérapeutique spécifique aux couples sérodiscordants, et de promotion de la PrEP et du préservatif peuvent se développer

- Extension à d'autres zones géographiques

La présente étude peut servir de base pour la réalisation d'études similaires dans d'autres communes du Bénin, notamment dans les milieux ruraux ou transfrontaliers voire à l'échelle nationale, afin de comparer les dynamiques de la sérodiscordance et ajuster les stratégies nationales de riposte.

- Exploration approfondie des déterminants socioculturels

Une recherche qualitative complémentaire permettrait de mieux saisir les représentations sociales, religieuses et culturelles autour de la sérodiscordance au Bénin.

Déclaration relative aux participants humains: Cette étude a été approuvée par l'unité de santé publique de la Faculté des Sciences de la Santé de Cotonou. Des autorisations de collecte ont été obtenues de ladite unité et des autorités sanitaires du département du Borgou. L'anonymat et la confidentialité des données recueillies ont été conformes aux principes éthiques applicables aux recherches médicales sur les sujets humains contenus dans la Déclaration de l'Association Médicale Mondiale d'Helsinki.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Les données de cette étude ne sont pas disponibles dans un référentiel en ligne. Les données ont été collectées par des agents enquêteurs formés à cet effet.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Akani, C. I., Erhabor, O., Oporum, H., Ejele, O. A., & Nwauche, C. A. (2005). HIV sero-discordance among Nigerian couples : Challenges and controversies. *Nigerian Medical Practitioner*, 48(3), Article 3. <https://doi.org/10.4314/nmp.v48i3.28766>
2. Alassani, A., Mama Cissé, I., Imorou, R., Gomina, M., SakeAlassan, K., & Codjo, L. (2020). Déterminants du dépistage volontaire, du partage du statut sérologique et prévalence de l'infection VIH chez les gestantes suivis à Parakou. *Revue Malienne d'Infectiologie et de Microbiologie*, 15, 38-42. <https://doi.org/10.53597/remim.v15i2.1730>
3. Bantigen, K., Kitaw, L., Negeri, H., Kebede, M., Wassie, A., Bishaw, K., & Tesema, G. (2021). <p>Rate of HIV Seroconversion Among Seronegative Male Partners Living with HIV Positive Women in Addis Ababa, Ethiopia, 2019 : A Retrospective Cohort Study</p>. *HIV/AIDS - Research and Palliative Care*, 13, 125-134. <https://doi.org/10.2147/HIV.S281281>
4. Chihana, M. L., Conan, N., Ellman, T., Poulet, E., Garone, D. B., Ortuno, R., Wanjala, S., Masiku, C., Etard, J.-F., Davies, M.-A., & Maman, D. (2021). The HIV cascade of care among serodiscordant couples in four high HIV prevalence settings in sub-Saharan Africa. *South African Medical Journal = Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Geneeskunde*, 111(8), 768-776. <https://doi.org/10.7196/SAMJ.2021.v111i8.15489>
5. Couterut, J., & Desclaux, A. (2012). *Le partage du statut sérologique avec l'entourage*.
6. Desgrées du Loû, A., Larmarange, J., & Brou, H. (2007). *La Gestion des risques de VIH/sida au sein du couple en Afrique subsaharienne : Rôles de la polygamie et de la co-résidence* (p. 99-123).
7. Développement et Santé. (2010, mars 9). *VIH : quelques rappels d'épidémiologie*. <https://devsante.org/articles/vih-quelques-rappels-d-epidemiologie/>
8. Diemer, S.-C. H., Longo, J. de D., Tekpa, G., Gaunefet, C. E., & Ngbale, R. N. (2018). Facteurs associés à la divulgation du statut de séropositivité au VIH à Bangui. *Sante Publique*, 30(3), 397-403.

9. Guira, O., Tiéno, H., Sawadogo, S., & Drabo, J. Y. (2013). Sexualité et risque de transmission sexuelle du virus de l'immunodéficience humaine chez les couples sérodiscordants à Ouagadougou (Burkina Faso). *Sexologies*, 22(3), 138-141. <https://doi.org/10.1016/j.sexol.2013.02.005>
10. Konaté, I., Goïta, D., Dembélé, J. P., Coulibaly, B., Cissoko, Y., Soumaré, M., Fofana, A., Koné, O., Sogoba, D., Oumar, A. A., & Dao, S. (2018). Facteurs de Risque de Contamination par le VIH chez les Couples Sérodifférents Suivis dans le Service de Maladies Infectieuses et Tropicales du CHU du Point-G. *HEALTH SCIENCES AND DISEASE*, 19(4), Article 4. <https://www.hsd-fmsb.org/index.php/hsd/article/view/1172>
11. Kra, K. O., Aba, A., Effi-Angbo, A. O., Koné, K. D., & Kadiané, K. N. J. (2014). A-21 : Les raisons du non partage du statut sérologique chez les personnes vivant avec le VIH en Afrique noire. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 44(6, Supplement), 24. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(14\)70104-0](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(14)70104-0)
12. Kumala et al. (2022). Family Support for HIV Patients Undergoing Antiretroviral Therapy in Subang City | Request PDF. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.18502/cls.v7i2.10331>
13. Lelaka, C. M., Moyo ,Idah, Tshivhase ,Livhuwani, & and Mavhandu-Mudzusi, A. H. (2022). Psychosocial support for HIV serodiscordant couples. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 10(1), 537-556. <https://doi.org/10.1080/21642850.2022.2084098>
14. Mashaphu, S., Burns, J. K., Wyatt, G. E., & Vawda, N. B. (2018). Psychosocial and behavioural interventions towards HIV risk reduction for serodiscordant couples in Africa : A systematic review. *South African Journal of Psychiatry*, 24(0), Article 0. <https://doi.org/10.4102/sajpsy psychiatry.v24i0.1136>
15. Persson, A. (2013). Notes sur les concepts de « sérodiscordance » et de « risque » dans les couples ayant un statut VIH mixte. *Global Public Health*, 8(2), 209-220. <https://doi.org/10.1080/17441692.2012.729219>
16. Reed, D. M., Esber, A. L., Crowell, T. A., Ganesan, K., Kibuuka, H., Maswai, J., Owuoth, J., Bahemana, E., Iroezindu, M., Ake, J. A., Polyak, C. S., & The AFRICOS Study Team. (2021). Les personnes vivant avec le VIH dans des partenariats sérodiscordants bénéficient d'un meilleur engagement dans les soins du VIH par rapport aux personnes vivant avec le VIH dans des partenariats séroconcordants : Une analyse transversale de quatre pays africains. *AIDS Research and Therapy*, 18(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s12981-021-00363-x>
17. Rispel, L. C., Cloete, A., Metcalf, C. A., Moody, K., & Caswell, G. (2012). 'It [HIV] is part of the relationship': Exploring

- communication among HIV-serodiscordant couples in South Africa and Tanzania. *Culture, Health & Sexuality*, 14(3), 257-268. <https://doi.org/10.1080/13691058.2011.621448>
18. Rispel, L. C., Metcalf, C. A., Moody, K., Cloete, A., & Caswell, G. (2011). Sexual relations and childbearing decisions of HIV-discordant couples : An exploratory study in South Africa and Tanzania. *Reproductive Health Matters*, 19(37), 184-193. [https://doi.org/10.1016/S0968-8080\(11\)37552-0](https://doi.org/10.1016/S0968-8080(11)37552-0)
19. Sow, K. (2013). Partager l'information sur son statut sérologique VIH dans un contexte de polygamie au Sénégal. *SAHARA-J: Journal of Social Aspects of HIV/AIDS*, 10(sup1), S28-S36. <https://doi.org/10.1080/02664763.2012.755322>
20. Uah, I. A. O., Ezechi, O. C., & Ohihoin, A. G. (2015). Discordance du statut VIH : facteurs associés chez les femmes enceintes séropositives à Lagos, dans le sud-ouest du Nigéria. *African Journal of Reproductive Health*, 19(2), 108-116.
21. *UNAIDS DATA 2020.pdf*. (2020). Consulté 28 mars 2025, à l'adresse https://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/2020_aids-data-book_en.pdf
22. Yaya, I., Saka, B., Landoh, D. E., Patchali, M. P., Aboubakari, S. A., Makawa, M. S., N'Dri, K. M., Senanou, S., Lamboni, B., Idrissou, D., Salaka, K. T., & Pitche, P. (2016). CO 15 : Partage du statut sérologique au partenaire sexuel chez les personnes vivant avec le VIH sous traitement antirétroviral au CHR de Sokodé, Togo. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 143(4, Supplement 1), S26. [https://doi.org/10.1016/S0151-9638\(16\)30142-9](https://doi.org/10.1016/S0151-9638(16)30142-9)

Etat des connaissances paysannes des accessions et de la culture du soja [*Glycine max* (L.) Merr.] dans le sud du Niger

Dan Sale Saidou, Doctorant

Abdou Laouali, Maitre de Conférences

Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques,
Université de Diffa, Niger

Mamane Garba, Maitre de Recherches

Département de Gestion des Ressources Naturelles, Institut National de
Recherches Agronomiques du Niger (INRAN)

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p175](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p175)

Submitted: 13 March 2025

Accepted: 22 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Dan Sale S., Abdou L. & Mamane G. (2025). *Etat des connaissances paysannes des accessions et de la culture du soja [Glycine max (L.) Merr.] dans le sud du Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 175. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p175>

Résumé

La culture du soja est récemment introduite au Niger. Les principaux corridors de transit des graines de soja sont les frontières Sud et Sud-ouest du pays (Nigéria, Bénin, Burkina Faso). Le soja est cultivé sur des superficies relativement petites par les producteurs et fait partie des cultures de diversification. Les objectifs du présent travail sont : un inventaire des accessions disponibles suivi d'un état des lieux des connaissances paysannes de la culture du soja au Niger. Un dénombrement suivi de prospection et d'enquête par sondage auprès de 323 producteurs de soja ont été effectués dans le sud du Niger en vue de collecter les accessions et les informations sur les pratiques de production de soja. Une analyse factorielle des correspondances (AFC) entre les niveaux d'instruction des exploitants enquêtés et les sources de provenances de semences cultivées a montré un lien entre le niveau d'instruction des exploitants et les sources d'approvisionnement en semences. Les prospection et collecte ont permis de déceler et localiser 37 accessions de soja auprès des producteurs. L'analyse de variabilité phénotypique par le tri de la collection effectuée sur la base des caractères couleur dominante du tégument et couleur dominante du hile a permis de regrouper les accessions en 4 morphotypes différents. Le nom local le plus utilisé pour le soja est

‘‘Waken Awara’’. La superficie moyenne emblavée par producteur est de 0,75 ha. Les semences de soja utilisées par les producteurs proviennent essentiellement de sources informelles d’approvisionnement : achat au marché. Une analyse de corrélations a ressorti une corrélation positive entre l’accroissement de superficie emblavée avec du soja et l’accumulation d’expérience dans sa production et entre cette expérience et la marge brute obtenue par ha cultivé du soja. Les principales difficultés que rencontre la culture du soja au Niger sont : les mauvaises qualités de semences (y compris la faible viabilité de semences ou faible taux de germination) et la pauvreté des sols.

Mots-clés: Connaissances, accessions, soja, Niger

State of peasants’ knowledge of accessions and cultivation of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] in southern Niger

Dan Sale Saidou, Doctorant

Abdou Laouali, Maitre de Conférences

Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques,
Université de Diffa, Niger

Mamane Garba, Maitre de Recherches

Département de Gestion des Ressources Naturelles, Institut National de
Recherches Agronomiques du Niger (INRAN)

Abstract

Soybean crop has been introduced in Niger. The main transit corridors for soybeans are the Southern borders of the country (Nigeria, Benin, Burkina Faso). Producers use small areas to grow soybeans, which are considered as diversification crop. The agronomic challenges of adapting and developing soybean cultivation in certain agro climatic zones of Niger are significant. The aims of this study are to conduct an inventory of available accessions followed by an assessment of farmers' knowledge of soybean crop in Niger. A census followed by prospecting and sample survey of 323 soybean producers was carried out in southern Niger to collect accessions and information on soybean production practices. A correspondence factor analysis (CFA) between the educational levels of the farmers surveyed and the sources of cultivated seeds showed a link between farmers' educational levels and seed supply sources. The survey and collection allowed us to identify and locate 37 soybean accessions among producers. Phenotypic variability analysis by sorting the collection based on the dominant color of the seed coat and the dominant color of the hilum allowed accessions to be grouped into 4 different morphotypes.

The most commonly used local name for soybean is "Waken Awara". The average area sown per producer is 0.75 ha. The soybean seeds used by producers come mainly from informal sources of supply: market purchase. A correlation analysis revealed a positive correlation between the increase in area sown with soybean and the accumulation of experience in soybean production, as well as between this experience and the gross margin obtained per ha of soybean cultivation. The main difficulties of the soybean grow in Niger are: poor seed quality (including low seed viability) and poor soils.

Keywords: Knowledge, accessions, soybeans, Niger

Introduction

La culture du soja constitue la quatrième plus importante en termes de superficie et de production au monde après le blé (*Triticum aestivum* L.), le maïs (*Zea mays* L.) et le riz (*Oryza sativa* L.) (Waldiodio, 2020). Le soja a été introduit dans plusieurs pays de l'Afrique subsaharienne par des commerçants chinois au 19^{ème} siècle (Dalia et al., 2018). Introduite au Nigeria en 1908, la culture du soja est restée longtemps marginale. Il a fallu attendre jusqu'en 1997 pour que l'IITA partage les premiers résultats de recherche (l'adaptation du soja aux sols des zones semi arides de l'Afrique) sur le soja auprès des populations et des autres institutions de recherche de la sous-région (CORAF, ICRISAT, ICA) (IITA, 1997). Un peu partout où il est produit, les pratiques de production au début étaient caractérisées par une augmentation effrénée des superficies emblavées avec des rendements faibles par rapport au rendement potentiel (Michel et al., 2016). Une évaluation de performance agronomique d'une collection (de 14 germoplasmes) constituée d'accessions originaires des pays tempérés (Canada, Brésil, USA et la Croatie) et tropicaux (Corée du Sud, la Taïwan, le Vietnam) conduite au Soudan a ressorti une variabilité génétique appréciable et a recommandé 2 germoplasmes comme potentiels porteurs de gènes pouvant être associés dans les travaux de recherche (sélection assistée par marqueurs). Cette variabilité est une ressource clé pour l'amélioration variétale et la sélection des caractères pouvant aider à relever les défis liés à l'adaptation aux sécheresses et à la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Seifeldin et al., 2017).

Selon Marchenay et Lagarde (1987), la prospection, la collecte et la caractérisation constituent un moyen pour recueillir des cultivars d'espèces locales ou anciennes existantes dans des endroits relativement isolés pour faciliter la reconstitution des ressources phytogénétiques d'une zone. Plusieurs études conduites ont montré que d'importantes collections de plantes cultivées ont été reconstituées auprès des communautés locales malgré leurs modes de cultures traditionnelles et les pratiques agricoles ancestrales (Traoré et al., 2019).

Au Niger, le soja est cultivé sur des superficies relativement faibles par les producteurs et fait partie des cultures de diversification comme le sésame, l'oseille, le voandzou et le fonio qui sont cultivées depuis un temps.

Dès la décennie 1980, le soja (*Glycine max L.*) a commencé à intégrer les agro-systèmes de nombreux pays d'Afrique subsaharienne (Burkina Faso, Niger) dans le but d'accompagner les mesures incitatives pour assurer l'autosuffisance alimentaire. De nos jours, la grande partie de graines transformées (80 à 85%) provient du Nigéria ou du Bénin. Le produit cultivé localement est destiné essentiellement à la transformation artisanale (par les femmes) en 'Awara' qui est un produit issu de la transformation locale du soja, très dégusté au petit déjeuner ou en collation entre les repas. Elle est considérée comme une des solutions pouvant améliorer le pouvoir d'achat et la qualité de l'alimentation des populations.

Les défis agronomiques (les faibles rendements en milieu paysan, le faible taux de germination dû à la faible longévité de semences et l'inaccessibilité des semences améliorées) pour adapter d'avantage et développer sa culture dans la bande Sud du Niger sont grands.

Les objectifs du présent travail sont : un inventaire des accessions disponibles auprès des producteurs suivi d'un état des lieux des connaissances paysannes de la culture du soja au Niger.

Matériel et Méthodes

Zone de collecte

L'étude a été conduite dans la bande Sud des régions de Dosso (entre 11°69' et 02°47' de latitude Nord et 14°64' et 04°60' de longitude Est), Maradi (entre 15°26' et 13°23' de latitude Nord et 8°36' et 6°16' de longitude Est) et Zinder (entre 16°30' et 12°50' de latitude Nord et 13°12' et 7°30' de longitude Est). Cette bande est caractérisée par deux zones agro-climatiques : une zone sahélienne et une sahélo soudanienne. C'est la bande située au sud de l'isohyète 600 mm de 4 Départements (Dungass, Gaya, Madarounfa et Magaria) de ces 3 régions. Cette zone de collecte est matérialisée dans la figure 1 ci-dessous.

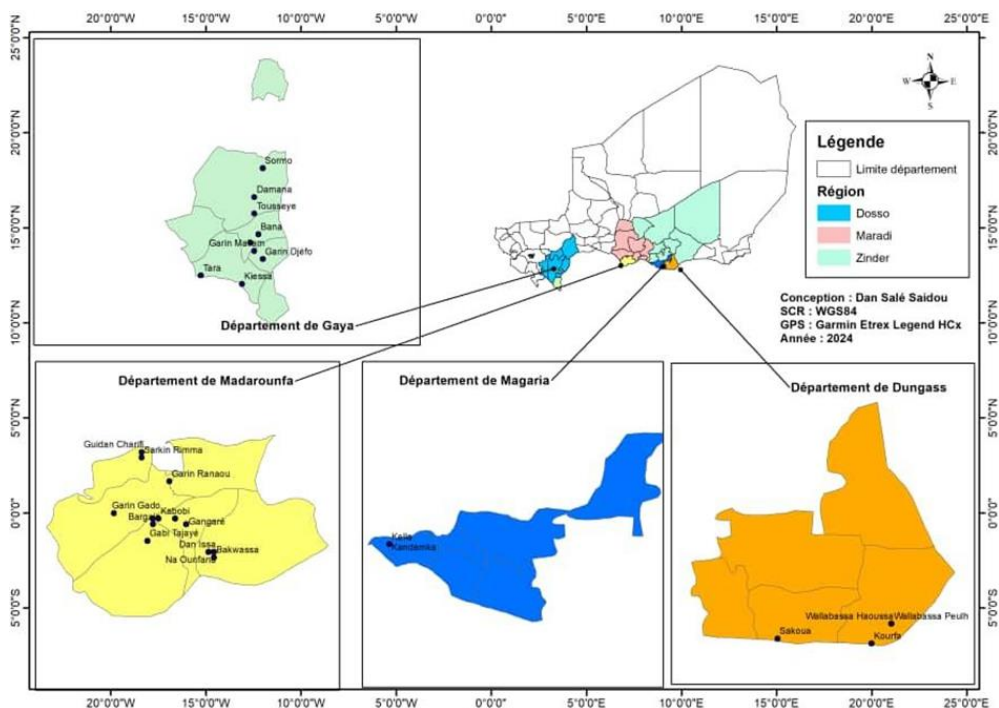


Figure 1 : Présentation de la zone de prospection et collecte des accessions et des données sur la culture du soja (*Glycine max* L.) sillonnée lors de l'étude.

Matériels utilisés

Les matériels utilisés sont :

- Des sacs en jute pour collecter les accessions ;
- Un GPS de marque GARMIN-Etrex utilisé pour géo-référencer les positions ou localités visitées ;
- Deux guides d'entretien (Fiches 1 et 2) utilisés pour collecter les informations ;
- Une loupe monoculaire utilisée pour identifier la couleur du contour du hile des graines ;
- Une balance électrique de marque OHAUS (net valor 10000g), utilisée pour déterminer les poids des échantillons d'accessions collectées et le poids de 100 graines ;
- Un appareil portable Android de marque Samsung S-NOTE20 Ultra pour les prises d'images.

Méthode

Echantillonnage

L'unité d'observation de la recherche est le chef d'exploitation, producteur de soja. Après un dénombrement des producteurs, un échantillon représentatif de 323 producteurs de soja a été tiré sur le nombre total de

producteurs dénombrés à l'aide de la méthode de Daniel (2012) selon laquelle :

$$n = \frac{(1,96)^2 \times N}{(1,96)^2 + (0,05)^2 \times (N - 1)}$$

Où n représente la taille de l'échantillon représentatif à calculer, « N » représente la population mère de départ et « t » la marge d'erreur (au seuil de 5%, le niveau de confiance $t = 1,96$).

L'échantillon, issu de 28 villages, est composé de 51,08% des exploitants de la région de Maradi, 31,89% des exploitants de la région de Dosso et de 17,03% des exploitants de la région de Zinder.

Collecte de données

La prospection et l'enquête ont été effectuées en mars 2023 en vue de collecter les accessions et les informations sur les pratiques de production de soja.

La collecte des données sur les pratiques de production de soja a été faite lors des entretiens individuels avec les producteurs échantillonnés de façon aléatoire.

Quant à la collecte des accessions, la méthode de Jacques et *al.* (2010) a été employée dans les mêmes localités lors des entretiens focus groupes. Cette stratégie consiste pour chaque village, à collecter un échantillon unique de chaque accession identifiée au niveau d'une localité ; chaque échantillon variétal est fourni par un seul agriculteur sous forme de graines ou de gousses.

Les informations sur les pratiques de production collectées concernent : la situation socio-économique du chef de ménage (charge du ménage, situation matrimoniale, l'âge, le niveau d'instruction), la principale motivation de l'exploitant, le système de culture pratiqué, le type de tenure foncière, les superficies cultivées, les opérations culturales déterminantes, la source d'approvisionnement en semences, les usages post-récoltes de la production ainsi que les difficultés liées à la culture.

Des échantillons d'accessions de soja sont collectés auprès des producteurs et enregistrés par le moyen d'un code d'identification à l'aide d'une fiche de collecte.

Les différentes accessions collectées peuvent être distinguées ou séparées sur le plan morphologique à partir de la couleur dominante du tégument ou à partir de la couleur du hile (UPOV, 1998).

Analyse et traitement statistique des données

Les données collectées ont été saisies dans le tableur Excel. Puis, elles sont importées dans le logiciel SPSS. Le traitement des données a consisté à une analyse descriptive, une comparaison des moyennes entre les paramètres et l'analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5% de probabilité. Les relations

entre les paramètres d'adoption de la culture du soja ont été examinées à l'aide d'une analyse de corrélation simple basée sur le coefficient de corrélation de Pearson à l'aide du logiciel R version 4.4.3. L'importance des coefficients de corrélation a été classée comme négligeable (0,00 à 0,10), faible (0,10 à 0,39), modérée (0,40 à 0,69), forte (0,70 à 0,89) et forte (0,9 à 1) (Schober et *al.*, 2018). Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été effectuée pour étudier les liens entre les variables qualitatives que sont le niveau d'instruction des exploitants (4 modalités) et les dernières sources de provenance des semences de soja cultivées (4 modalités) à l'aide du logiciel SPSS.

Résultats

Caractéristiques socio-économiques des exploitants

Au total, 323 producteurs ont été enquêtés au niveau des 4 départements qui composent la zone cible.

Les principales caractéristiques socio-économiques décrites sont : l'âge, la taille du ménage, le sexe et le niveau d'instruction (Tableau 1).

L'âge des exploitants varie entre 25 à 69 ans avec une moyenne de 48,95 ans. D'après l'analyse de variance (au seuil de 5%), il existe une différence significative entre les exploitants enquêtés (en termes d'âge) des différents départements ($P = 0,003$).

La taille du ménage des exploitants enquêtés varie entre 4 et 19 avec une moyenne de 11,02. D'après le test de variance (au seuil de 5%), il n'y a pas de différence significative entre les ménages (en termes de composition de membres).

S'agissant du niveau d'instruction, l'écrasante majorité des exploitants que constitue l'échantillon a fait des études coraniques (46,4% à Madarounfa et 46,5% à Gaya). Le taux d'analphabètes varie de 8,3% (à Magaria et à Madarounfa) à 17,2% à Dungass.

Tableau 1 : Caractéristiques socio-économiques des exploitants enquêtés

Départements	Ages des exploitants			
	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart-type
Dungass	31	50,31	62	8,76
Magaria	42	54,33	62	5,74
Madarounfa	25	49,87	69	9,75
Gaya	30	46,68	68	7,91
Anova	F=4,729			
	P-value=0,003			
Départements	Situation de taille du ménage des exploitants			
	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecart-type
Dungass	6	11,9	16	2,61
Magaria	6	10,92	16	2,78
Madarounfa	7	13,17	19	2,64
Gaya	4	10,61	15	2,46
Anova	F=2,286			

P-value=0,079				
Départements	Niveau d'instruction des exploitants			
	Etude coranique	Cours d'adulte	Scolarisé	Analphabète
Dungass	37,90%	34,50%	10,30%	17,20%
Magaria	25,00%	41,70%	25,00%	8,30%
Madarounfa	46,40%	18,50%	26,80%	8,30%
Gaya	46,50%	21,10%	17,50%	14,90%
Anova	Khi-deux = 14,94			
	P-value = 0,09			

Source : l'analyse des données d'enquête, 2023.

Bilan de la collecte des accessions

Nombre d'accessions collectées

Une synthèse de la liste exhaustive des accessions collectées est donnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Nombre d'accessions collectées par localité (Département, villages prospectés)

Départements	Nombre de villages	Nbre d'accessions collectées
Dungass	03	06
Gaya	10	10
Madarounfa	13	19
Magaria	02	02
Total	28	37

Source : données issues du dénombrement, mai 2023.

La prospection et collecte sur le terrain (dans 28 villages) ont permis d'obtenir 37 échantillons d'accessions. Tous ces échantillons ont été prélevés dans les stocks de conservation de semences de paysans.

Tri de la collection

Le tri de la collection est effectué sur la base de 2 critères : couleur dominante du tégument et la couleur dominante du hile (à l'exception du contour) (UPOV, 1998). Ainsi, ce tri a permis de regrouper les 37 accessions en 4 morphotypes.

Tableau 3 : Nombre de morphotypes de soja dans la collection en fonction de la combinaison de 2 caractères

Couleur dominante du tégument	Couleur du hile (à l'exclusion du contour)	Poids moyen de 100 graines (en g)	Nombre d'accessions	Pourcentage (en %)
Jaune foncé	Gris	13,70±2,1	04	10,8
Jaune clair	Jaunâtre	16,85±3,3	04	10,8
Jaune clair	Brun	15,40±2,9	20	54,1
Jaune foncé	Noir	18,15±3,1	09	24,3
Total			37	100,0

Source : données collectées lors de la prospection/collecte des accessions de soja, en mai 2023

Quatre morphotypes sont observés sur la base des caractères ci-dessus cités. Il ressort que le morphotype de soja qui a la couleur du tégument jaune clair et au hile brun domine la collection avec une proportion de 54,1%. Celui-ci est suivi du morphotype jaune foncé et au hile noir avec une proportion de 24,3%. Il est également relevé une différence de poids de graines à l'intérieur et entre les différents morphotypes.

Appellations locales des accessions

La figure 2 (ci-dessous) illustre les différentes appellations du soja dans la zone d'étude. Quatre noms locaux ont été enregistrés. Les noms les plus fréquents sont "Waken Awara" et "Waken Souya" avec respectivement 43,3% et 32,5%. Ces appellations sont retrouvées dans tous les départements.

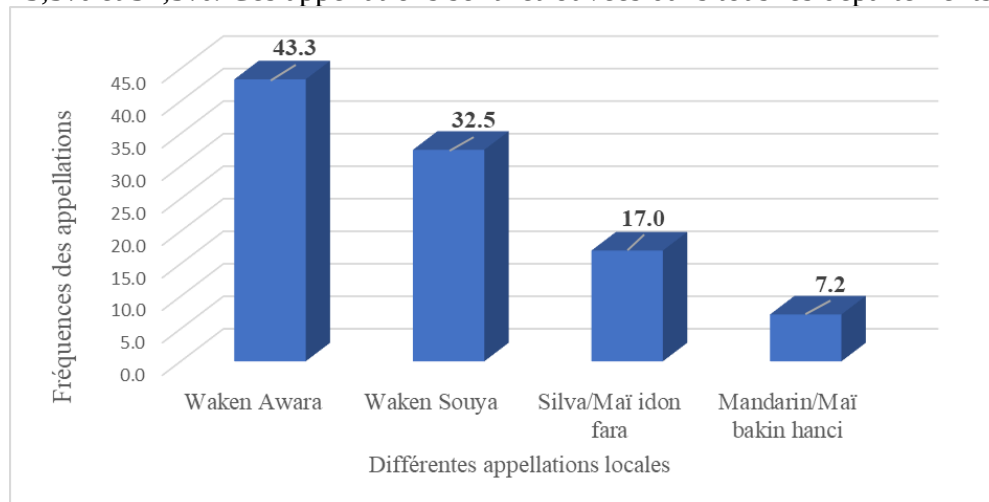


Figure 2 : Appellations locales du soja au Niger

Superficies emblavées avec du soja

Pour chaque producteur, la superficie est la somme des portions de terrain semées avec du soja. Selon l'importance des effectifs et les superficies dont disposent les exploitants, 4 intervalles de superficies (en ha) d'amplitudes différentes ont été définis.

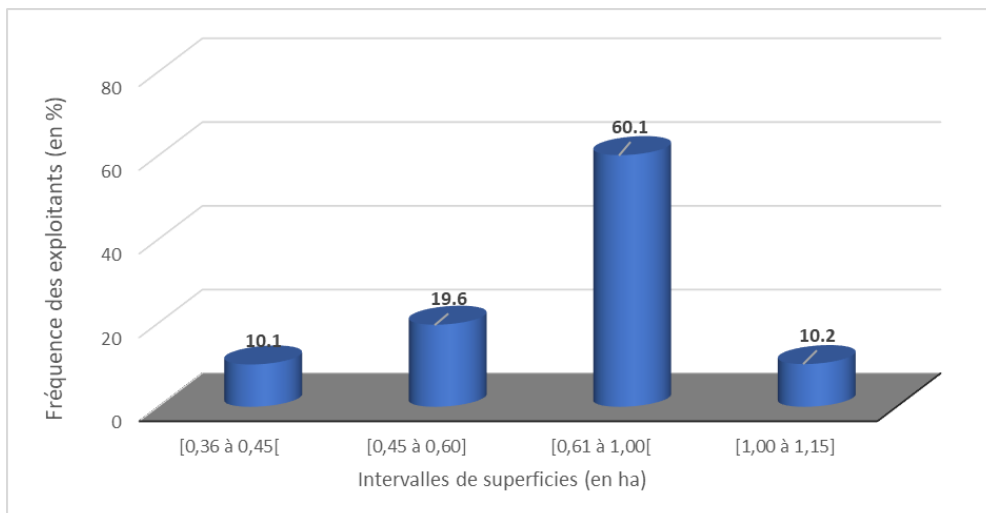


Figure 3 : Intervalles des superficies (en ha) emblavées par les exploitants avec du soja

Les superficies emblavées varient de 0,35 à 1,15 ha avec une moyenne de 0,75 ha par producteur. 60,1% des producteurs disposent de champs emblavés avec du soja dont la superficie est comprise entre 0,61 à 1ha.

Sources des semences détenues

La figure 4 (ci-dessous) illustre les différentes sources ou provenances de semences de soja détenues par les exploitants. Ces résultats révèlent 4 sources dont les plus fréquentes sont l'achat au marché et le prélèvement sur la récolte avec respectivement 51,1% et 25,4%.

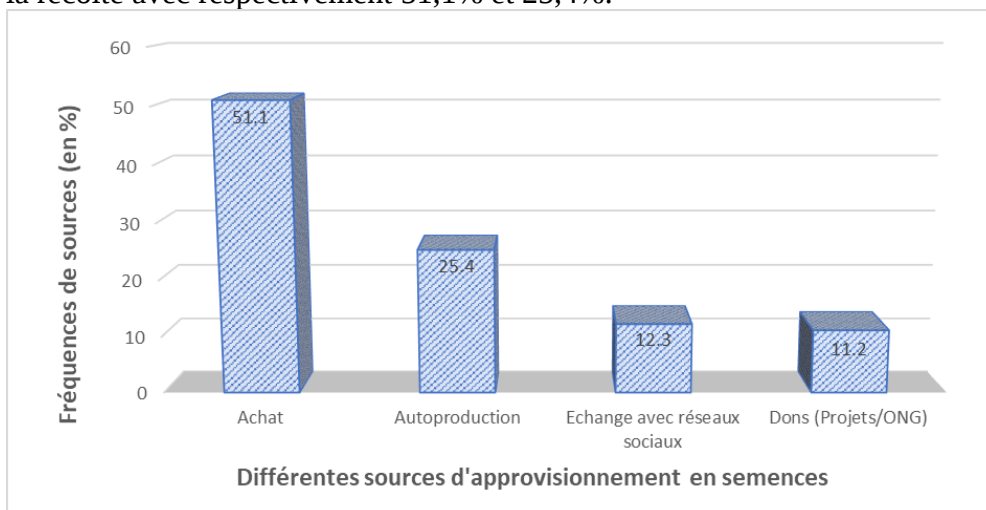
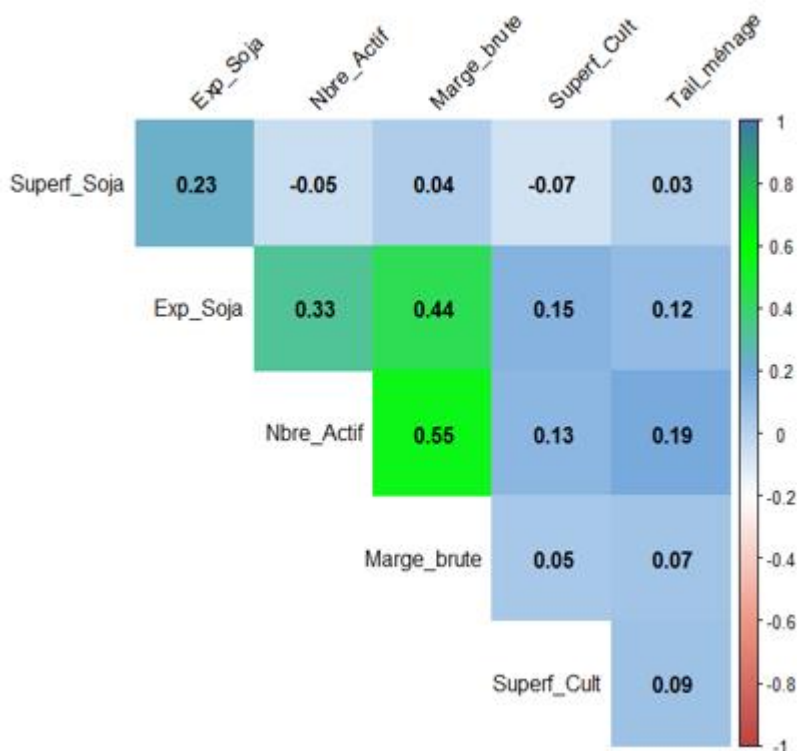


Figure 4 : Fréquences des provenances des semences détenues par les exploitants

Corrélations entre les paramètres d'adoption de la culture du soja

Une étude de corrélation entre 6 paramètres d'adoption de la culture de soja (*Glycine max*) est effectuée. L'analyse des corrélations entre ces paramètres permet de comprendre les facteurs qui influencent les niveaux d'adoption ou d'expansion de la culture du soja. Les résultats de cette analyse sont consignés dans la figure 5 ci-dessous.

Figure 5 : Matrice de corrélation entre les paramètres d'adoptions de la culture du soja



NB : Superf_soja : superficie emblavée avec du soja, Exp_soja : nombre d'année d'expérience dans la culture du soja, Nbre_Actif : nombre d'actif agricole, Marge_brute : marge brute gagnée par la culture d'un hectare de soja, Superf_Cult : superficie cultivée et Tail_ménage : la taille du ménage.

Dans cette matrice, les valeurs de corrélations sont comprises entre -1 et 1 (schober et *al.*, 2018). Ainsi, des coefficients de corrélation modérés et positifs ont été observés entre la marge brute et le nombre d'actifs agricoles (+0,55) et entre la marge brute et l'expérience dans la production du soja (+0,44). Aussi, des coefficients de corrélation faible et positif ont été observés dont l'expérience dans la production du soja et le nombre d'actif agricole (+0,33) et la superficie emblavée avec du soja et l'expérience dans la production du soja (+0,23). On note aussi des valeurs de corrélations négatives

et très faibles entre la superficie emblavée et le nombre d'actif (-0,05) et entre la superficie emblavée et la superficie cultivée (-0,07).

Relations entre le niveau d'instruction des exploitants et les provenances de semences cultivées

La figure 6 ci-dessous illustre les relations entre le niveau d'instruction des exploitants et les sources d'approvisionnement en semences de soja. Les sources d'approvisionnement en semences sont représentées en couleur verte et les niveaux d'instruction en couleur bleue. Ces résultats montrent un regroupement des nuages de points représentant les exploitants qui n'ont aucun niveau d'instruction, ceux qui ont effectué des études coraniques avec ceux qui utilisent des semences offertes et ceux qui utilisent les semences achetées aux marchés. Ceci traduit qu'un lien existe entre le niveau d'instruction des exploitants et le mode d'acquisition de semences : les producteurs qui n'ont aucun niveau d'instruction et ceux qui ont effectué des études coraniques cultivent des semences offertes. En plus, ces résultats révèlent qu'un rapprochement existe entre les exploitants ayant suivi des cours 'Alpha' et les semences autoproduites et entre les exploitants scolarisés et les semences distribuées par les Projets/ONGS.

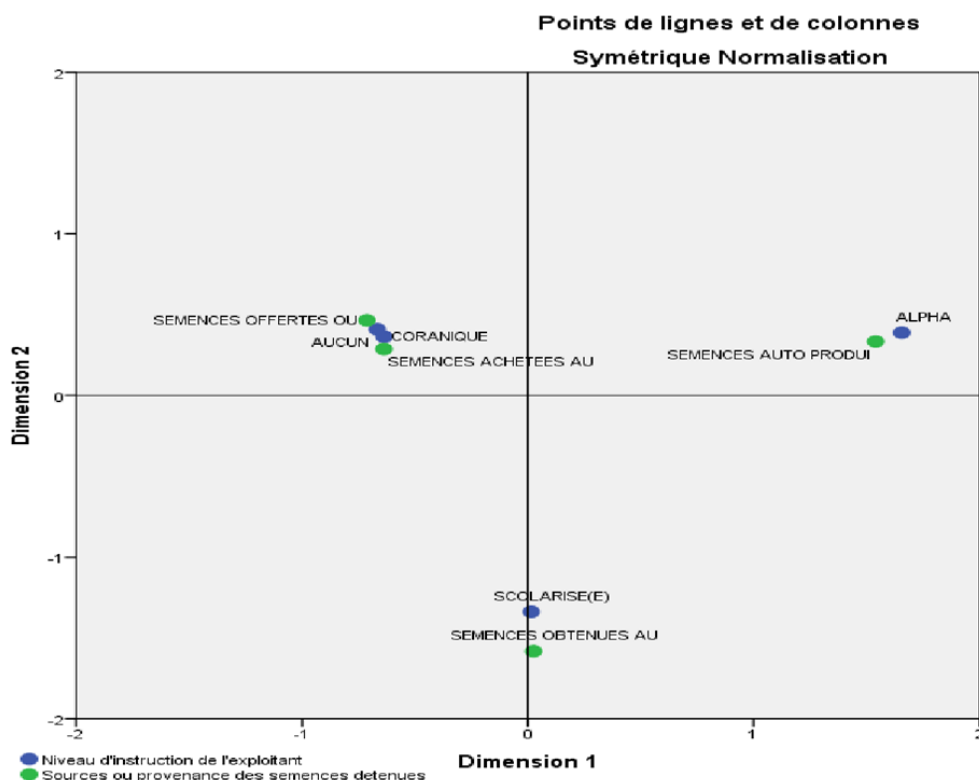


Figure 6 : Relation entre le niveau d'instruction des exploitants et les sources ou provenances des semences détenues

Contraintes de la culture du soja

La production du soja est faible au Niger par rapport à la demande sur le marché. Les raisons qui peuvent expliquer cet état de fait sont liées à certaines difficultés que rencontrent les producteurs sur le terrain. Les trois principales contraintes qui freinent la production du soja sont l'utilisation des semences de mauvaise qualité par les producteurs, la mauvaise répartition des pluies et la pauvreté du sol avec respectivement 37,2%, 29,7% et 18,0% (Figure 7).

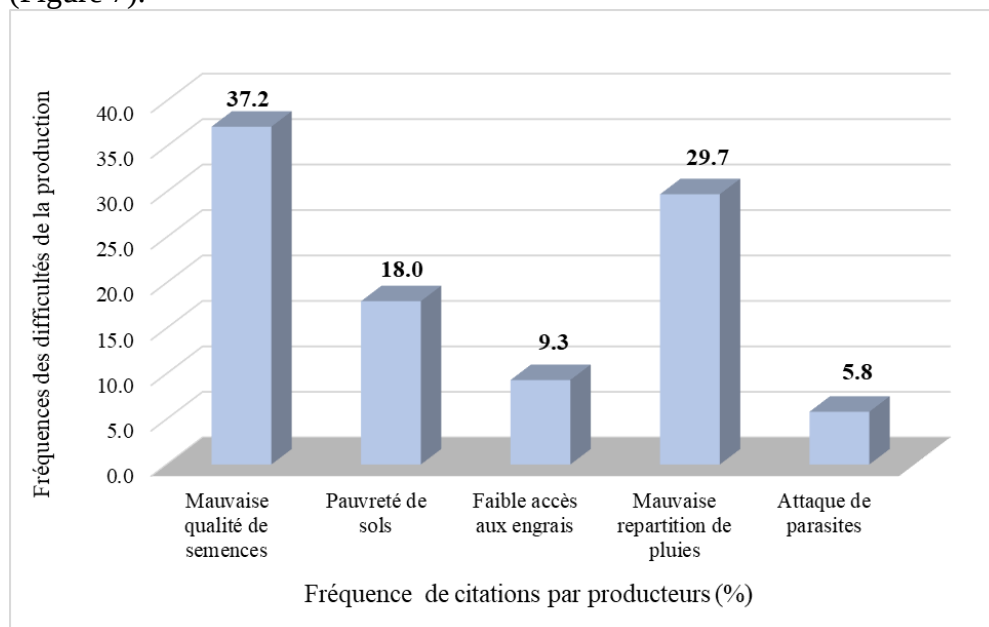


Figure 7 : Fréquences des principales difficultés rencontrées par les producteurs du soja

Discussions

La culture du soja est pratiquée avec succès au niveau de plusieurs villages de la bande Sud du Niger

S'agissant du niveau d'instruction, l'écrasante majorité des exploitants des départements a fait des études coraniques (avec une moyenne de 38,95%). Le taux moyen d'analphabètes est de 28,95%. Selon une communication de Shaib et *al.* (1997), le faible niveau d'alphabétisation des agriculteurs limite la révolution agricole dans le centre et le Nord du Nigéria. Une extrapolation de ce constat au niveau des zones voisines pousse à porter de réserves sur les chances ou les possibilités de développement de la culture du soja dans un futur proche dans le Sud du Niger. Selon Lawrence et *al.* (2022), une amélioration du niveau d'éducation ou d'instruction d'un chef d'exploitation conduit à une augmentation de la capacité d'adoption de techniques de production. Cela pourrait être dû au fait que l'éducation ou l'instruction crée un avantage dans la gestion de l'exploitation pour un exploitant lors de choix

des options de productions. Ceci est cohérent avec les résultats d'études antérieures (Yegon et *al.*, 2015 ; Biam et *al.*, 2016 ; Wake et *al.*, 2019 et Asodina et *al.*, 2021), selon lesquels l'augmentation d'années de scolarité contribue au développement de l'efficacité technique des agriculteurs car ils peuvent facilement prendre connaissance et adopter les innovations ou technologies.

La prospection conduite a permis d'obtenir une collection composée de 37 accessions de soja cultivées. Un tri de cette collection sur la base de caractères 'couleur dominante du tégument' et 'couleur du hile' a permis de regrouper ces accessions en 4 morphotypes dont le plus dominant est le soja à tégument de couleur jaunâtre et au hile brun (54,1%). Il a été également relevé une différence de taille de grains entre et à l'intérieur de différents morphotypes. La présence de cette multitude de morphotypes témoigne de l'existence probable d'une variabilité génétique dans les accessions de soja cultivées au Niger.

Plusieurs auteurs ont montré que les pratiques de gestion paysanne des semences, notamment les échanges de semences entre agriculteurs peuvent être à l'origine d'une telle diversité entre les populations de plantes cultivées (Traoré et *al.*, 2019). La différence inter et intra morphotypes (taille de graines), peut constituer un atout pour les travaux de sélection.

Cette collection va permettre d'enrichir la base des données des ressources phytogénétiques conservées à l'Institut National de la Recherche (INRAN) et de mettre à la disposition des chercheurs pour une utilisation dans les programmes de recherche.

La principale appellation locale du soja au Niger fait référence au nom local d'un produit issu de sa transformation ; « Waken Awara » par 43% des exploitants. Le plus souvent, les caractères morphologiques, agronomiques ou socio culturels utilisés pour nommer les variétés locales cultivées sont le plus perceptibles ou les plus appréciés aux yeux des exploitants (Gnawe et *al.*, 2016). Ce constat est en accord avec les conclusions d'Akito et *al.* (2012) dans une étude sur l'évaluation du matériel génétique de soja (à partir d'une collection de 96 accessions) conservé dans des banques de gènes au Japon, selon laquelle l'appellation « soja jaune » fait toujours référence à *Glycine max* cultivé dont les variétés à graines jaunes sont les plus courantes.

Les semences de soja cultivées par la grande majorité des producteurs au Niger proviennent d'une source informelle d'approvisionnement : achat au marché (51,1%). En effet, l'absence de structure formelle d'approvisionnement en semences certifiées de soja favorise le développement des sources informelles. Celles-ci ne garantissent ni une bonne levée des plants au semis ni une production escomptée. Ces résultats confirment les constats de Michel et *al.* (2016) qui ont également relevé que l'achat et le prélèvement sur les récoltes précédentes sont les 2 principaux

modes d'approvisionnement en semences des producteurs de soja au Nord-Bénin. Cela pourrait s'expliquer en partie par la proximité des zones d'études et par la similarité dans la technique d'échantillonnage des sites et dans le choix des exploitants à enquêter (échantillonnage raisonné à 2 niveaux). La superficie moyenne exploitée avec du soja par les producteurs est de 0,75 ha. Une analyse de corrélations par le coefficient de Pearson (au seuil de 5%) a ressorti que tous les paramètres d'adoption sont positivement corrélés avec l'expérience dans la culture du soja et la taille de ménage. Cela prouve que ces paramètres influencent plus le niveau d'expansion de la culture. La plus grande valeur de corrélation est celle qui existe entre la marge brute et le nombre d'actifs agricoles (+0,55). Cela veut dire qu'une augmentation de main d'œuvre engendre plus d'avantage financier sur la production du soja. Les valeurs de corrélations négatives entre les paramètres contribuent à expliquer que l'élasticité du paramètre superficie emblavée associée avec une augmentation du nombre d'actif agricole n'entraîne pas une hausse du niveau d'adoption de la culture. Ces résultats corroborent ceux de Hamadé et *al.* (2018) qui ont mis en évidence qu'un accroissement de la taille d'une exploitation nécessite une mobilisation des ressources en travail supplémentaires qui peut freiner l'adoption.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) entre les niveaux d'instruction des exploitants et les sources de provenances de semences cultivées montre l'existence d'un lien entre le niveau d'instruction des exploitants et les sources d'approvisionnement en semences. Ce lien permet de ressortir que les exploitants qui n'ont aucun niveau d'instruction et ceux qui ont effectué des études coraniques notamment les marabouts utilisent des semences offertes ou acquises sous forme de dons. Pour notre contexte, ceci traduit une réalité sociale selon laquelle ces groupes de personnes sont parmi les plus démunis de la communauté rurale et bénéficient de la « zakat » ; qui est une aumône obligatoire prélevée annuellement sur la richesse des musulmans en vertu des règles de solidarité de l'islam (Daniela, 2007). Ces groupes de personnes bénéficiaires extraient leurs semences de cette « zakat ».

Les principales difficultés qui freinent le développement de la culture du soja au Niger sont la mauvaise qualité de semences (37,2%) et les mauvaises répartitions des pluies (29,7%). Cette culture du soja est aussi confrontée aux attaques des parasites. Ce dernier constat confirme celui de Moosa et *al.* (2023) dans une étude (conduite en Afrique du Sud) où il est rapporté que les attaques de insectes nuisibles sur la culture du soja constituent la troisième menace qui est capable de réduire le rendement du soja de 50%.

Les principaux problèmes de la production du soja au Niger peuvent être résolus en poursuivant et intensifiant les activités de promotion de la culture auprès des communautés par la diffusion à grande échelle des semences sélectionnées et des bonnes pratiques de production.

Conclusion

Cette étude a permis de dénombrer les producteurs de soja dans la zone, de connaître le nombre d'accessions cultivées, la provenance des semences, les appellations locales du soja, la corrélation entre les paramètres d'adoption de la culture ainsi que les principales contraintes qui minent le développement de cette culture.

L'accession dominante de soja cultivé au Sud du Niger a une couleur jaunâtre du tégument et un hile brun. Cette culture se pratique à l'aide de semences essentiellement achetées auprès de sources informelles d'approvisionnement. Les principales difficultés que rencontre la culture du soja (*Glycine max*) au Niger sont : les mauvaises qualités de semences (y compris la faible viabilité des graines ou le faible taux de germination) et la pauvreté des sols cultureux.

Les principaux défis à relever pour la production du soja au Niger peuvent être résolus en poursuivant et intensifiant les activités de promotion de la culture notamment l'identification et la sélection des variétés performantes, leur diffusion auprès des producteurs ainsi que le renforcement de capacité des producteurs sur les bonnes pratiques de production et de transformation.

Remerciements

Nous remercions très sincèrement l'Université de Diffa (UDA), l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN) et le Projet de Recherche Développement pour la Sécurité Alimentaire et l'Adaptation aux Changements Climatiques (REDSAACC) pour avoir respectivement assuré la direction et la co-direction de l'encadrement scientifique, et le financement de ce travail.

Déclaration pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par l'Institut National de Recherche Agronomique du Niger (INRAN) et les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été suivis.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs ont obtenu un appui financier du projet de Recherche et Développement pour la Sécurité Alimentaire et l'Adaptation aux Changements Climatiques (REDSAACC-Niger) pour la réalisation de cet article.

References:

1. Akito K., Takehiko S., Satoshi W., Yasutaka T., Yuichi K., Kyuya H., Duncan A. & Vaughan N.T. 2012. *Evaluation of soybean germplasm conserved in NIAS genebank and development of mini core collections, Breeding Science*, vol. 61, n° 5, 30p. 566, DOI [10.1270/jsbbs.61.566](https://doi.org/10.1270/jsbbs.61.566) 2012 ;
2. Asodina F.A., Adams F., Nimoh F., Asante B.O. & Mensah A. 2021. Performance des petits producteurs de soja (*Glycine max*) au Ghana ; preuves de la région du Haut Ouest du Ghana. *J Agric Food Rés.*; 4 : 100-120 ;
3. Biam C.K, Okorie A. & Nwibo S.U. 2016. Efficacité économique des petits producteurs de soja (*Glycine max*) à grande échelle dans la zone agricole centrale, Nigeria : une approche stochastique de la fonction de coût frontière Cobb Douglas. *Journal Dev Agric Econ.* ; Vol. 8(3), 52-58, DOI : [10.5897/JDAE2015.0688](https://doi.org/10.5897/JDAE2015.0688) ;
4. Dalia M.K., Seifeldin E., Enoch S. & Tianfu H. 2018. History, current status, and prospects of soybean production and research in sub-Saharan Africa. *The Crop Journal*, 6(3): 226-235. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2018.03.006>
5. Daniel F. 2012. Taille d'un échantillon aléatoire et Marge d'erreur - Méthodes de détermination d'un échantillon représentatif à partir de marges d'erreur, d'un niveau de confiance et d'une population « Mère » - CMS-SPIP, p.22 Disponible [En ligne] sur : [echantillon-aleatoire et marge d'erreur. CMS-SPIP. http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/spip.php?article1641.pdf](http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/spip.php?article1641) ;
6. Daniela F. 2007. Conception et pratiques du don en Islam. Revue du MAUSS (2012/1, N°39, Pages 443-464. [Conceptions et pratiques du don en Islam | Cairn.info-2012-1-page-443?lang=fr](https://www.cairn.info/revue-mauss-2012-1-page-443?lang=fr)
7. Gnawe M., Yedomonhan H., Adomou A.C., Houenon H., Dansi A. & Akoegninou A. 2016. Nomenclature vernaculaire et diversité des variétés locales des gombos (*Abelmoschus* spp.) cultivées au Bénin. *Journal of Applied Biosciences* 106 : 10224–10235, <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v106i1.2>
8. IITA, 1997. Rapport annuel de la mise en œuvre des activités des Projets de Recherche - Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) PMB 5320 Ibadan (Université d'Ibadan-Nigeria). 103 pages. <https://c8f363ef8a7ac87849288bd64dfed670.pdf>
9. Jacques C., Monique D., Jean L.P., Kapran I., Yves V. & Gilles B. 2010. Evolution des diversités phénotypique et génétiques des sorghos et mils cultivés au Niger de 1976 à 2003. CIRAD, UPR Adaptation

- Agroécologique et Innovation Variétale, 34398 Montpellier, "Le Sélectionneur Français" 2010 (61), 33 – 45pages ;
10. Lawrence O.O., Sodipe O.S., Blessing O.F., Toluwalase E.A., Wale A., Stephen O.E.O., Omebere W.O. & Opeyemi A.O. 2022. Economic performance of smallholder soybean production in Kwara State, Nigeria. *Open Agriculture* ; 10pages, DOI : [https://doi.org/10.1515](https://doi.org/10.1515;);
 11. Marchenay P. & Lagarde M.F. 1987. A la recherche des variétés locales des plantes cultivées. Guide méthodologique, Paris : France, Lavoisier. [Philippe-Marchenay-A-la-recherche-des-varietes-locales-de-plantes-cultivees-1987.pdf](https://cregene.org/Philippe-Marchenay-A-la-recherche-des-varietes-locales-de-plantes-cultivees-1987.pdf) (cregene.org) ;
 12. Michel H.B., Julien B., Isidore Y., Joseph S.B., Tokoré O.M., Kader L., & Azaratou I. 2016. Analyse des pratiques paysannes de production de soja (*Glycine max*) dans la commune de Kalalé (Nord-Bénin) : Implications pour l'amélioration. *International Journal of Innovation and Scientific Research* Vol. 25 No. 2, 501-509;
 13. Moosa M.S., Alina M.M. & Doreen R.M. 2023. Soybean Production, Constraints, and Future Prospects in Poorer Countries: A Review. *Intech Open*, 16pages, DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.109516> ;
 14. Seifeldin E.I., Won Y.H., Youl B. & Gyoung R.C. 2017. Evaluation du germplasma de soja pour la performance agronomique dans un environnement de culture irriguée au Soudan. *Journal of the Korean Society of International Agriculture*. 29(4), 7 pages. Disponible [En ligne] sur : <https://doi.org/10.12719/KSIA.2017.29.4.415>;
 15. Shaib B., Adam A. & Bakshi J. 1997. Research strategy of National agricultural, Plan 1996-2010 / Compiled and Edited by the authors. Abuja, Nigeria ; Department of Agricultural Sciences, Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources, ACTS Press. Page. 1 à 13;
 16. Traoré I.C., Nianguiri M.K., Faye E., Habibou M.G. & Hamidou D. 2019. Collecte, tri caractérisation des accessions de maïs (*Zea mays* L.) de décrue cultivée au niveau de la haute et Moyenne vallée du fleuve Sénégal (cas de la Mauritanie). Décembre 2019. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 42.3:7330-7339, DOI:[10.35759/JAnmPlSci.v42-3.5](https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v42-3.5) ;
 17. UPOV, 1998 : Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs, de l'homogénéité et de la stabilité du soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] - Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV), version TG/80/6, Adressant au Bureau de l'UPOV : 34, chemin des Colombettes, boîte postale 18, 1211 Genève 20, Suisse - Genève, 41 pages ;

18. Wake R.D, Yami M. & Bekele A. 2019. Déterminants de la productivité et de l'efficacité technique dans la production du soja [*Glycine max (L.) Merr.*] chez les petits agriculteurs. *Int J Agric Agribus.*, 3(2) : 735-742 ;
19. Waldiodio S. 2020. Étude de la variabilité et de l'assise génétique de l'architecture du système racinaire chez le soja [*Glycine max (L.) Merr.*], Mémoire de maîtrise en biologie végétale, Université Laval - Québec, Canada. 96 pages.
20. Yegon P.K., Kibet L.K. & Lagat J.K. 2015. Déterminants de l'efficacité technique dans la production de soja (*Glycine max*) par les petits exploitants dans le district de Bomet, au Kenya. *J. Dev. Agric. Econ.* 7 (5) : (N°106), 25 – 44 ;
21. Hamadé S., Innocent A.L., Jacob A.Y. & Gauthier B. 2018. Facteurs d'adoption de la technologie "Microdose" dans les zones agroécologiques au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(5): 2030-2043, <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
22. Schober P., Boer C. & Schwarte L.A. 2018. « Coefficient de corrélation : utilisation et interprétations appropriées », *Anesthesia et Analgesia* 126, n°5 (2018) : 1763-1768, <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000002864>.

Etat des lieux de la biodiversité et de la dynamique écologique des communautés piscicoles du Lac Madarounfa (Niger)

Hamadou Yacouba

Youssoufa Issiaka

Département Génie Rural et Eaux et Forêts, Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement (FASE), Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

Assane Anabi Toudjani

Departement Eau et Environnement, Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques, Université de Diffa, Niger

Hassane Inoussa Mahamadou

Departement de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n15p194](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p194)

Submitted: 06 February 2025

Accepted: 03 May 2025

Published: 31 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Hamadou Y., Issiaka Y., Assane Anabi T. & Hassane I.M. (2025). *Etat des lieux de la biodiversité et de la dynamique écologique des communautés piscicoles du Lac Madarounfa (Niger)*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (15), 194.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n15p194>

Résumé

Classé site Ramsar en 2019, le Lac de Madarounfa est la zone humide la plus importante de la région de Maradi où les activités de pêches sont pratiquées toute l'année. Le présent travail vise à analyser la diversité et la dynamique des communautés ichthyologiques de ce plan d'eau. L'ichtyofaune a été inventoriée de juin 2023 à mai 2024 pendant 12 mois dans les prises des pêcheurs traditionnels et celles d'une senne de filet moustiquaire.. L'identification au niveau spécifique des poissons a été effectuée à l'aide de clés d'identification. Après identification des espèces, les individus sont comptés , mesurés et pesés.. Ainsi, après 12 mois d'inventaire et de caractérisation des communautés piscicoles du lac, 24 espèces appartenant à 12 familles ont été identifiées. Les Cichlidés représentés par 4 espèces et les mormyridés avec 3 espèces sont les familles les plus diversifiées. Les espèces les plus abondantes dans les captures sont : *Oreochromis niloticus* (30,96%)

et *Sarotherodon galillaeus* (19,56%). Les indices de diversité spécifique (3,31 bits) et d'équitabilité (0,28) obtenus montrent que l'ichtyofaune du lac a une diversité moyenne et une mauvaise répartition des individus au sein des familles. Les résultats de ces investigations ichthyologiques serviront de données de références de l'ichtyofaune du lac de Madarounfa et enrichiront le répertoire national. Ces résultats serviront également aux décideurs les orientations à suivre dans le cadre de l'aménagement et de la gestion de la ressource piscicole.

Mots-clés: Diversité, Dynamique des communautés piscicoles, Lac de Madarounfa, Niger

State of play of the diversity and dynamics of the fish communities of Lake Madarounfa (Niger)

Hamadou Yacouba

Youssoufa Issiaka

Département Génie Rural et Eaux et Forêts, Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement (FASE), Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

Assane Anabi Toudjani

Département Eau et Environnement, Faculté des Sciences Agronomiques et Ecologiques, Université de Diffa, Niger

Hassane Inoussa Mahamadou

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

Abstract

Classified as a Ramsar site in 2019, Lake Madarounfa is the most important wetland in the Maradi region, where fishing activities are practiced all year round. This work aims to analyze the diversity and dynamics of the ichthyological communities of this body of water. The ichthyofauna was inventoried for 12 months in the catches of traditional fishermen and those of a mosquito net seine. Identification at the specific level of fish was carried out using identification keys. After species identification, individuals are counted, measured, and weighed. Thus, after 12 months of inventory and characterization of the fish communities of the lake, 24 species belonging to 12 families were identified. Cichlids represented by 4 species and mormyrids, with 3 species, are the most diverse families. The most abundant species in the catches are: *Oreochromis niloticus* (30.96%) and *Sarotherodon galillaeus* (19.56%). The indices of specific diversity (3.31 bits) and equitability (0.28)

obtained show that the ichthyofauna of the lake has an average diversity and a poor distribution of individuals within families. The results of these ichthyological investigations will serve as reference data for the ichthyofauna of Lake Madarounfa and will enrich the national directory. These results will also be used by decision-makers in the context of the development and management of fish resources.

Keywords: Diversity, Dynamics of fish communities, Lake Madarounfa, Niger

Introduction

Les écosystèmes aquatiques fournissent beaucoup de biens et de services qui ne sont pas souvent appréciés à leur juste valeur (Brummett *et al.*, 2008). La connaissance de la faune ichthyologique des rivières et des plans d'eau africains préoccupe depuis quelques années les naturalistes, les scientifiques et les responsables du développement. Cette faune est très diversifiée et originale. Elle est fortement exploitée voire surexploitée par les populations locales en permanente augmentation. A cela s'ajoute l'accélération alarmante de tous les processus de dégradation du milieu naturel qui fait planer le risque majeur de régression et de disparition des espèces (Mahamba *et al.*, 2018). La nécessité de prendre des mesures de conservation devient dès lors une préoccupation majeure. Ces mesures, pour être efficaces, nécessitent une bonne connaissance des espèces et des relations qui les lient à leur milieu (Lalèyè *et al.*, 2004).

La connaissance scientifique de l'ichthyofaune africaine est récente et constitue encore un domaine insuffisamment exploré (Lévêque et Paugy, 2006). De nombreux cours d'eau ne sont pas encore explorés dans certains pays et certains cours d'eau n'ont pas encore fait l'objet d'inventaire systématique. Leur ichthyofaune étant extrapolée à travers celle d'une partie de leur bassin versant. Cette situation se traduit par des données fragmentaires pour les cours d'eau. Des travaux d'aménagement démarrent souvent sans une réelle base de données pour la faune ichthyologique (Sanogo *et al.*, 2012). C'est aussi le cas au Niger, où des travaux d'inventaire exhaustif de la faune ichthyologique de toutes les pêcheries du pays n'ont pas été réalisés. Néanmoins, quelques études antérieures ont montré la richesse et l'abondance de cette faune au Niger (M. A. OUALBADET et C. LEVEQUE, (2015) : Les poissons du lac Tchad : ichthyologie et niveaux lacustres ; M. ABDU, (2014). Programme de développement durable du bassin du lac Tchad coordination nationale du Niger. Rapport de référence des pêcheries de la partie nigérienne de la cuvette nord du lac du Tchad ; PGIPAP., 2009 ; Répertoire de la faune aquatique de la zone d'intervention du Projet de Gestion Intégrée des Plantes Aquatiques Proliférantes etc..). Cela se contraste avec les affirmations de N'Zi

et al. (2003) selon lesquelles, dans la politique de préservation des ressources naturelles pour une utilisation durable et rationnelle se trouve en premier plan l'inventaire systématique et le dénombrement des espèces vivantes. Sur le lac de Madarounfa, les travaux d'Anabi (2021) sur la diversité ichthyologique, de Souley (2022) sur les services écosystémiques du Lac et les travaux préparatifs des dossiers ayant conduit à l'inscription du Lac de Madarounfa comme site Ramsar, n'ont pas abordé la dynamique des populations de poissons. Cet aspect mérite d'être analysé de près afin de permettre un suivi adéquat de l'ichtyofaune de ce plan d'eau. En effet, la gestion des ressources nécessite d'acquérir de bonnes connaissances sur la biologie et l'écologie des espèces exploitées (Konan *et al.*, 2014). Ainsi, une bonne connaissance des espèces de poissons et la caractérisation des facteurs qui influencent leur distribution est un préalable à toute mesure de conservation de la faune ichthyologique (Lalèyè *et al.*, 2004 ; Wu *et al.*, 2011; Kamelan *et al.*, 2013). D'où l'importance de cette étude qui a pour objectif d'analyser la diversité et la dynamique des communautés ichthyologiques du Lac Madarounfa.

Materiel et Methodes

Matériel

Zone d'étude

Le lac de Madarounfa est situé dans la partie Sud de la région de Maradi au Niger. Il est compris entre les parallèles 13° et 15° de Latitude Nord, et le méridien 6° et 8° de Longitude Est (Figure 1). Il a une forme irrégulière et occupe une superficie d'environ 400 ha pendant l'étiage et 800 ha en période de crue. Quant à sa profondeur, elle varie entre 1,5 et 5 m selon les saisons et les zones. Il a une côte basse de 353 m en moyenne (fiche Ramsar, 2021). En tant que plus important plan d'eau permanent de la région, le lac de Madarounfa conditionne la vie socio-économique et culturelle des populations de toute la zone pour laquelle il assure plusieurs rôles. Les sites choisis sont des villages des pêcheurs périphériques au lac. Ces sites ont été choisis à cause de la présence permanente des pêcheurs pour la collecte des données et l'inventaire piscicoles.

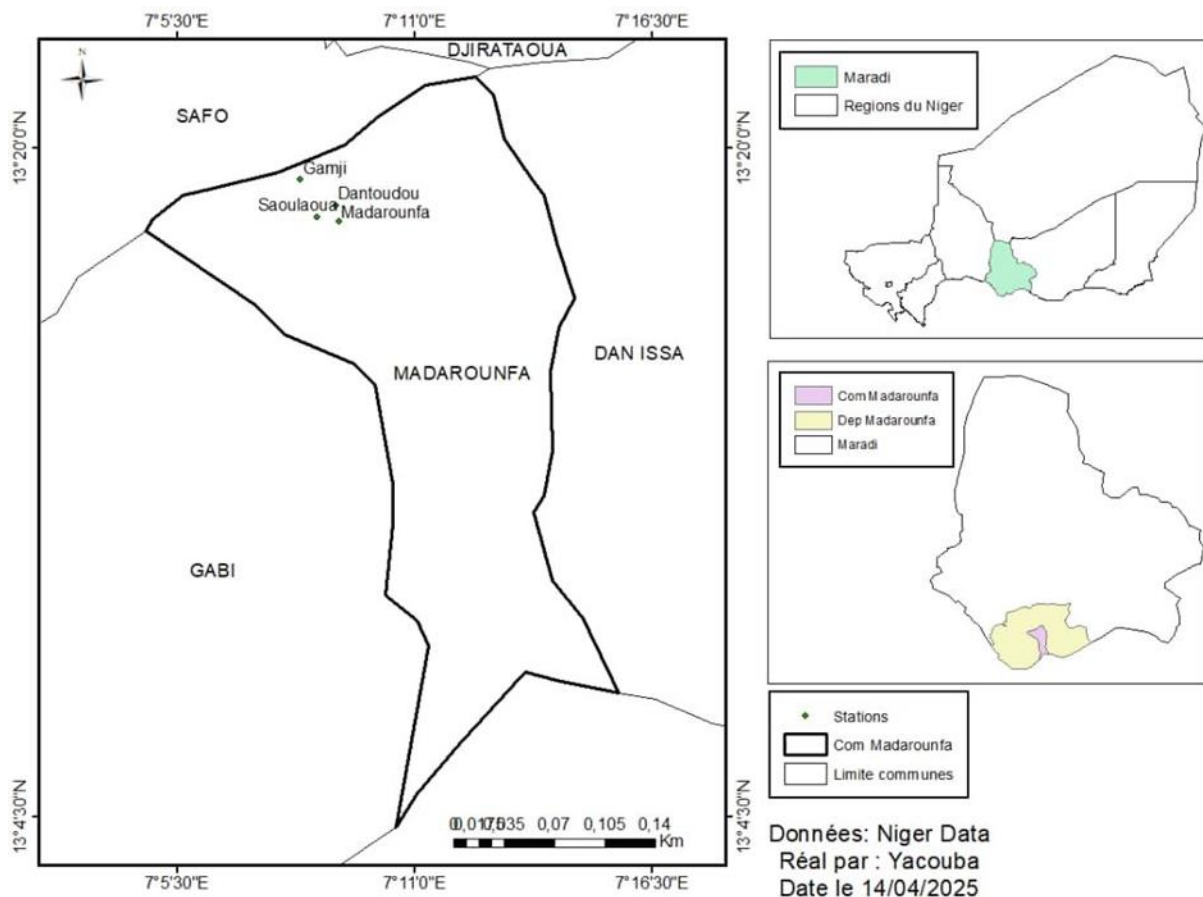


Figure 1 : carte de localisation

Matériel utilisé

Le matériel utilisé dans le cadre de ce travail est constitué des engins de pêche (Filet moustiquaire, Nasse, Filet Papillon, Filet épervier, Filet maillant et Palangre) pour la capture des poissons, d'un ichtyometre et une balance électronique pour mesurer respectivement les longueurs (totale et standard) et le poids total des poissons.

Méthodes

Identification et mesure de paramètres morphométriques

Les poissons ont été identifier lors des pêches artisanales des pêcheurs utilisant une panoplie d'engin (Filet maillant, filet épervier, nasse, palangre et filet papillon) et de méthodes de pêches différentes (actif et passif) de juin 2023 à Mai 2024 avec deux (2) campagnes par mois dans quatre stations qui sont des villages riverains considéré comme des pêcheries (Madarounfa, Saoulaoua, Dantoudou et Gamji). A chaque station, nous avons

échantillonné les captures issues de la pêche artisanale afin de pouvoir caractériser le peuplement de poissons des pêcheries du lac Si la capture n'est pas importante, la capture totale est considérée comme échantillon. Mais, au cas où celle-ci est très importante, un échantillon (la moitié ou le quart) est prélevé.

Pour cibler les petits spécimens et les espèces de petite taille, une petite senne en toile de moustiquaire a été utilisée. Cette combinaison des méthodes de pêche a permis l'exploration de toute la superficie du lac et la capture des poissons de toutes les tailles.

L'identification des espèces a été facilitée par l'usage de clés d'identification (Lévêque et al, 1990, 1992 ; Paugy et al., 2003). Après l'identification des espèces, les paramètres morphométriques des individus, notamment les longueurs totales (Lt), les longueurs standards exprimés en centimètre et le poids (Pt) en gramme ont été respectivement mesurés grâce à un ichthyomètre gradué et une balance électronique de précision.

Analyse des données

Richesse spécifique

Les données collectées ont servi à calculer les indices de diversité des espèces au sein des familles notamment l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équitabilité (Equation 1) de Pielou (Equation 2). L'indice de diversité spécifique mesure la répartition de l'abondance (effectif et biomasse) entre les taxa.

$$H = -\sum P_i \log_2 P_i$$

Equation 1

H = indice de diversité de Shannon ;

P_i : fréquence de l'espèce (i); n_i : nombre d'individus de l'espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces); N : nombre total d'individus La diversité est faible lorsque H est inférieur à 3 bits ; moyenne si H est compris entre 3 et 4 bits; élevé quand H est supérieur ou égal à 4 bits.

Si : H' ∈ [0 ; 2,5] : diversité faible (expression de la dominance);

H' ∈ [2,6 ; 3,9] : diversité moyenne;

H' ∈ [4 ; 6] : diversité élevée (milieu isotrope ; pas spécialisé).

$$E = H / \log_2 S$$

Equation 2

Avec H la diversité de Shannon et S la richesse spécifique et Log₂S la diversité spécifique maximale.

L'indice est utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou dates d'étude. Elle est comprise entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce et vers 1 lorsque toutes les espèces ont le même nombre d'individu.

Si $E_q \in [0 ; 0,6]$: équitabilité de Pielou faible. Il y a un phénomène de dominance dans la communauté.

Si $E_q \in [0,7 ; 0,8]$: équitabilité de Pielou moyenne ;

Si $E_q \in [0,8 ; 1]$: équitabilité de Pielou est élevée. Il y a absence de dominance et les ressources sont régulièrement réparties entre les individus de la communauté.

Analyses statistiques utilisées

Les données ont été saisies sur le tableur Excel puis soumises à des analyses de variance en utilisant le logiciel Minitab 16. Après la vérification de la normalité de la distribution des données, le test paramétrique ANOVA (GLM) est appliqué sur les données qui suivent une distribution normale. Dans le cas où il n'y a pas de normalité, les tests non paramétriques de KruskalWallis ou de Mann Withney ont été utilisés avec un seuil de significativité de 5 %.

Relations poids-longueurs

La relation poids-longueur est un paramètre qui permet de vérifier la croissance de la population de poisson. Elle est établie au moyen de l'équation (3) d'après Le Cren (1951).

$$P_t = aL_t^b$$

Equation 3

Où P_t et L_t représentent respectivement le poids total et la longueur totale du poisson. Les constantes a et b sont respectivement des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce. Le coefficient b varie entre 2 et 3 (Lalèye, 1995), mais il est souvent proche de 3. Lorsqu'il est statistiquement égal à 3, la croissance est dite isométrique. Lorsqu'il est différent de 3, la croissance est dite allométrique. Un coefficient b supérieur à 3 indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur et inversement lorsque b est inférieur à 3.

Facteur de condition

Le facteur de condition k est calculé pour l'espèce abondante dans les captures, sur la base de l'équation (4) selon Koné et Teugels (1999).

$$K = 100(P_t/L_t^b)$$

Equation 4

P_t est le poids corporel, L_t est la longueur totale du poisson et b le coefficient d'allométrie de la relation poids-longueur.

Ce facteur permet d'apprécier la corpulence du poisson, son embonpoint. Une valeur élevée de K signifie que les poissons ont de l'embonpoint et sont dans un milieu où les conditions de vie leur sont favorables.

Resultats

Espèces inventoriées

Il a été inventorié un effectif de 24 espèces regroupées en 20 genres et 12 familles. La famille la plus représentée est celle des Cichlidae avec 58,08 % des individus capturés suivie des Mormyridae 13,7%, et des Clariidae 10,25% (Tableau 1).

Tableau 1 : Liste des espèces de poisson inventoriées

Famille	Genre	Espèce	Abondance relative (%)	Total
Latidae	Lates	<i>Lates niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	3,91	3,91
Schilbeidae	Schilbe	<i>Schilbe mystus</i> (Linnaeus, 1758)	4,49	6,03
		<i>Schilbe intermedius</i> Rüppell, 1832	1,26	
	Parailia	<i>Parailia pellucida</i> (Boulenger, 1901)	0,38	
Anabantidae	Ctenopoma	<i>Ctenopoma kingsleyae</i> (Günther, 1896)	0,08	0,08
Charachidae	Alestes	<i>Alestes macrophthalmus</i> Günther, 1867	0,41	3,28
		<i>Alestes baremoze</i> (Joannis, 1835)	1,16	
	Brycinus	<i>Brycinus leuciscus</i> (Günther, 1867)	1,71	
Claroteidae	Chysichthys	<i>Chysichthys auratus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808)	0,05	0,05
Cichlidae	Tilapia	<i>Tilapia zillii</i> (Gervais, 1848)	6,65	58,08
	Oreochromis	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	30,96	
	Sarotherodon	<i>Sarotherodon galilaeus</i> (Linnaeus, 1758)	19,56	
	Hemichromis	<i>Hemichromis bimaculatus</i> (Gill, 1862)	0,91	
Polypteridae	Polypterus	<i>Polypterus senegalus</i> (Cuvier, 1829)	0,96	0,96
Clariidae	Heterobranchus	<i>Heterobranchus bidorsalis</i> Geoffroy Saint-Hilaire, 1809	1,04	10,25
	Clarias	<i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758)	3,03	
		<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	6,18	
Mochokidae	Synodontis	<i>Synodontis schall</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0,08	0,49
		<i>Synodontis courteti</i> (Pellegrin, 1906)	0,41	
Bagridae	Bagrus	<i>Bagrus bajad</i> (Forsskål, 1775)	3,72	3,72
Mormyridae	Petrocephalus	<i>Petrocephalus bovei</i> (Valenciennes, 1846)	4,52	13,7
	Hyperopisus	<i>Hyperopisus bebe occidentalis</i> (Lacepède, 1803)	7,61	
	Pollimyrus	<i>Pollimyrus isidori</i> (Valenciennes, 1847)	1,57	
Protopteridae	Protopterus	<i>Protopterus annectens</i> (Owen, 1839)	0,24	0,24

Quelques images des espèces de poissons et leurs noms locaux

 Nom scientifique : <i>Oreochromis niloticus</i> Haussa : Holi	 Nom scientifique : <i>Sorotherodon galilaeus</i> Haussa : Zombi ou gargaza
 Nom scientifique : <i>Alestes macrophthalmus</i> Haussa : Kaura ou sardine	 Nom scientifique : <i>hyperopisus bebe occidentalis</i> Haussa : Lawade ou kouma
 Nom scientifique : <i>Bagrus bajad</i> Haussa : Ragon Ruwa	 Nom scientifique : <i>Lates niloticus</i> Haussa : Barya ou guiwa ruwa
 Nom scientifique : <i>Clarias anguillaris</i> Haussa : Tarwada Kouloumi	 Nom scientifique : <i>Synodontis schall</i> Haussa : Karaya
 Nom scientifique : <i>Synodontis courteti</i> Haussa : Karaya ou Dan mai daudawa	 Nom scientifique : <i>Schilbe mystus</i> Haussa : Mazo ou balo

Variables morphométriques

Les variables morphométriques des 3625 spécimens de poissons appartenant à 24 espèces sont consignées dans le tableau 2. La longueur totale varie entre 4,5 cm pour *Parailia pellucida* et 98 cm pour *Lates niloticus*. Le poids a varié entre 2 g pour *Brycinus leucisus*, *Schilbe mystus*, *Polypterus senegalus*, *Pollimyrus isidori*, *Parailia pellucida*, *Hemichromis bimaculatus* et *alestes macrophthalmu*) à 11150 g pour *Lates niloticus*.

Tableau 2 : Variables morphométriques des espèces de poisson identifiées dans le lac Madarounfa (Lt :longueur totale ; Lt max : Longueur totale maximum ;Ltmin : longueur totale minimale ; Pt : poids totale; Pt max : poids totale maximale ;Pt min :poids totale minimale ;Pt moy : poids totale moyenne)

Espèces	Lt				Pt		
	N	Lt max	Lt moy	Lt min	Pt max	Pt moy	Pt min
<i>Alestes baremoze</i>	6	11	9,91±0,71	9,2	10	7,5±1,64	5
<i>Alestes macrophthalmus</i>	15	24	11,38±6,26	5,6	59	19,8±22,16	2
<i>Bagrus bajad</i>	135	54	28,31±9,52	8,7	1292	213,02±216,55	3
<i>Brycinus leuciscus</i>	62	40,3	8,44±4,60	5	12	4,51±2,44	2
<i>Chrysichthys auratus</i>	2	26	26±0,0	26	97	97±0	97
<i>Clarias anguillaris</i>	110	65	25,81±9,25	10,5	2600	178,87±92,86	8
<i>Clarias qar iepinus</i>	224	80	23,15±10,83	9	5600	151,43±19,11	7
<i>Ctenopoma kingsleyae</i>	3	12,6	12,06±0,75	11,2	28	21,66±6,02	16
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	33	13,5	7,3±2,01	5	38	6,63±7,22	2
<i>Heterobranchus bidorsalis</i>	38	54	26,41±9,18	15	1196	169,5±28,56	18
<i>Hyperopisus bebe occidentalis</i>	276	51,5	22,99±7,48	7	973	105,18±47,19	3
<i>Lates niloticus</i>	142	98	21,19±16,22	7,5	11150	444,57±112,01	5
<i>Oreochromis niloticus</i>	1122	46	15,84±4,82	6,2	1027	83,37±18,83	4
<i>Parailia pellucida</i>	14	6,2	5,19±0,86	4,5	2	2±0	2
<i>Petrocephalus bovei</i>	164	12,2	9,43±1,37	7	19	7,97±3,44	3
<i>Pollimyrus isidori</i>	57	12,7	8,91±1,52	5,5	20	6,73±3,97	2
<i>Polypterus senegalus</i>	35	35	13,88±5,47	8	139	20,11±5,03	2
<i>Protopterus annectans</i>	9	46	34,72±8,72	20	428	197,33±135,74	57
<i>Sarotherodon galilaeus</i>	709	36	14,31±4,4	5,5	504	62,38±21,41	3
<i>Schilbe intermedius</i>	46	17,2	11,9±2,27	8,5	29	9,91±6,97	3
<i>Schilbe mystus</i>	163	20	13,15±3,25	7	81	17,49±12,39	2
<i>synodontis courteti</i>	15	15,6	11,8±2,11	8	52	20,26±11,39	7
<i>Synodontis schall</i>	3	21,5	18,63±3,06	15,4	96	60,66±37,11	22
<i>Tilapia zillii</i>	241	27,5	14,02±3,88	6,5	387	54,95±15,03	4
Probabilité			0,000			0,000	

Structure globale

La représentation graphique des fréquences de distribution de la longueur totale de tous les poissons et de tous les engins est présentée sur la figure 1. Les poissons ayant une taille inférieure à 15 cm dominent dans la capture et représente 47,03%. Les poissons de taille supérieure à 30 cm ne représentent que 5.93%.

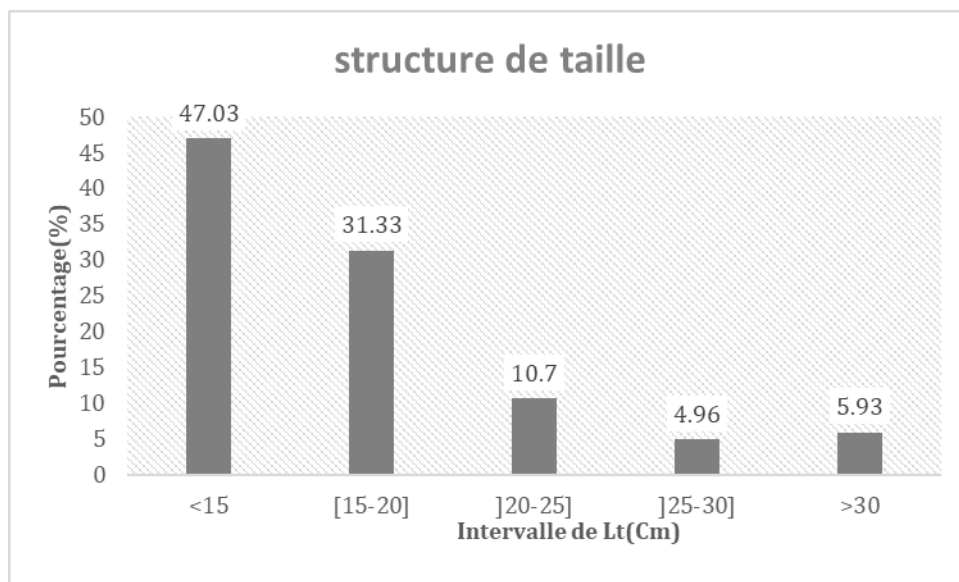


Figure 2 : Taux de capture des poissons en fonction de la taille

Indices de diversité

Diversité saisonnière

La variation temporelle de la diversité de l'ichtyofaune par l'indice de diversité de Shannon suivant les saisons donne un résultat consigné dans le tableau 3. L'analyse de ce tableau montre que les indices de diversité de Shannon sont moyens ($2,6 \leq H' \leq 3,9$) et l'équitabilité de Piélou ($Eq \in [0; 0,6]$) ce qui traduit un phénomène de dominance dans la communauté.

Tableau3 : Indices de diversité temporelle

Saison	H'	Eq	Nombres d'espèces
Saison sèche chaude (Mars – Mai)	$2,86 \pm 0,20^b$	$0,30 \pm 0,04^b$	$15,00 \pm 2^{ab}$
Saison pluvieuse (Juin – Septembre)	$3,09 \pm 0,21^a$	$0,43 \pm 0,03^a$	$12,600 \pm 1,67^a$
Saison sèche Froide (Octobre-Fevrier)	$3,36 \pm 0,09^{ab}$	$0,42 \pm 0,01^a$	$17,333 \pm 1,52^b$
Pvalue	0,034	0,002	0,016

"Les mêmes lettres dans une colonne signifient qu'il n'y a pas de différence entre les moyennes, les lettres différentes signifient qu'il y'a une différence entre les moyennes" au seuil de 5%.

Diversité spatiale

La variation spatiale de la diversité de l'ichtyofaune par l'indice de diversité de Shannon selon les stations donne un résultat consigné dans le tableau 4. L'analyse de ce tableau montre une diversité très faible au niveau

de la station de Gamji et une diversité moyenne ($2,6 \leq H' \leq 3,9$) pour les autres stations.

Tableau 4 : Indice de diversité spatiale

Stations	H'	Eq	Nombre d'espèces
Dantoudou	$3,56 \pm 0,18^a$	$0,61 \pm 0,10^a$	$16,33 \pm 2,6$
Gamji	$1,52 \pm 0,43^b$	$0,39 \pm 0,20^b$	$6,50 \pm 3,5$
Madarounfa	$2,95 \pm 0,09^a$	$0,34 \pm 0,03^b$	$14,4 \pm 0,74$
Saoulaoua	$2,81 \pm 0,35^a$	$0,49 \pm 0,06^a$	11 ± 3
Pvalue	0,002	0,016	0,057

"Les mêmes lettres dans une colonne signifient qu'il n'y a pas de différence entre les moyennes, les lettres différentes signifient qu'il y'a une différence entre les moyennes" au seuil de 5%

Relation poids- longueur des poissons

Les relations entre la longueur totale et le poids total sont établies pour 17 espèces ayant plus de 15 spécimens chacune. Toutes les relations ont été très significatives avec R^2 variant de 0,72 (*Synodontis courteti*) à 0,96 (*Heterobranchus bidorsalis*) (Tableau 5). Les valeurs de b variaient entre 2,30 (*Brycinus leuciscus*) et 3,14 (*Heterobranchus bidorsalis etintermedius*) avec une moyenne de 2,86. L'analyse du tableau4 montre que toutes les espèces ont une croissance allométrique dont six (6) positives (A+) et onze (11) négatives(A-). Les valeurs moyennes de K ont varié entre $0,36 \pm 0,05$ (*Schilbe intermeduis*) et $4,52 \pm 0,05$ (*Synodontis courteti*) avec une valeur moyenne de 1,23 (Tableau 5).

Tableau5 : Relation poids-longueur et facteur de condition des principales espèces

Espèces	N	R ²	a	b	K	Type d'allometrie
<i>Bagrus bajad</i>	135	0,94	0,0051	3,02	$0,64 \pm 0,22$	A+
<i>Brycinus leuciscus</i>	62	0,84	0,028	2,30	$2,86 \pm 0,62$	A-
<i>Clarias anguillaris</i>	110	0,94	0,0048	3,10	$0,49 \pm 0,17$	A+
<i>Clarias gariepinus</i>	224	0,92	0,0129	2,77	$1,37 \pm 0,59$	A-
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	33	0,89	0,0285	2,63	$2,91 \pm 0,67$	A-
<i>Heperopis bebe occidentalis</i>	276	0,91	0,0047	3,06	$0,49 \pm 0,20$	A+
<i>Heterobranchus bidorsalis</i>	37	0,96	0,0038	3,14	$0,39 \pm 0,09$	A+
<i>Lates niloticus</i>	142	0,95	0,0127	2,97	$1,30 \pm 0,27$	A-
<i>Oreochromis niloticus</i>	1123	0,91	0,0200	2,91	$2,05 \pm 0,22$	A-
<i>Petrocephalus bovei</i>	164	0,79	0,0209	2,62	$2,12 \pm 0,42$	A-
<i>Pollimyrus isidori</i>	57	0,76	0,0158	2,71	$1,63 \pm 0,44$	A-
<i>Polypterus senegalus</i>	35	0,90	0,0131	2,66	$1,36 \pm 0,37$	A-
<i>Sarotherodon gallilaeus</i>	709	0,93	0,0197	2,92	$2,02 \pm 0,5$	A-
<i>Schilbe intermedius</i>	46	0,93	0,0036	3,14	$0,36 \pm 0,05$	A+
<i>Schilbe mystus</i>	163	0,87	0,0096	2,83	$0,99 \pm 0,26$	A-
<i>Synodontis courteti</i>	15	0,72	0,0436	2,44	$4,52 \pm 1,26$	A-
<i>Tilapia zilli</i>	241	0,92	0,0121	3,08	$1,23 \pm 0,26$	A+

R² : coefficient de corrélation ; N : nombre d'individu de l'espèce ; a : ordonné à l'origine ; b :coefficient d'allometrie ; K :facteur de condition ;; A-: croissance allométrique négative; A+: croissance allométrique positive

Discussion

L'étude de la composition et de la structure de la diversité du peuplement ichthyologique du lac de Madarounfa a permis de d'identifier 24 espèces regroupées en 20 genres et 12 familles. Ceci montre une faune ichthyologique assez diversifiée malgré la petite taille du lac.

L'importante richesse spécifique du lac s'expliquerait par une diversité d'habitats au regard des indices de diversification et de l'adaptation de certaines espèces aux conditions du milieu. La richesse de la faune ichthyologique du lac de Madarounfa s'explique aussi par le fait que ce lac est en communication avec deux cours d'eaux saisonniers notamment le Goulbin Maradi et le Goulbin Gabi d'où beaucoup d'espèces peuvent migrer vers ce lac en saison des pluies. Selon Lévêque et Paugy (1999), les communautés ichthyologiques des cours d'eau africains sont très riches car beaucoup d'espèces s'adaptent aux conditions défavorables, notamment à la contraction de leur habitat durant la saison sèche.

Les Cichlidae, les Mormyridae et les Clariidae sont les familles les plus importantes en termes de nombre d'espèces. La forte représentativité de Mormyridae dont les espèces constituent des indicateurs de la qualité écologique de l'eau (Ahouansou, 2011) est également un outil pour le suivi de l'intégrité biotique de ce Lac.

En terme de richesse spécifique les résultats de cette études sont similaires à celui de Labo (2022) avec 25 espèces et sont nettement inférieur à ceux d'Anabi et Issiaka (2021) qui ont rapporté 40 espèces, 28 genres et 17 familles pour la période de 2013 et 2019 sur le lac Madarounfa. Cette différence pourrait être expliquée par leur méthode de collecte des données qui inclus des enquêtes en dehors de la pêche. Le nombre d'espèces identifiées est également inférieur à ceux obtenu par Magrin *et al.* (2015) avec 128 espèces au Lac Tchad, Karembe (2019) avec 95 espèces dans le Lac Séligué au Mali. Cette différence pourrait être due à la petite taille du lac Madarounfa, mais aussi à l'intensité de la pêche pratiquée toute l'année de manière artisanale par des pêcheurs locaux. La superficie constitue un élément déterminant dans la richesse d'un milieu en espèces (Bruce, 2015). En effet, il existe une corrélation positive entre la richesse spécifique et la superficie d'un biotope selon Marcon (2014).

Les résultats obtenus sont également inférieurs à ceux de Ado (2018) qui a signalé la présence de 40 espèces réparties dans 30 genres et 14 familles dans les pêcheries de Boubon.

Dans autres mares naturelles du Niger, notamment dans les régions de Tahoua et Zinder, le nombre d'espèce varie entre deux 2 et 11 (Seyni, 2004 ; Moussa, 2015 ; Araga, 2015). La grande différence entre ces nombres d'espèce et celui de la présente étude pourrait s'expliquer par le fait que la diversité taxonomique ou richesse spécifique de ces mares dont dépend des

introductions réalisées. En effet, ces plans d'eau ont été aménagés à un moment donné avec l'introduction d'une ou plusieurs espèces supportant l'environnement et appréciées par les populations.

La variation temporelle de la richesse spécifique révèle qu'entre les saisons il y a une diversité dominée surtout par l'espèce *Oreochromis niloticus*. Cela est dû au fait que cette espèce est rependue naturellement dans les fleuves continentaux. En Afrique de l'ouest, sa distribution naturelle couvre les bassins du Sénégal, de la Gambie, du Volta, du Niger, de la rivière Bénoué et du Tchad. (FAO 2017). La variation saisonnière de la richesse spécifique observée au niveau du lac de Madarounfa semble être un phénomène habituel. Les variations de richesse spécifique sont souvent liées soit aux migrations des populations de poisson, soit aux changements de comportement des individus, qui deviennent plus ou moins vulnérables aux engins de pêche. En effet, la richesse spécifique la plus élevée a été enregistrée saison sèche froide correspondent à la saison des pêches intenses. L'exploitation intensive permet d'explorer un volume d'eau plus important, des biotopes plus variés et de toucher une gamme d'espèces plus large. Il en résulte une diversité plus importante et une meilleure répartition spécifique des captures comme c'est le cas du lac de Madarounfa en saison sèche froide. La variation spatiale de la diversité dans le lac peut aussi être provoquée par des différences morphologiques d'habitats, par des conditions physiques (courant, transparence des eaux) localement différentes et par des pressions de pêche de sélectivité variable. Ce qui pourrait expliquer la différence entre la station de Gamji ($1,52 \pm 0,43$) et Dantoudou ($3,56 \pm 0,18$). La variabilité saisonnière et spatiale de la diversité semble être un phénomène fréquent dans les écosystèmes aquatique (Kantoussan, 2007).

La longueur totale est comprise entre 4,5 cm et 98 cm, le poids a varié de 2 g à 11150 g. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Ado (2018) et Yacouba (2019) qui ont eu respectivement 6,5 cm et 5,5 cm pour les longueurs totales minimales, 74,66 cm et 80 cm pour les longueurs totales maximales, avec des minimas de 2 g et 3 g et des maximas de 3156 g et 8920 g pour les poids. En termes de valeurs minimales de la longueur totale et du poids total, les résultats obtenus sont également proches de ceux obtenus par Coenen (1987) qui a obtenu 6 cm et 3 g mais différent de loin en termes de valeurs maximales (166 cm et 50 000 g) sur le fleuve Niger et de Ahouansou (2011) avec une longueur totale maximale de 176,4 cm et un poids maximal de 120 000 g sur la rivière Pendjari au Bénin. Cette situation peut être imputée à l'intensité des engins et à la multiplicité des campagnes.

La taille du poisson est exprimée en longueur ou en poids, le processus de croissance chez les poissons tient compte de ces deux dimensions. Dans cette étude, toutes les valeurs du coefficient de corrélation entre la longueur et le poids sont positives et très élevées. Ce qui indique que l'augmentation de

longueur induit l'augmentation en poids. Ainsi, le poisson croît aussi bien en longueur qu'en poids (Fulton 1904, Ikomi et Sikoki 2001). La prépondérance de la longueur ou de poids est évaluée par le paramètre b qui varie entre 2 et 4 (Hile, 1936). Au niveau du lac de Madarounfa, les valeurs de b , ont varié entre 2,30 et 3,14.

Les facteurs de condition k de cette étude pour 35,29 % des espèces sont inférieurs à 1 alors que 64,71% des espèces ont un facteur de condition supérieur à 1. Le facteur de condition est un indicateur non seulement de l'évolution de l'état du poisson mais aussi un bon instrument pour comparer l'état physiologique global des populations entre bassins présentant des conditions écologiques différentes (Lévêque, 2006). Cette condition écologique défavorable chez ces 6 espèces (*Bagrus bajad*, *Clarias anguillaris*, *Hyperopisus bebe occidentalis*, *Heterobranchus bidorsalis* Schilbe *intermeduis* et *Schilbe mystus*) serait due à la pêche permanente, l'utilisation excessive de certains engins et techniques de pêche qui y créent un stress permanent.

“Les aspects liés à l'écologie des espèces et à leurs régimes alimentaires sont développés dans un travail complémentaire (chapitre 3 de la thèse), auquel ce présent article est associé.”

L'analyse des structures des tailles de toutes les stations dénote une prédominance des individus de petite taille. En effet, plus de 47,03% des captures ont une taille inférieure à 15cm. Cette pression de pêche sur les juvéniles pourrait affecter le recrutement normal des stocks de poisson du lac et entraînera une érosion de la biodiversité. Welcomme (1979) a rapporté que la pression d'une pêche trop sélective dans certaines régions du fleuve Niger, du lac Tchad et du Chari a fait diminuer les stocks des poissons de grandes tailles qui ont été remplacés par des espèces de petites tailles.

Conclusion

L'étude a révélé que la ressource ichthyologique du Lac de Madarounfa est assez riche comparativement aux mares dulcicoles du Niger mais très faibles comparés aux résultats des travaux réalisés sur le fleuve Niger.

Les pêcheurs utilisent une panoplie d'engins constitués des filets maillants, Filets épervier, filet papillon, les nasses et les palangres. Les individus les plus capturés appartiennent à la famille des Cichlidés avec une activité de pêche qui y est pratiquée avec intensité, presque toute l'année avec la capture des individus de petites tailles.

Face à ce problème, des solutions doivent être envisagées pour une meilleure connaissance de ses ressources dans le but d'une conservation et d'une utilisation rationnelle pour le bien-être des populations riveraines.

Les résultats de ces investigations ichthyologiques serviront de données de références de l'ichtyofaune du lac de Madarounfa et enrichiront le répertoire national de l'ichtyofaune du Niger. Ces résultats serviront

également aux décideurs dans le cadre de l'aménagement et de la gestion de la ressource piscicole.

“Ces résultats serviront de base à l'élaboration de recommandations concrètes de gestion qui seront développées dans une seconde phase de cette étude, en collaboration avec les parties prenantes locales.”

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Déclaration sur les animaux : Cette étude a été approuvée par la direction départementale de l'environnement de Madarounfa (service des eaux et Forêts) en respectant la loi N° 2021-003 du 16 mars 2021 portant régime de pêche et l'aquaculture du Niger.

References:

1. Ado I. M., 2018. Influence de la pêche sur la structure des stocks de poisson dans les pêcheries de Boubon au (Niger) mémoire de master, Faculté des Sciences Agronomiques/Université d'Abomey Calavi (Bénin) ,99 P
2. Ahouansou, M.S., 2011. Diversité et Exploitation des poissons de la rivière Pendjari (Bénin, Afrique de l'Ouest). Thèse du grade de docteur. Faculté des Sciences Agronomiques / Université d'Abomey-Calavi. Bénin. 234 P.
3. Assane Anabi T. et Issiaka Y., 2021. Diversité ichtyologique d'un petit lac tropical : cas du lac Madarounfa, Niger. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 37, 143 – 154. ISSN 1813-3290.
4. Bruce, S. 2015 .Méthode d'étude de la diversité biologique, note de cours, Morap.ppt.252 diapos.
5. Brummett R.E., Lazard J. et Moehl J., 2008. African aquaculture : Realizing the potential. *Food Policy* 33: 371-385.
6. Coenen E., 1987. République du Niger : résultats des études ichtyologiques sur le Niger, rapport préparé pour le développement de la pêche, FAO, Rome, FI/NER/79/018
7. FAO Fisheries and Aquaculture Department, "*Profils des pêches et de l'aquaculture par pays, la République Du Niger*", Rapport, (2017) 4 p.
8. Fiche descriptive Ramsar, 2021. Niger Lac de Madarounfa

9. Fulton TW. 1904. The rate of growth of fishes. Twenty-second Annual Report, Part III. Fisheries Board of Scotland, Edinburgh. pp. 141–241.
10. Hamadou Y. , 2019 .Analyse de la biodiversité ichthyologique et de la productivité des pêcheries de Say au Niger. Mémoire de master, Faculté des Sciences Agronomiques/Université d'Abomey Calavi (Bénin) ,99P
11. Hile R. 1936. Age and growth of the cisco *Leucichthys artedi* (Le Sueur), in the lakes of the north-eastern highlands, Wisconsin. *Bulletin of the United States Bureau of Fisheries* 48: 211–317.
12. Karembe Y. Y., Y. Sanogo, I. Savane et I. Yakubu, (2019). African Journal of Earth and Environmental Sciences, Maiden Edition, 85 – 98
13. Ikomi, R.B. and Sikoki, F.D. (2001) Studies on the Distribution, Abundance Growth Pattern Dietary Habits of *Brycinus nures* Ruppel, 1832 (Osteichthyes: Characidae) in the River Jamieson, Nigeria. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 31, 27-43. <https://doi.org/10.3750/AIP2001.31.1.02>
14. Konan, A. Y., Bamba, M. & Koné, T. 2014. Aspects qualitatifs et quantitatifs de l'alimentation de *Clarias buettikoferi* (Siluriformes ; Clariidae) dans la forêt des marais Tanoé-Ehy (Côte d'Ivoire). *Cybium*38(1): 61-68.
15. Koné, GG Teugels (1999). Aquatic Living Resources, - alr-journal.org
16. Kamelan *et al.*, 2013.Peuplement ichthyologique du complexe Brimé-Méné-Nounoua, Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest) *international Journal of Biological and Chemical Sciences* 7(6):2248
17. Lalèyè, P., Chikou, A., Philippart, J.C., Teugels, G., Vandewalle, P. 2004. Étude de la diversité ichthyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybium*, 28(4): 329-339. DOI
18. Laouali A 2015 Note : liste de plan d'eau et poissons des mares naturelles de la région de Zinder.
19. Lévêque, C. et Paugy, D. 2006. Distribution géographique et affinités des poissons d'eau douce africains. Pp : 59-74. *In* : C. Lévêque & D. Paugy (eds) *Les poissons des eaux continentales. Diversité, écologie, utilisation par l'homme*. Editions IRD : Paris.
20. Magrin *et al.* (2015) : Atlas du Lac Tchad
21. Mahamba, B.R., Ndjaki, N.J., Kankonda, B.A., Ulyel, A.P.J., Micha, J.C. (2017b). Caractérisation et écologie des peuplements des Mormyridae dans la réserve de Yoko (Kisangani, RD Congo). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(3): 967-999. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i3.4>.
22. Marcon, E. 2014. Mesure de la biodiversité. Unité mixte de recherche, écologie des forêts de Guyane, 101 p.

23. Moussa O., 2015 : Note : liste de plan d'eau et poisson des mares naturelles du département de Konni.
24. N'Zi, K. G., Gooré, B. G., Kouamélan, E. P., N'Douba, V., Koné, T. et Frans, O. (2003). Diversité biologique des crevettes d'un petit bassin côtier ouest africain de Côte d'Ivoire en relation avec les variables environnementales. *Sciences et Techniques*, 27(1 et 2): 17-27.
25. Paugy D., 1994. Écologie des poissons tropicaux d'un cours d'eau temporaire (Baoulé, haut bassin du Sénégal au Mali): adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire. *Revue Hydrobiologie Tropicale*, 27, 2, 157-172.
26. Paugy, D. ; Lévêque C., 2006. Régime alimentaire et réseaux trophiques. In : les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme (L'évêque C. et Paugy D., eds). IRD, Paris. 191-215.
27. PGIPAP., 2009 ; Répertoire de la faune aquatique de la zone d'intervention du projet de gestion intégrée des plantes aquatiques prolifération. Ministère de l'hydraulique et de l'environnement. Edition 2012. 36p.
28. Seyni S., 2004. Direction de la Faune, de la pêche et de la Pisciculture du Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte Contre la désertification du Niger. Fiche descriptive des zones humides. site Dan Douchi. 9p.
29. Souley.L (2022) : Service Ecosystémique d'une zone humide : Cas du Lac de Madarounfa . Mémoire de Master II en Biodiversité et Gestion de l'Environnement Soudanien et Sahélo-Saharien (BGESSS) UDDM
30. Wu J., Wang J., He Y., Cao W. (2011). Fish assemblage structure in the Chishui River, a protected tributary of the Yangtze River. *Knowledge and Management of aquatic Ecosystems*, 400 (11):1-14.
31. Welcomme RL. 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London. 317 p.
32. Y. Sanogo, D. Traoré, F. Samaké et A. Koné 2012 : Les communautés ichthyologiques de la rivière Baoulé dans le bassin du fleuve Niger au Mali