

European Scientific Journal, *ESJ*

April 2025

European Scientific Institute, ESI

The content is peer reviewed

ESJ Natural/Life/Medical Sciences

April 2025 edition vol. 21, No. 12

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 Lodz, Poland

Robert N. Diotalevi,
Florida Gulf Coast University, USA

Daiva Jureviciene,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Anita Lidaka,
Liepaja University, Latvia

Rania Zayed,
Cairo University, Egypt

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

Lydia Ferrara,
University of Naples, Italy

Byron A Brown,
Botswana Accountancy College, Botswana

Grazia Angeloni,
University "G. d'Annunzio" in Chieti, Italy

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

Cinaria Tarik Albadri,
Trinity College Dublin University, Ireland

Mahammad A. Nurmamedov,
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 Zascierinska,
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 Jayewardenepura, 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,
Charted 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:

Calidad de vida en el trabajo en el personal de enfermería de un hospital público de Querétaro, México.....	1
--	----------

Carolina Tirado Saucedo

Ruth Magdalena Gallegos Torres

Water Safety and Hygienic Practices of Formal and Informal Food Outlets in Malawi.....	15
---	-----------

Shadreck Kachembwe Phiri

Ronald Chibwe

A Systematic Review of Green Recovery Model for Forest and Farm Producer Organizations in Vietnam Post-Natural Disasters.....	33
--	-----------

Hong Hai Pham

Kim Lien Le

Biosynthesis of Silver Nanoparticles using Ajuga iva leaf extract and evaluating their antibacterial activity against E. coli and Streptococcus Bacteria.....	57
--	-----------

Mariam Mohammed Sasi

Rabia Omar Eshkourfu

Rokaya Omar Amara

Samira Omar Hribesh

Response of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Varieties to Critical Period of Crop-Weed Interference in West Coast Region of The Gambia.....73

S.A.F. Jallow

F.J. Manneh

Cellulites cervico-faciales d'origine dentaire au centre de sante de reference de Dioila au Mali.....90

Hassane Fongoro

Amady Coulibaly

Adam Saliou

Adama Traoré

Sissoko Yaya

Ba Boubacar

Rupture utérine : aspects épidémio-cliniques et thérapeutiques dans un hôpital de zone rurale au Togo.....100

Biréga Koutora

Kodjo Massogblé Nagbé Koffi

Déladem Yaovi Guinhouya

Amouki Serge Trésor Anate

Mibirim Agbogawo

Kodjo Tengue

Évaluation de la qualité de vie dans le Syndrome de Gougerot-Sjögren primitif.....112

Moustapha Niasse

Adama Bah

Tagne Vanessa Lienou

Fatou Sow Diouck

Coumba Ndiaye

Saïdou Diallo

Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de surface et des eaux des nappes au niveau de deux zones humides continentales en Mauritanie : Mahmouda et Tamourt Naaj.....121

Bebeitt Mohameda

Brahim Dicka

Eby Bella

Baba Aïnina Moulay Mhamed

Lemhaba Yarba

Abdellahi Mohamed Vall Hmeyada

Ahmed Aliyenne

Mise en évidence d'une Triade Glaciaire néoprotérozoïque dans le secteur de Landiéné-Bandafassi, Bassin de Madina Kouta (Kédougou, Sénégal, Afrique de l'Ouest).....144

Cheikh Ibrahimaa Youm

El Hadjia Sow

Etude socio démographique des maraichers, leurs pratiques culturelles et de fertilisation à Franceville et Moanda, au Sud-Est du Gabon.....166

Yaëlle Christie Massounga

Ranaud Allogo Abessolo

Armel Mouketou

Antoine Mitte Mbeang Beyeme

Henri Nzandi

Ice Okili Okie

Phalonne Manguila Mboukou

Maurice Ognalaga

Norbert Ondo Zue Abaga

Stephane Mombo

Lin Randy Essono Mbengha

Optimisation de la germination de cinq semences d'essences de la forêt en dégradation Haut-Sassandra (Cote d'Ivoire).....190

Dibié Théodore Etien

Edson Lezin Bomisso

Bossombra Laurent Apollinaire Anguiby

Daouda Koné

Colectomie: indications et résultats dans un hôpital de référence du Niger.....205

Zabeirou Aliou

Yahouza Boka Touna

Adama Saidou

Kadi Ide

Leylatou Adamou Zanguina

Y. Hama

Lassey James Didier

Rachid Sani

Calidad de vida en el trabajo en el personal de enfermería de un hospital público de Querétaro, México

Carolina Tirado Saucedo, Licenciada en Enfermería

Ruth Magdalena Gallegos Torres, Doctora en Ciencias de la Salud

Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p1](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p1)

Submitted: 07 March 2025

Accepted: 09 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Saucedo C.T. & Gallegos Torres R.M. (2025). *Calidad de vida en el trabajo en el personal de enfermería de un hospital público de Querétaro, México*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p1>

Resumen

Introducción: Se ha reconocido que el trabajo, es un aspecto relevante en la vida de una persona, que influye en el aspecto personal y viceversa. **Objetivo:** Valorar la calidad de vida laboral del personal de enfermería de un hospital de segundo nivel de la ciudad de Querétaro, México. **Metodología:** Estudio transversal, descriptivo y exploratorio realizado en un hospital público. Se utilizó un muestreo por conveniencia. Se consideraron hombres y mujeres, con una antigüedad mínima de 6 meses. Se aplicó el cuestionario de Calidad de Vida Profesional (CVP) de 35 preguntas. El protocolo fue evaluado por un Sub-Comité de Investigación y se aprobó para su aplicación en la institución hospitalaria. Los datos se procesaron en el programa SPSS v.25 utilizando estadística descriptiva a través de frecuencias y promedios y Chi cuadrada para verificar asociaciones. **Resultados:** Se encuestaron a 68 enfermeros donde 82.4% eran del género femenino, 32.4% tenía entre 28 y 37 años y entre 38 y 47 años de edad. 52.9% tiene estudios de licenciatura. 29.4% tiene más de 15 años de antigüedad en la institución. Tuvieron algo de calidad de vida laboral el 41.2% y bastante, el 58.8%. **Conclusiones:** Es necesario valorar este tipo de variables en el personal de enfermería, de manera tal que se establezcan acciones que orienten y ayuden al personal en el manejo de situaciones estresantes.

Palabras clave: Calidad de vida, trabajo, enfermería

Calidad de vida en el trabajo en el personal de enfermería de un hospital público de Querétaro, México

Carolina Tirado Saucedo, Licenciada en Enfermería
Ruth Magdalena Gallegos Torres, Doctora en Ciencias de la Salud
Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

Abstract

Introduction: It has been recognized that work is a relevant aspect of a person's life, which influences the personal aspect and vice versa. **Objective:** To address the quality of working life of nursing staff in a second-level hospital in Queretaro City, Mexico. **Methodology:** The cross-sectional, descriptive, and exploratory study was carried out in a public hospital. A convenience sample was considered. Men and women were considered, with a minimum seniority of 6 months. The Professional Quality of Life (QOL) questionnaire of 35 questions. The protocol was evaluated by a Research Sub-Committee and approved for implementation in the hospital institution. The data were processed in SPSS v.25 using descriptive statistics through frequencies and averages and Chi-square in order to verify associations. **Results:** Sixty-eight nurses were interviewed, 82.4% were female, 32.4% were aged 28-37 and 38-47. 52.9% had a bachelor's degree. 29.4% had more than 15 years of seniority in the institution. 41.2% had some quality of working life and 58.8% had a fair quality of working life. **Conclusions:** It is necessary to assess this type of variable in nursing staff so that actions can be established to guide and help staff in the management of stressful situations.

Keywords: Quality of Life; Work; Nursing

Introduction

La enfermería, como ciencia arraigada en el ámbito de la salud, ha trazado un largo y significativo recorrido histórico y evolutivo. Sin embargo, su progreso ha estado marcado por el estigma social que ha enfrentado y la marginación a la que se ha visto sometida, tanto por factores sociales como internos de la propia profesión. El crecimiento y desarrollo de la enfermería como disciplina profesional requiere la adquisición de conocimientos y habilidades respaldados por una sólida base científica, obtenida a través de la investigación en situaciones inherentes a la práctica y complementada con la teoría básica que la sustenta (Arratia F., 2005).

Desde tiempos inmemoriales, el cuidado ha sido una tarea primordial, inicialmente delegada a la mujer, quien asumía la vigilancia de niños y ancianos. Durante la Edad Media, las matronas o nodrizas desempeñaban un

papel fundamental en el cuidado de la salud materna e infantil, mientras que en tiempos de epidemias como la peste, las prostitutas ocupaban el rol de cuidadoras de los enfermos. Esta asociación histórica del cuidado con lo femenino ha dejado una huella significativa en la percepción social de la profesión enfermera (Conde Fernández, 2011).

En la actualidad, la enfermería enfrenta desafíos significativos en cuanto a la disponibilidad de personal cualificado. A nivel mundial, existe una escasez de profesionales de enfermería, siendo los países de ingresos bajos y medianos los más afectados. En México, esta escasez se refleja en hospitales de segundo nivel, donde la falta de personal y el ausentismo laboral son problemas recurrentes, exacerbados por condiciones laborales precarias y demandas crecientes (Cassiani et al., 2020).

En este contexto, la calidad de vida laboral del personal de enfermería surge como un aspecto central que requiere atención. La sobrecarga de trabajo, la competencia en el mercado laboral y la falta de reconocimiento social son solo algunas de las presiones a las que se enfrentan los profesionales de enfermería, lo que puede impactar negativamente en la calidad del servicio brindado y en la salud física y emocional del personal (Seguel Palma et al., 2015).

El desarrollo de la administración en las instituciones hospitalarias de tipo público ha implicado una división de tareas para aumentar la eficiencia y reducir costos de la atención, lo que a menudo implica la contratación de mano de obra barata o no acreditada. Sin embargo, esta estrategia ha llevado a dificultades como ausentismo y falta de interés en tareas monótonas, lo que afecta la producción y calidad. Como resultado, se han implementado medidas de supervisión más estrictas, lo que ha contribuido a la deshumanización del trabajo (Granados P., 2011).

En este sentido, la calidad de vida laboral (CVL) es un tema complejo que afecta la productividad y el bienestar del personal. El liderazgo es crucial para mejorar la CVL, ya que los líderes influyen en cómo los empleados perciben su trabajo y, por ende, en su bienestar general (Contreras et al., 2013).

La CVL tiene cinco variables (Jokinen & Heiskanen, 2013): la manera en que la empresa soluciona los problemas laborales, la capacidad de transmitir y potenciar las habilidades de los trabajadores, la forma de supervisar, la apertura que hay en el lugar de trabajo para socializar y los estímulos individuales de los empleados. Esta investigación se centra en las dimensiones de apoyo directivo, la carga de trabajo y la motivación intrínseca, las cuales, se describen a continuación:

- Apoyo directivo: juega un papel fundamental en la percepción del trabajo y el bienestar general de los empleados. Los líderes tienen la capacidad de influir en la calidad de vida laboral al dirigir la institución hacia un futuro deseado y al favorecer el bienestar del personal a través

de su estilo de liderazgo. El liderazgo efectivo puede promover un ambiente de trabajo positivo y una cultura organizacional que valore y apoye a los empleados en su desarrollo profesional y personal (Contreras et al., 2013)

- Carga de trabajo: La carga de trabajo excesiva puede tener un impacto significativo en la calidad del cuidado que los profesionales de la salud brindan a los pacientes, así como en su propio bienestar físico y mental. Los enfermeros y otros profesionales de la salud pueden experimentar síntomas de fatiga, dificultad para concentrarse y agotamiento debido a una carga de trabajo abrumadora, lo que puede afectar tanto la calidad de la atención al paciente como la salud y el bienestar personal (Cruz Robazzi et al., 2010; Del Valle Solórzano, 2021).
- Motivación intrínseca: Se basa en el disfrute de la actividad por sí misma; es un factor crucial para el bienestar laboral y el rendimiento. La motivación intrínseca impulsa a los empleados a sentirse competentes, comprometidos y energizados en su trabajo. Fomentar la motivación intrínseca puede ser fundamental para promover un ambiente laboral positivo y apoyar el crecimiento personal y profesional de los empleados (Aguilar et al., 2016)

Estos factores interactúan entre sí y pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida laboral de los empleados en diversas industrias y contextos organizacionales (Jokinen & Heiskanen, 2013).

Relacionado con lo anterior, (Escobar-Castellanos & Cid-Henríquez, 2018) examinaron la relación entre el personal de enfermería y la calidad de atención en instituciones de salud. Argumentaron que, legalmente, debería ser un deber ético de cada institución contar con un personal de enfermería adecuado para garantizar una atención de calidad y salvaguardar la calidad de vida laboral del equipo. Para respaldar su argumento, realizaron un análisis exhaustivo de la literatura existente sobre el tema, así como entrevistas con profesionales de la salud y administradores hospitalarios. Sus hallazgos resaltaron la importancia crítica de mantener un ratio adecuado de enfermeras/os en el entorno de atención médica para garantizar una atención segura y efectiva para los pacientes, así como para promover un entorno laboral saludable y satisfactorio para el personal de enfermería.

Por otro lado, Murofuse (2005) investigó la percepción pública de la profesión de enfermería y los factores que contribuyen al estrés laboral entre los profesionales de la enfermería. Utilizando una combinación de encuestas y entrevistas cualitativas, exploró la imagen social de la enfermería y cómo esto afecta la calidad de vida laboral del personal. Sus hallazgos revelaron que la profesión de enfermería es ampliamente subestimada y mal comprendida por el público en general, lo que puede contribuir a una falta de

reconocimiento y apoyo en el lugar de trabajo. Además, identificó una serie de factores estresantes en el trabajo de enfermería, incluida la exposición a situaciones emocionalmente intensas y la falta de recursos y apoyo institucional. Estos hallazgos resaltan la importancia de abordar los desafíos específicos que enfrenta el personal para mejorar su calidad de vida laboral y su capacidad para brindar atención de calidad a los pacientes.

La investigación de (Quintana Zavala et al., 2016), se centró en el impacto del tipo de contrato laboral en la calidad de vida laboral del personal de enfermería. Realizó un estudio longitudinal que comparaba la percepción de la calidad de vida laboral entre el personal de enfermería con contratos indefinidos y aquellos con contratos de duración determinada. Utilizando una combinación de cuestionarios y entrevistas estructuradas, recopiló datos sobre diversos aspectos de la calidad de vida laboral, como la satisfacción laboral, el estrés laboral y la percepción de apoyo institucional. Sus hallazgos muestran que el tipo de contrato laboral tenía un impacto significativo en la calidad de vida laboral, con el personal de enfermería con contratos indefinidos, dando niveles más altos de satisfacción laboral y menor estrés laboral en comparación con aquellos con contratos de duración determinada. Estos resultados resaltan la importancia de la estabilidad laboral en la promoción del bienestar del personal de enfermería.

En un estudio realizado en España, se valoró la CVL utilizando el CVP-35. Se abordó a 208 enfermeros(as), trabajadores de un centro de salud. 83% fueron mujeres, sobresaliendo la edad de 30 a 39 años con un 39% y 40 a 49 años con el mismo porcentaje. Se encontró que la percepción de la CVL fue alta, en un 94% de los casos. El apoyo directivo fue un aspecto que no tiene la percepción más favorable (Abouzeid Abouzeid et al., 2020).

En una investigación que consideró a 60 profesionales de enfermería de una institución pública de Argentina, se midió la motivación intrínseca, extrínseca y trascendental, para el trabajo; así mismo se abordó el desempeño laboral por competencias. Encontraron que el 83.6% del personal era mujer, sobresaliendo la edad de 44 a 53 años, la categoría de enfermero general (52.5%). La motivación general fue baja (65.6%) y el desempeño profesional, medio (Bayser, 2022).

En este sentido, la presente investigación se propuso valorar la calidad de vida laboral del personal de enfermería en un hospital de segundo nivel en la ciudad de Querétaro, con la finalidad de proporcionar un panorama actualizado de este fenómeno.

Métodos

Se llevó a cabo un estudio transversal-descriptivo siguiendo las pautas establecidas por Hernández-Sampieri y Mendoza (2024), en el personal de

enfermería de un hospital público de la ciudad de Querétaro, en el estado de Querétaro, México.

La población de estudio comprendió el personal profesional de enfermería de un hospital público de segundo nivel. La población estaba integrada por 280 enfermeros. Se empleó un tipo muestreo no estratificado, con una estrategia por conveniencia debido a la disponibilidad del personal, considerando un tamaño muestral mínimo de 30 participantes, de acuerdo con las recomendaciones de Hernández-Sampieri y Mendoza (2024), para los estudios descriptivos.

Se tomaron en cuenta hombres y mujeres, personal profesional y técnico en enfermería, con una antigüedad laboral de al menos 6 meses. No se encuestó a estudiantes de enfermería y pasantes en servicio social. Se descartaron los cuestionarios incompletos.

Se aplicó el Cuestionario de Calidad de Vida Profesional (CVP-35) desarrollado por Cabezas, traducido al español por Karazek (Abouzeid Abouzeid et al., 2020). Es un cuestionario multidimensional que consta de 35 preguntas con una escala de 1 al 10, distribuidas en las categorías de "nada", "algo", "bastante" y "mucho". La herramienta aborda las dimensiones de apoyo directivo, cargas de trabajo y motivación intrínseca.

Este cuestionario ha sido validado en México, dado que se realizó su aplicación en 151 profesionales de enfermería de un hospital de Guadalajara, Jalisco, que se ubicaban en múltiples servicios (Pozos-Radillo et al., 2021).

El proyecto fue evaluado y aprobado por el Sub-Comité de Investigación y el Comité de Bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro. Una vez obtenidas las aprobaciones necesarias, se solicitó la revisión y evaluación del protocolo de investigación al Comité de Bioética e Investigación de la institución.

Se realizó un estudio piloto con aproximadamente 10 profesionales de enfermería de la misma institución, considerando otros servicios y turno, distintos al de la recolección definitiva de los datos.

Con la aprobación final, se informó a los profesionales de enfermería sobre los objetivos y el tipo de estudio, solicitando su firma en el consentimiento informado, resaltando la confidencialidad de la información proporcionada y que no se solicitó ni un dato de identificación de cada participante. La aplicación del cuestionario se llevó a cabo en un entorno privado para garantizar la individualidad y seguridad de los participantes, con la presencia de la investigadora para resolver dudas y asegurar el adecuado desarrollo del proceso (Asamblea Médica Mundial, 1964; Ley General de Salud, 2024).

Una vez completada la recolección de datos, se procedió al análisis de los datos, los cuales se manejaron en el programa SPSS v.25 utilizando estadística descriptiva con frecuencias, promedios y desviación cuando

correspondiera. Se verificó la asociación de variables mediante la prueba Chi cuadrada.

Resultados

Se aplicaron 68 cuestionarios a enfermeros y enfermeras de la institución. La tabla 1 muestra los datos sociodemográficos.

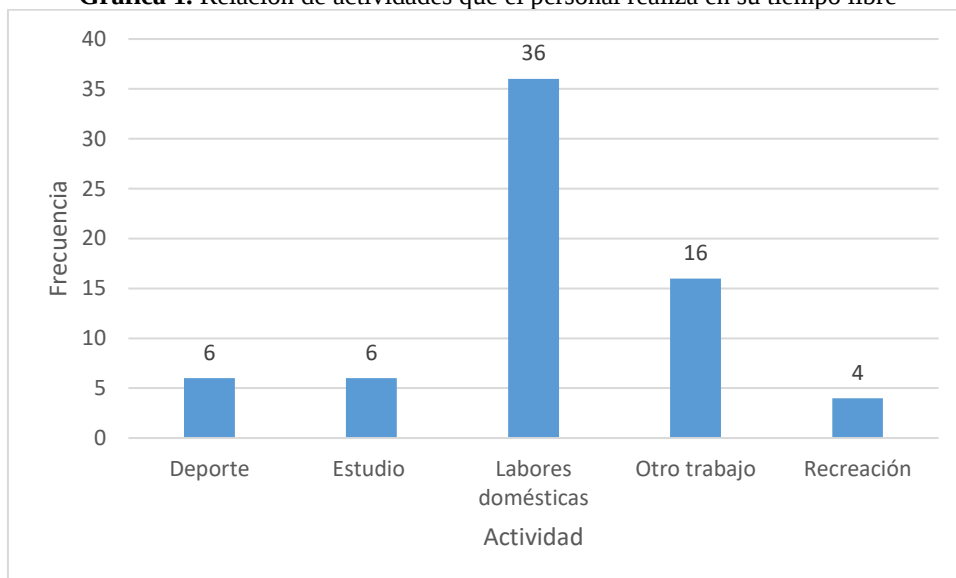
Tabla 1. Datos sociodemográficos de los participantes del estudio

		Frecuencia absoluta	Porcentaje %
Edad	18-27 años	6	8.8
	28-37 años	22	32.4
	38-47 años	22	32.4
	48 o más	18	26.5
Género	Femenino	56	82.4
	Masculino	12	17.6
Estado civil	Casado	32	47.1
	Divorciado	4	5.9
	Soltero	30	44.1
	Unión libre	2	2.9
Nivel de estudios	Licenciatura	36	52.9
	Posgrado	24	35.3
	Técnico	8	11.8
Cargo que ocupa	Administrativo	6	8.8
	Operativo	62	91.2
Antigüedad en el cargo	< 1 año	4	5.9
	1 a 5 años	16	23.5
	10 a 15 años	12	17.6
	5 a 10 años	16	23.5
	Más de 15 años	20	29.4

Fuente: datos recolectados, 2024

Se consideraron aspectos de vivienda de los trabajadores, donde 67.6% indicó que vive en un lugar propio y 21% renta; 73.5 % se dirige a su lugar de trabajo mediante vehículo particular y 23.5 % usa el transporte público. Sobre el uso del tiempo libre, los resultados se muestran en la gráfica 1.

Gráfica 1. Relación de actividades que el personal realiza en su tiempo libre



Fuente: Datos recolectados, 2024

En la tabla 2 se muestran los resultados generales obtenidos de la herramienta de trabajo donde responder 1 o 2 en la escala correspondió a nada, de 3-5 a algo, de 6 a 8 a bastante, y mucho de 9-10.

Tabla 2. Promedio de los valores del Cuestionario de Calidad de Vida Profesional

Ítem	Nada	Algo	Bastante	Mucho
Cantidad de trabajo que tengo.	0	4.9	13.7	22.5
Satisfacción con el tipo de trabajo.	0	3.9	10.8	28
Satisfacción con el sueldo.	2.9	14.7	11.8	7.3
Posibilidad de promoción.	7.3	4.9	14.6	13.2
Reconocimiento de mi esfuerzo.	11.7	8.8	3.9	11.7
Presión que recibo para mantener la calidad de mi trabajo.	11.7	8.8	9.8	10.3
Presión recibida para mantener la calidad de mi trabajo.	10.3	8.8	9.8	11.8
Prisas y agobios por falta de tiempo para hacer mi trabajo.	7.3	8.8	9.8	14.7
Motivación (ganas de esforzarme).	5.8	9.8	7.8	17.6
Apoyo de mis jefes.	10.2	15.6	7.8	4.4
Apoyo de mi familia.	1.45	1.9	13.7	25
Ganas de ser creativo.	5.9	8.3	14.7	13.2
Posibilidad de ser creativo.	7.3	8.8	12.7	10.3
Descontento al acabar la jornada laboral.	17.6	8.8	4.9	11.7
Recibo información de los resultados de mi trabajo.	25	7.8	5.8	4.4
Conflictos con otras personas de mi trabajo.	17.6	13.7	3.9	5.7
Falta de tiempo para mi vida personal.	22.0	8.8	5.9	5.9

Incomodidad física en el trabajo.	23.55	9.8	5.9	2.9
Posibilidad de expresar lo que siento y necesito.	22.0	6.9	10.8	5.8
Carga de responsabilidades.	0	5.9	13.7	20.5
Mi empresa trata de mejorar la calidad de vida en mi puesto.	19.1	12.7	4.9	8.8
Tengo autonomía y libertad de decisión.	1.45	12.7	7.8	17.6
Interrupciones molestas.	19.1	16.6	6.9	2.9
Estrés (esfuerzo emocional).	8.8	9.9	10.8	10.3
Capacitación necesaria para hacer mi trabajo.	13.2	11.7	11.7	1.45
Variedad en mi trabajo.	4.4	9.3	16.7	11.7
Mi trabajo es importante para la vida de otras personas.	0	5.9	4.9	36.7
Es posible que mis respuestas sean escuchadas y aplicadas.	10.3	12.7	6.8	10.3
Lo que tengo que hacer queda claro.	2.95	5.9	5.9	29.4
Me siento orgullos@ de mi trabajo.	0	4.9	3.9	36.7
Mi trabajo tiene consecuencias negativas para mi salud.	11.7	10.8	10.8	5.8
Calidad de vida en mi trabajo.	1.45	16.6	9.8	8.8
Apoyo de los compañeros (sí tienen responsabilidad).	1.45	3.9	9.8	28
Estoy capacitado para hacer mi trabajo.	0	2.9	5.9	36.8
Apoyo de mis compañeros de trabajo.	1.45	4.9	9.8	37.5

Fuente: Datos recolectados, 2024

Con respecto a cada dimensión, los resultados se muestran a continuación y los resultados globales de la calidad de vida laboral se observan en la gráfica 2.

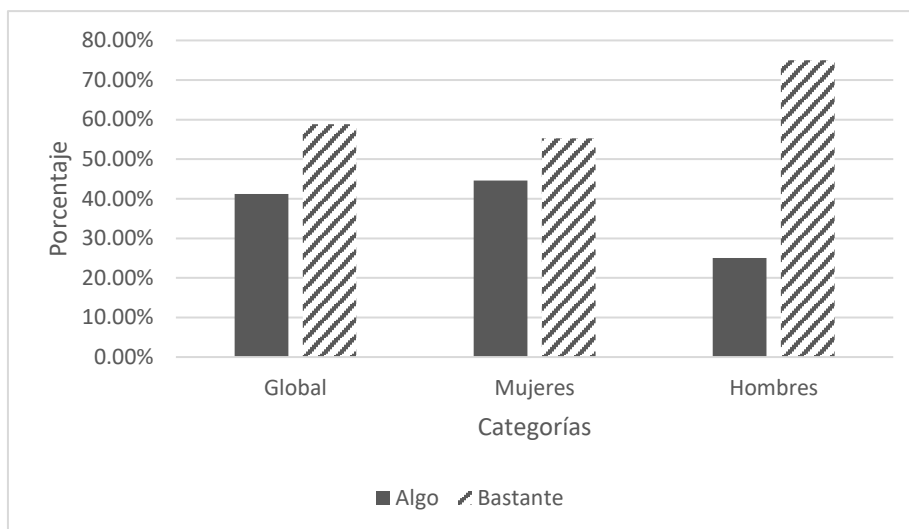
Apoyo directivo 6.08 DE 1.0, I.C. 5.8-6.3

Carga de trabajo 5.48 DE 1.11, I.C. 5.2-5.7

Motivación intrínseca 6.42 DE 1.15, I.C. 6.14-6.7

Percepción de calidad de vida global (pregunta 34) 8.76, DE 1.65

Gráfica 2. Resultados globales y por género, de la calidad de vida laboral de los participantes



Fuente: Cuestionario aplicado, 2024

Se verificó la asociación entre el género y el nivel de calidad de vida laboral obtenido, mediante la prueba de Chi cuadrada, lo que arrojó un valor de 1.57 con una p de 0.21, lo que indica que no hay tal asociación.

De la misma manera, se agruparon las actividades de ocio en quienes sí las tienen y quienes no y se verificó su asociación con la variable de calidad de vida laboral, lo que arrojó una Chi cuadrada de 0.605, con una p de 0.437, mostrando que no hay asociación.

Discusión

Valorar la calidad de vida laboral es un proceso complejo, ya que son tantas las variables que podrían estar involucradas, que se dificulta la medición. Una de estas variables que es diversa en cada institución es la que tiene que ver con el sexo o género del personal, nivel de formación del mismo, antigüedad laboral.

En una investigación que tuvo una muestra de 866 miembros del personal de salud de seis instituciones de salud, públicos, de dos estados de México, encontró que la media de edad fue de 40 años de edad y 67.2% era mujer (Lumbreras-Guzmán et al., 2020). En un estudio realizado en Chile con sólo personal de enfermería, refirió que de los 189 trabajadores encuestados, 26.7% se encontraba en el rango de edad de 20 a 30 años y 58.6% eran mujeres (Salgado-Roa & Leria-Dulčić, 2019). Estos datos difieren de los hallazgos encontrados en esta investigación, ya que el porcentaje de mujeres es mayor y los rangos edad con mayor prevalencia, más amplios.

Con respecto a la antigüedad laboral, en un estudio realizado a 151 enfermeros de Guadalajara, Jalisco, México, se registró un promedio de 18.4 años, $DE \pm 10.42$ en dicho hospital regional (Pozos-Radillo et al., 2021). En otro estudio aplicado a 60 profesionales de una institución pública de Argentina, si bien no se explica la antigüedad en la institución, sí los años que el participante tenía de egresado, donde la mayor prevalencia estuvo de los 0 a 9 años (Bayser, 2022). Estos datos son mayores a lo reportado en el estudio argentino y similares al de Guadalajara, con lo que se reitera que dependiendo de la institución, serán las características del personal.

De los estudios que, al igual que en esta investigación, usan el CVP-35, se encontró que la calidad de vida percibida estaba en el 94%, para el caso de un estudio realizado en 208 trabajadores de una institución de salud pública de España (Abouzeid Abouzeid et al., 2020). En el estudio de Guadalajara, esta percepción fue adecuada en el 65% del personal (Pozos-Radillo et al., 2021). De la misma manera, fue favorable en los participantes de este estudio.

Con respecto a las dimensiones que aborda el instrumento, en la investigación realizada en Chile, se encontró que aquellas que tuvieron una mejor valoración fueron Apoyo Directivo y Carga de Trabajo (Salgado-Roa & Leria-Dulčić, 2019). Esto coincide con los hallazgos de esta investigación sólo para la dimensión de Apoyo Directivo.

Conclusiones

En México, la realización de estudios en el personal de enfermería es algo complejo, debido a que en muchas ocasiones hay la negativa a contestar cuestionarios por la sensación de sentirse evaluadas(os), igualmente, la carga de trabajo dificulta la participación o el hecho de que muchas personas cambian de turno, van a otro trabajo, etc.

En este sentido, se considera que se alcanzó el objetivo de investigación planteado, aunque se reconoce que sería importante aumentar el tamaño de la muestra y posiblemente considerar a otros profesionales de la salud.

Al respecto, se coincide con otros estudios que señalan la importancia de que los directivos de las instituciones verifiquen la CVP del personal y de esta manera puedan “adoptar metodologías y herramientas que mejoren la gestión directiva, con el fin de garantizar la eficiencia y calidad de los servicios de salud” (Lumbreras-Guzmán et al., 2020).

En este sentido, se podrían sugerir actividades que ayuden a que el personal de enfermería tenga una mejor comunicación con los compañeros de trabajo, fortalecer el trabajo en equipo y se adopten medidas para la disminución de prácticas no favorables que retrasen las actividades o existan conflictos entre los turnos, aunado a la excesiva cantidad de pacientes por atender.

Conflicto de intereses: Los autores no declararon ningún conflicto de intereses.

Disponibilidad de datos: Todos los datos están incluidos en el contenido del artículo.

Declaración de financiación: Los autores no obtuvieron financiación para esta investigación.

Declaración para los participantes humanos: Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Enfermería de Universidad Autónoma de Querétaro y cumplió con la Declaración de Helsinki y Código de Nüremberg, se apegó a los puntos planteados en la Ley General de Salud de México.

References:

1. Abouzeid Abouzeid, G. K., López Montesinos, Ma. J., & Martínez Alarcon, L. (2020). Consecuencias de los factores psicosociales en la calidad de vida laboral. *Revista Científica de Enfermería*, 19, 24–39. <https://doi.org/10.14198/recien.2020.19.03>
2. Aguilar, J., González, D., & Aguilar, A. (2016). Un modelo estructural de motivación intrínseca. *Acta de Investigación Psicológica*, 6(3), 2552–2557. <https://doi.org/10.1016/J.AIPRR.2016.11.007>
3. Arratia F., A. (2005). Investigación y documentación historica en enfermería. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 14(4), 567–574. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072005000400014>
4. Asamblea Médica Mundial. (1964). *Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. AMM. <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
5. Bayser, S. E. (2022). Motivación y desempeño laboral en el personal de enfermería de una institución pública de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 2(12), 1–10. <https://doi.org/10.56294/saludcyt202212>
6. Cassiani, S., Munar Jimenez, E., Umpiérrez Ferreira, A., Peduzzi, M., & Leija Hernández, C. (2020). La situación de la enfermería en el mundo y la Región de las Américas en tiempos de la pandemia de COVID-19. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, 2. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.64>
7. Conde Fernández, F. (2011). Parteras, comadres, matronas, evolución de la profesión desde el saber popular al conocimiento científico. In

- Discursos Académicos (Ed.), *Academia de ciencias e ingeniería Lanzarote* (p. 58). moz-extension://712e755f-e6c5-4139-a559-2b6fcd327f00/enhanced-reader.html?openApp&pdf=http%3A%2F%2Fwww.academiadelanzarote.es%2FDiscursos%2FDiscurso%252049.pdf
8. Contreras, F., Espinosa, J. C., Hernández, F., & Acosta, N. (2013). Calidad de vida laboral y liderazgo en trabajadores asistenciales y administrativos en un centro oncológico de Bogotá (Colombia). *Psicología Desde El Caribe*, 30(3), 569–590. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21329176007>
 9. Cruz Robazzi, M. L. do C., Chaves Mauro, M. Y., Ballesteros Dalri, R. de C. de M., Almeida da Silva, L., de Oliveira Secco, I. ara A., & Pedrao, L. J. (2010). Exceso de trabajo y agravios mentales a los trabajadores de la salud. *Revista Cubana de Enfermería*, 26(1), 52–64. <http://scielo.sld.cu/pdf/enf/v26n1/enf09110.pdf>
 10. Del Valle Solórzano, K. S. (2021). La sobrecarga laboral del personal de enfermería que influye en la atención a pacientes. *Revista San Gregorio*, 47, 168–183. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i47.1966>
 11. Escobar-Castellanos, B., & Cid-Henríquez, P. (2018). El cuidado de Enfermería y la ética derivados del avance tecnológico en salud. *Acta Bioethica*, 24(1), 39–46. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2018000100039
 12. Granados P., I. (2011). Calidad de vida laboral: historia, dimensiones y beneficios. *Revista IIPSI*, 14(2), 271–276. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8176385>
 13. Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2024). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativas y mixta* (2a ed.). Mc Graw Hill.
 14. Jokinen, E., & Heiskanen, T. (2013). Is the Measured Good Quality of Working Life Equivalent to Strategically Strong HRM System? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 81, 131–141. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2013.06.401>
 15. Ley General de Salud, 1 (2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGS.pdf>
 16. Lumbreras-Guzmán, M., Hernández-Vicente, I. A., Méndez-Hernández, P., Dosamantes-Carrasco, L. D., Cervantes-Rodríguez, M., García-Elizalde, A., & Cortez-Yacila, H. M. (2020). Influencia de la calidad de vida laboral sobre el desempeño de trabajadores de hospitales publicos de Mexico: Una vision desde la gestion directiva. *Salud Pública de Mexico*, 62(1), 87–95. <https://doi.org/10.21149/10247>

17. Murofuse, N. T., Abranches, S. S., & Napoleão, A. A. (2005). Reflexões sobre estresse e Burnout e a relação com a enfermagem. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 13(2), 255–261. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692005000200019>
18. Pozos-Radillo, B. E., Placencia-Campos, A. R., Preciado-Serrano, M. L., Rayas-Servín, K. G., & Acosta-Fernández, M. (2021). Relación de satisfacción laboral y calidad de vida profesional con la percepción de salud en personal de enfermería. *Nure Investigación*, 18(115), 1–11. <https://enfispo.es/servlet/articulo?codigo=8235261>
19. Quintana Zavala, M. O., Saéz Carrillo, K., Figueroa Ibarra, C., García Puga, J. A., Salazar Ruibal, R. E., Tinajero González, R. M., Padilla Languré, M., & Valle Figueroa, C. (2016). Calidad de vida laboral de enfermeras de un hospital privado. *Biotecnia*, 18, 34–38. <http://biotecnia.ojs.escire.net>
20. Salgado-Roa, J. A., & Leria-Dulčić, F. J. (2019). Burnout, satisfacción y calidad de vida laboral en funcionarios de la salud pública chilenos. *Universidad y Salud*, 22(1), 06–16. <https://doi.org/10.22267/rus.202201.169>
21. Seguel Palma, F., Valenzuela Suazo, S., & Sanhueza Alvarado, O. (2015). El trabajo del profesional de enfermería: revisión de la literatura. *Ciencia y Enfermería*, 21(2), 10. https://scielo.conicyt.cl/pdf/cienf/v21n2/art_02.pdf

Water Safety and Hygienic Practices of Formal and Informal Food Outlets in Malawi

Shadreck Kachembwe Phiri

Medical Laboratory Technologist, Ministry of Health

Ronald Chibwe, PhD

Lecturer, University of Livingstonia

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p15](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p15)

Submitted: 10 October 2024

Accepted: 08 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Phiri S.K. & Chibwe R. (2025). *Water Safety and Hygienic Practices of Formal and Informal Food Outlets in Malawi*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 15.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p15>

Abstract

Access to potable water is one of the most important aspects of ensuring consumer safety in food production. Interventions to improve the quality of drinking water and ensuring hygienic practices provide significant benefits to health. However, the monitoring of water quality and maintaining good hygiene remains a challenge in public food outlets where contamination of water may cause the outbreak of disease. The study aimed at assessing the water safety and hygienic practices of formal and informal food outlets in Malawi Community-based cross-sectional study design was conducted in Nkhhotakota district, Malawi. A stratified random sampling technique was adopted to select 384 participating food outlets to assess water safety and hygiene practices. Data were collected through interviews and observational checklists. The study revealed that 31% (n = 384) of the food outlets had poor hygienic practices and half of the food handlers in the food outlets (50%, n = 376) had no knowledge of water contaminations. Furthermore, it was found that 96.6% of the food outlets (n = 384) use untreated water. Based on the findings, it was concluded that water being used was not safe for drinking due to poor hygiene and lack of knowledge by food handlers. Due to poor hygiene and lack of knowledge by food handlers, the study recommends widening the scope of policies in food outlets to provide special periodic orientation sessions to food handlers on sanitation and hygiene followed by evaluation in

their respective food outlets. Food outlet owners should take responsibility for ensuring that hygienic conditions are followed at their business premises.

Keywords: Water contamination, water quality, water sanitation and Hygiene, Food outlets

Introduction

Water is an important resource for food production, which is often taken lightly in most food preparation and processing operations (Bhagwat, 2019). Water contamination and poor sanitation and hygiene are linked to the transmission of diseases such as cholera, diarrhea, dysentery, hepatitis A, typhoid fever, and poliomyelitis (Majiji et al., 2023). Lack of potable water or inappropriately managed water and sanitation services expose individuals or communities to preventable health risks affecting nearly 800 million people worldwide (WHO/UNICEF, 2020).

Water acts as a recipe for food preparation and has a wide variety of uses in food production such as cleaning and drinking (Filimonau et al., 2020). Though the significance is highly recognized, there is still a lack of water monitoring which has resulted in many individuals and communities being at risk of waterborne diseases (Cassivi et al., 2021). In recent years, there has been significant progress in the accessibility of potable water though nearly 700 million people across the globe are without access to improved water sources, and approximately 892 million people lack access to improved sanitation (WHO/UNICEF, 2021). As the global community celebrates the improvements and partial successes of the SDGs, concerns remain about whether water-access achievements are overstated, or whether the quality of water that is being accessed is within the standards of consumption as stated by WHO and MBS.

The WHO and the MBS regulate drinking water quality in public water systems and set limits for biological, physical, and chemical standards in water (MBS, 2017; WHO, 2022). Sometimes unsafe levels of harmful microorganisms and chemicals contaminate public drinking water (Chidya et al., 2019). These microorganisms and chemicals can get in the water at its source for example, groundwater or water from lakes or rivers or while water is traveling through the distribution system after the water has already been treated or due to poor sanitation at the point of use (Walker et al., 2019). MBS recommends that water should be tested for its quality to ensure that the drinking water is safe and free from contamination (MBS, 2005). Due to a lack of resources and capacity to access water that is verified to be safe for drinking, consumers of food in food outlets in Nkhotakota continue to drink water that is contaminated with microorganisms, hence an increase in diarrheal diseases which are caused by poor water quality (WASAMA, 2020).

The magnitude of water contamination associated with handling and storage patterns is not clear. As of the time of this study, there is limited data with details of levels of contamination associated with the handling and management of water resources in places where food is being sold in Malawi. However, the available reports on water storage practices and associated health problems show that there is a need for interventions for stakeholders (Balaka & Chagoma, 2022; Makwinja et al., 2019). Therefore, this study was conducted to evaluate water safety and hygienic practices of formal and informal food outlets in Malawi.

Theoretical and conceptual framework

This study is being conceptualized by the Integrated Behavioural Model (IBM-WASH model) for water, sanitation, and Hygiene. The model describes social and behavioral aspects that affect the adoption of WASH behaviors such as handwashing with soap, household water Chlorination, use of improved latrines and adoption of technologies in infrastructure-constrained settings (Dreibelbis et al., 2013). The choice of the model was consistent with recent conceptual and practical tools for improving the understanding and evaluation of multidimensional factors that influence WASH practices in food outlets.

The framework predicted contaminant flux and waste management, practices that contributed to contamination of water in a society, community, household and individual. This was used to answer alternative questions about contamination and the health implications of water used in food outlets. The model identifies three dimensions of WASH interventions and behaviors; Contextual, psychosocial and technological factors at all levels. This helps to understand the eminence of water quality issues and health implications which provides evidence for policy makers to make decisions to properly alleviate water issues in food outlets.

Materials and Methods

Description of the study area

The study was conducted in Nkhotakota District, central region of Malawi. Nkhotakota district is located to the west coast of Lake Malawi and borders Nkhata Bay District to the North, Mzimba District to the North West, Kasungu District to the West, Ntchisi District to the South West and Salima District to the South. It shares an international boundary with the Republic of Mozambique to the East. It is positioned at a latitude of 12° 55' 54.07" S and a longitude of 34° 16' 51.79" E.

The district is on the west coast of Lake Malawi. Figure 1 shows a map of Nkhotakota district.

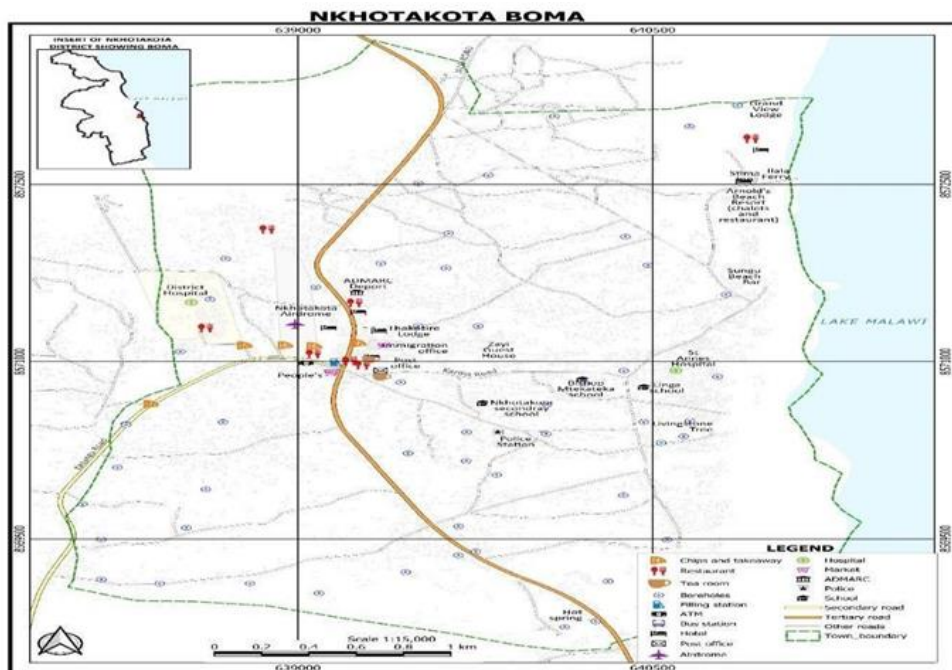


Figure 1: Map of Nkhhotakota

Study design and source of population

A community-based cross-sectional design was used to assess the water safety and hygienic practices of food outlets and associated factors. The study focused on both formal and informal food outlets within the study area. Such outlets include restaurants, chips and takeaways, and tearooms that serve food to the public. Respondents in the questionnaire will be employed at the food outlet and the lead food handler or supervisor will be recruited for interview.

Sample size determination and sampling procedure

The sample size was determined using a single population proportion formula (EPI INFO version 7.2.2.6); with the assumption of 50% proportion (P) of food outlets with poor hygienic condition was considered and there was no similar investigation in the area, acceptable margin of error 0.05 (d), with 95% confidence level (Z ($\alpha/2$) = 1.96) and 10% contingency rate for non-responses.

$$n = \frac{(Z^2) \times P(1-P)}{d^2} = \frac{1.96^2 \times 0.5(1-0.5)}{0.05^2} = 384$$

Therefore, 384 food subjects were taken as the final sample size of this study. The list of all the food outlets was used as a sampling frame and food outlets were stratified by the type of service they give to make the sampling

method more representative. Sample participants were selected using a stratified simple random sampling technique. To collect data, a list of informal and formal food outlets was collected from the Nkhotakota district council.

Data Collection Methods

Data were collected using a structured questionnaire and observational checklist. The checklist was used for establishing baseline indicators for the surroundings, hand washing facilities, water storage, handling practices and sharing of information for planning purposes. Information addressing the public health implications of drinking water supplied and possible interventions to reduce water contamination were obtained through a checklist. The Knowledge, attitude and practice of food handlers were assessed using questionnaires for comparative analysis. The data captured was done as guided by the questionnaire.

Data Management and Statistical Analyses

Data obtained from this study were verified for consistency and completeness during collection, entry and analysis. Data were captured into a computer and analyzed using a Microsoft Excel sheet and SPSS version 21. Binary logistic regression was used to identify the predictor variables associated with the outcome variable. A statistical significance test was assured using odds ratio at a cut-off value of 95% confidence interval (CI) and $p < 0.05$.

Results

Socio-demographic characteristics of the food handlers.

The study assessed 384 food outlets which include 58% restaurants, 22% Chips and takeaway and 20% Tea rooms. Of the total food outlets, 24% were formal and 76% food outlets were informal. Out of the 384 food outlets, 376 food handlers were able to respond to the questionnaire representing 97.9%. Of the total food handlers who participated, 67% were females and 33% were males. The food handlers who were able to read and write from the total participants were 99.3% and the age range was from 23 to 76 with the average age of 32.

Sanitation and Hygiene of Food Outlets

Hygiene of rooms and equipment

Most of the rooms where the water is being stored were dirty (69%, $n = 384$). The rooms were in bad condition which can create good conditions for microbial contamination. Most of the surrounding food outlets were dirty (69%, $n=384$) and staff were observed not cleaning their hands when handling equipment used for cooking and water storage. The hand contact surfaces, for

example, work surfaces were not in good condition (51.7%, $n=384$) and they were not cleaned regularly. Figure 2 shows the hygienic conditions of water storage rooms, the surroundings and contact surfaces

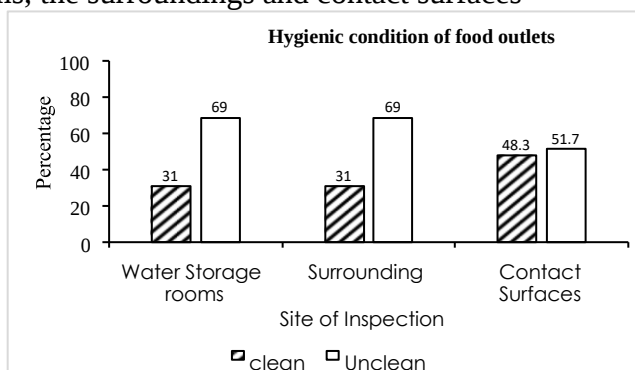


Figure 2: Graph showing the hygienic conditions of food outlets at Nkhotakota in September 2023

Most sites (68.9%, $n=384$) had no chemicals for cleaning the utensils after being used and no proper cleaning methods were followed. The separate cleaning clothes that are used to clean surfaces were not available in most of the food outlets (55.17%, $n=384$), and only one cleaning cloth was used to clean all the surfaces regardless of the infectious level of the surface. Waste management was observed to be a challenge and the waste generated was observed to have no designated place to be disposed of. Figure 3 shows the management of waste in some of the food outlets.



Figure 3: Pictures showing the management of waste in food outlets at Nkhotakota in September 2023

The waste that was generated at the food outlet was categorized as preparation waste, spoilage waste and plate waste. Preparation waste consists of waste generated during the processing of food for example peelings and wastewater. Spoilages are wastes generated after expiry or damage, and plate waste is the waste generated after use, for example, overs. Figure 4 shows the waste disposal mechanism used by food outlets.

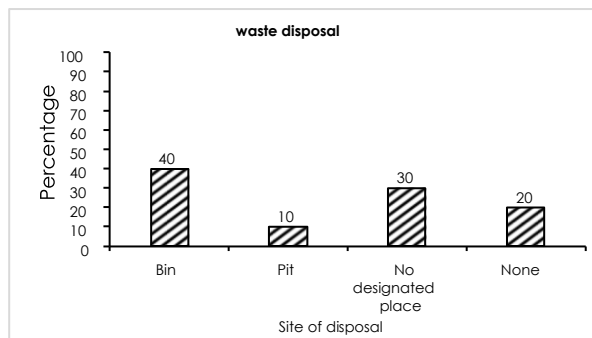


Figure 4. Graph showing waste disposal of food outlets at Nkhotakota in September 2023

Most food outlets used Bin (40%, $n=384$) to dispose of waste generated at the food selling point. Some food outlets have pits (10%, $n=384$) where they dispose of their waste. Some of the food outlets had no designated place (30%, $n=384$) to dispose of their waste and other food outlets had no site of disposal (20%, $n=384$). This means that the waste disposal mechanism that was practiced had the potential to contaminate water.

Water storage

Observation and inspections showed that in many food outlets, management of drinking water storage facilities in terms of sanitation and hygiene was a problem. Water storage facilities in most of the food outlets (58.6%, $n=384$) were uncovered and water was inappropriately stored. The place of water storage was not specific, other materials like cooking oil, the remaining foods and plates with leftovers. These materials have the potential to contaminate water. Most food outlets use closed buckets (43%, $n=384$), closed jars (23%), open jars (20%) and open buckets (13%) to store water.

Despite having the majority using closed buckets and closed jars for storage, the water transferring cups and the buckets were not cleaned regularly creating a potential for microbial contamination. Figure 5 shows how water was stored in food outlets.



Figure 5. Picture showing the water storage in chips and takeaway outlet at Nkhotakota in September 2023

Water and food handling practices

Water management was a problem in most of the food outlets. Most of the food outlets (96.6%, $n=384$) were not treating water before use. Some of the respondents claimed that they use clean water from boreholes based on knowledge that water from boreholes is safe. The drinking water utensils such as cups were used for different people after use, but the cups were not cleaned regularly.

Most of the food outlets (69%, $n=384$) had hand washing facilities and it was placed in the right place. Despite having such, food handlers were not willing to wash their hands each time they wanted to touch food or utensils. The utilization of handwashing facilities was low.

Personal Hygiene

Personal hygiene of food handlers was observed when handling food, during food preparation, in cleaning utensils and in the sanitation facilities used. The observation and inspection of places showed that most of the food handlers (66%, $n=384$) did not wear personal protective clothes during work. The protective clothes include headgear, an apron and boots. Basins and other utensils that were used by the food handlers were found to be dirty (59%, $n=384$) and left unclean for long hours which attracted houseflies.

Knowledge, attitude and practices of food handlers

Knowledge of WASH and Health Implications

Half of the food handlers (50%, $n=376$) had knowledge of water, sanitation and Hygiene. The topics were learnt during health promotion programs which were aimed at reducing the impact of cholera and COVID-19. Figure 6 indicates the knowledge that the food handlers had. Most of the respondents were aware of the importance of personal hygiene (20%, $n=376$).

The respondents showed attributes of knowing the importance of personal hygiene, how to use personal protective equipment to reduce microbial contamination, hand washing protocols, and infection prevention strategies. Some respondents (3.33%, $n=376$) had knowledge of diseases caused by poor water, sanitation and hygiene. Respondents who had such knowledge were able to explain some of the diseases that may come due to contaminated water and poor sanitation. The respondents acknowledged that no one among the food handlers was affected by diseases caused by poor sanitation.

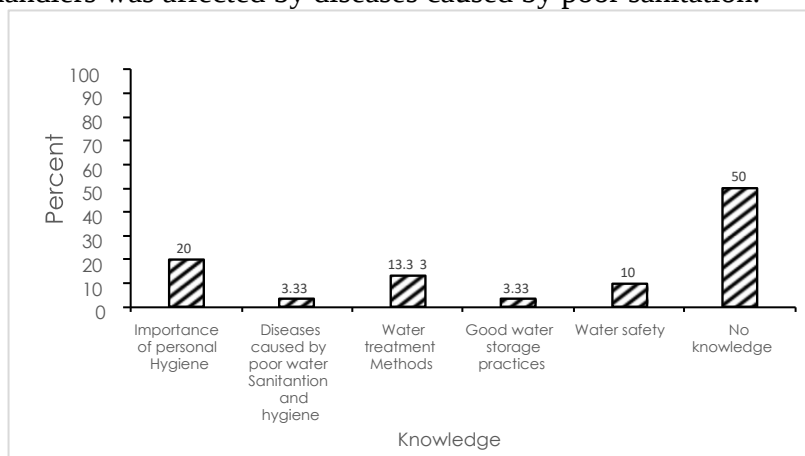


Figure 6. Graph showing knowledge levels of food handlers at Nkhotakota in September 2023

Some food handlers (13.33%, $n=376$) attended orientations on water treatment methods and they were aware of the preparation of chlorine in drinking water and other water treatment methods. Food handlers who had knowledge of water safety (10%, $n=376$) were able to explain water storage and handling practices.

Water quality and hygiene

The attitude and perception of food handlers on the water they use indicated that all the food handlers were satisfied with the water they use from the source to the point of use. Most respondents (97%, $n=376$) had a positive attitude towards the water they use and attributed that the water was suitable for use. A few respondents (3%, $n=376$) responded that the water they used was good but they were not sure if it was suitable for use. The respondents (83%, $n=376$) were confident that the water they used was of good quality by observing from the source. Most of the food outlets used water from boreholes. Some food handlers (10%, $n=376$) responded that the water quality they use was good considering the handling practices of water at the place. Few

respondents (7%, $n=376$) knew about the reports for water quality testing and they attributed to it that water was good considering the report.

Microbiological and Physico-chemical water quality

Water samples were collected in all the 376 sites for microbiological and physico-chemical water analysis. The microbiological parameters tested includes Faecal coliform and Faecal streptococcus. Physico-chemical parameters tested includes the pH, turbidity, conductivity, total dissolved solids, Temperature, sodium and chloride.

The microbiological contamination identified was found in 4 informal sites for faecal coliform which registered 89 – 208 cfu/100mL and faecal streptococcus which counted 210 cfu/100mL. As compared to WHO and MBS standards, the values were far above the recommended standards of 0cfu/100mL. Across the sites, Faecal coliform showed no significant difference ($p<0.05$). The values registered indicate that water supplied from the affected water points was not safe for human consumption during the time of sampling.

The physico-chemical water quality parameters which includes pH, conductivity, Total dissolved solids, temperature, sodium and chloride were found to be within the recommended MS214:2013 standards. Turbidity were found to be within the range comparing with the MS214:2013 in formal food outlets, and out of range in informal food outlets ranging from 2 – 6.40NTU, mean of 2.1 and the standard deviation of 1.30. The variations were present in informal food outlets where the data points were far away from the mean. This signifies that there was a significant contamination of water in informal food outlets. Table 1 shows the summary of water quality parameters tested in formal and informal food outlets.

Table 1: Summary of water quality parameters tested in foodoutlets in Nkhotakota

Variable	Units	Category	Mean	Std Deviation	Minimum	Maximum	MS214:2013
Faecal coliform	cfu/100ml	Formal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	cfu/100ml	Informal	18.75	55.50	0.00	208.00	0.00
Faecal streptococs	cfu/100ml	Formal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	cfu/100ml	Informal	7.50	39.69	0.00	210.00	0.00
pH		Formal	6.80	0.50	5.60	7.40	9.50
		Informal	6.50	0.30	6.00	7.30	9.50
Turbidity	NTU	Formal	1.20	0.70	0.40	2.90	5.00
	NTU	Informal	2.10	1.30	0.20	6.40	5.00
Conductivity	μS/cm	Formal	139.50	47.80	34.00	212.00	1500.00
	μS/cm	Informal	180.90	168.20	27.00	874.00	1500.00
Total dissolved solids	mg/dl	Formal	79.20	29.90	17.00	146.00	1000.00
	mg/dl	Informal	99.80	81.90	37.00	437.00	1000.00
Temperature	°C	Formal	25.70	4.90	11.80	30.60	
	°C	Informal	28.40	2.40	24.00	32.60	
Sodium	mg/L	Formal	63.91	26.18	40.00	145.00	200.00
	mg/L	Informal	52.14	20.42	28.00	98.00	200.00
Chloride	mg/L	Formal	71.36	27.13	28.00	129.40	200.00
	mg/L	Informal	76.36	24.41	43.00	149.70	200.00

Discussion

Sanitation and hygiene of food outlets

The general sanitation and hygiene of the food outlets were poor which had the potential to contaminate water. In this study, it was found that there was poor hygiene and food handling practices were not done according to the specified procedures. The water storage rooms were unclean and there was a mix-up of materials in the water storage rooms. The cooking oil, vegetables, and uncleaned plates were kept in a single room. This is consistent with the study by Nizame et al., (2019) which found limited facilities, poor hygiene and poor food handling practices in restaurants. During the structured observation, the surroundings of the food outlets was dirty and the waste generated had the potential to contaminate water as no proper cleaning of the surroundings were done regularly. Some food handlers admitted that the lack of cleanliness was due to the increase in the number of customers who needed to be served urgently. The study in Tamale, Metropolis found that some food joints do not seek permission before setting up their premises, and some are sited in unhygienic environments posing a danger to the safety of consumers

(Abubakari et al., 2019). This therefore suggests that the authorities in the district council should take part in the allocation of food outlets and facilitate sanitation and hygiene.

Dining area cleanliness is one of the most important sanitary issues that people consider when patronizing food at any food outlet. The dining area gives more freshness to the surroundings and makes clients feel comfortable when eating (Malek et al., 2021). In most of the food outlets, the tables were not cleaned leaving food particles on the tables and floor. The contact surfaces were found to be dirty and the average of food outlets had no designated place to dispose of waste. This is contrary to the study by (Abubakari et al., 2019) which found that the tables were clean and tidy in most of the food joints. The cleanliness could be due to improvements in the hygiene of the area and the value of the knowledge of the food handlers on possible contaminants of food and water.

The overall physical appearance of the food handlers was not neat and most of the food handlers were not in personal protective clothes or uniform which made them look unprofessional. The staffing levels of the food outlets were not enough to cover the sanitary activities at the place. No food outlet had toilets, as such the food handlers and customers used public toilets for the district council. These findings confirm the statement of (Naumann et al., 1999) that restaurants with few food server hygiene factors lead to customer dissatisfaction and higher customer turnover. Few food servers could be one of the leading factors to poor sanitation. The consequences of poor sanitation are severe and may put customers at risk of infections.

Knowledge, attitude and practices of food handlers

Food handlers play a major role in the prevention of microbial contamination during food production and distribution. The handling practices of food handlers may determine the quality of water at the food outlet. The lack of knowledge of food handlers on the microbial contaminations found in this study is a major challenge as many practices were done out of ignorance hence leading to serious waterborne diseases. Nevertheless, it is not only ignorance that causes contamination of water but also lack of practice. The food handlers who had knowledge of the importance of personal hygiene and good water storage practices showed the attributes of knowledge but there was a lack of implementation. Several studies have demonstrated a lack of correlation between the orientation training of WASH and improvements in water quality (Alkandari et al., 2019; Kamboj et al., 2020; Ncube et al., 2020; Wan Nawawi et al., 2022). This confirms that knowledge alone does not lead to changes in water safety. The current study recommends widening the scope of policies in food outlets to provide special periodic orientation sessions to food handlers on sanitation and hygiene followed by evaluation in their

respective food outlets. Further, the food safety training should place more emphasis on the use of techniques that promote behavioral change, and the acquisition of practical skills for the performance of recommended hygiene procedures.

The food handlers' attitudes toward the water they use were positive as the majority observed from the source. The physical observation does not provide evidence that water is clean unless water quality testing is done (Manini et al., 2022). Most food handlers were not washing hands during food preparation and serving arguing that they did not touch anything dirty that would contaminate their hands. In a related study by Abubakari et al., (2019), food servers were observed using their hands to handle money given to them by customers and also using the same bare hands to serve food. These practices have the potential to contaminate water with pathogenic microorganisms. The current study suggests the placement of handwashing facilities in food preparation areas could enhance convenience and improve the handwashing practice. The psychosocial aspect at the individual level was a section of the IBM-WASH model that involves self-efficacy, knowledge, perceived threat and disgust. The model largely explained the perception of food handlers where participants reported that they did not touch anything dirty and the perception that water is clean by just observing the source. Such perceptions are similar to those reported by (Al-kandari et al., 2019; Isoni Auad et al., 2019; and Kwol et al., 2020) which could hinder the handwashing practice.

The Health implications of water

Contaminated water and poor sanitation are linked to the transmission of diseases such as cholera, diarrhoea, dysentery, hepatitis A, typhoid and polio (WHO/UNICEF, 2020). The microbial contaminants caused by poor sanitation signify the presence of disease-causing organisms emanating from faecal matter and may cause disease outbreaks (Machado-Moreira et al., 2019). A long history of illness outbreaks and epidemics has demonstrated a relationship between the presence of fecal bacteria in water and the presence of other illness-causing organisms. These pathogens can be accidentally swallowed with water or eaten in contaminated plates due to poor sanitation of the surroundings. Absent, inadequate, or inappropriately managed water and sanitation services expose individuals to preventable health risks.

The faecal bacteria were associated with diarrhoeal diseases in sub-Saharan Africa including Malawi (Cabral, 2010; WHO, 2019).). In the current study, a few samples (17.2%, $n = 58$) were contaminated with Faecal coliforms and faecal streptococcus exceeding MS 214 standard levels of faecal contamination in drinking water. The WHO standard recommends the absence of faecal coliform in drinking water (WHO, 2022). Among them are some harmful bacteria like *E. coli* which causes diarrhea and dysentery, *Shigella sp.*

which causes shigelosis and salmonella typhi which causes typhoid fever (Overgaard et al., 2021; Some et al., 2021).

The use of improved sources of water supply may not guarantee safe water at the consumption level. Therefore, good sanitation practices and proper handling of water should be done in addition to using improved water sources to overcome the burden of diarrhea diseases. High levels of turbidity may lead to staining of materials and interfere with the effectiveness of treatment methods. Turbidity is also a determinant of the presence of pathogens. Elevated levels of turbidity in the current study may have an implication of carrying pathogens that may affect human health. This is consistent with studies by Mena-Rivera & Quirós-Vega, (2018); Mkwate et al., (2017); Stevenson & Bravo, (2019) which found unsafe levels of turbidity in human health.

Conclusion

Food outlets play an important role in providing readily accessible food to the public. However, the quality of water used and hygiene in the food outlets must be taken into consideration in the prevention of contamination of water. This study evaluated the water quality and assessed the sanitation of food handlers at Nkhotakota. The study revealed that most of the selected food outlets used unsafe drinking water despite claiming that they used safe water. The microbial assessment indicated high levels of microbial contaminations in water used in selected food outlets and the physico-chemical water quality was found to be unsafe with elevated levels of turbidity. The overall results indicated that there was a strong linkage between microbiological water quality and hygiene, hence the food outlets with good hygiene practices had water of good quality than food outlets with poor hygiene. The study further reviewed that most food handlers (50%, n=376) were not aware of microbial contamination and the general sanitation and hygiene of the food outlets were poor. The findings concluded that water used in food outlets in the study area is contaminated and not safe for drinking.

Recommendations

Given the findings, it is hereby recommended that the following action should be taken;

- a) widening the scope of policies in food outlets to provide special periodic orientation sessions to food handlers on sanitation and hygiene followed by evaluation in their respective food outlets
- b) Due to poor sanitation and hygiene, food outlet owners should take responsibility for ensuring that hygienic conditions are followed at their business premises

- c) Due to elevated levels of water quality in this study, it is recommended to conduct frequent monitoring of water used in food outlets

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 research followed the national ethical research guidelines for research involving human subjects. The research was approved by the University of Livingstonia research ethical committee.

References:

1. Abubakari, S., Mohammed, K. A., & Iddrisu, I. N. (2019). Assessing the Impact of Sanitation on Customer Retention: A Survey of Restaurants in the Tamale Metropolis. *Open Access Library Journal*, 06(12), 1–18. <https://doi.org/10.4236/oalib.1105967>
2. Al-kandari, D., Al-abdeen, J., & Sidhu, J. (2019). Food safety knowledge, attitudes and practices of food handlers in restaurants in Kuwait. *Food Control*, 103(September), 193–110. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.03.040>
3. Balaka, Y., & Chagoma, H. J. (2022). Spatial and Temporal Variations in Water Quality Along the Bua River, Malawi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, August 2022. <https://doi.org/10.17216/limnofish.1072208>
4. Bhagwat, V. R. (2019). Safety of water used in food production. In *Food Safety and Human Health*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816333-7.00009-6>
5. Cabral, J. P. S. (2010). Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(10), 3657–3703. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103657>
6. Cassivi, A., Tilley, E., Waygood, E. O. D., & Dorea, C. (2021). Household practices in accessing drinking water and post collection contamination: A seasonal cohort study in Malawi. *Water Research*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116607>
7. Chidya, R. C. G., Singano, L., Chitedze, I., & Mourad, K. A. (2019). Standards compliance and health implications of bottled water in Malawi. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph16060951>

8. Dreibelbis, R., Winch, P., Leontsini, E., Hulland, K. R., Ram, P. K., Unicomb, L., & Luby, S. P. (2013). The Integrated Behavioural Model for Water, Sanitation, and Hygiene: a systematic review of behavioural models and a framework for designing and evaluating behaviour change interventions in infrastructure-restricted settings. *BMC Public Health*, 13(1015), 1–13.
9. Filimonau, V., Matute, J., Kubal-Czerwińska, M., Krzesiwo, K., & Mika, M. (2020). The determinants of consumer engagement in restaurant food waste mitigation in Poland: An exploratory study. *Journal of Cleaner Production*, 247. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119105>
10. Isoni Auad, L., Cortez Ginani, V., Stedefeldt, E., Yoshio Nakano, E., Costa Santos Nunes, A., & Puppini Zandonadi, R. (2019). Food Safety Knowledge, Attitudes, and Practices of Brazilian Food Truck Food Handlers. In *Nutrients* (Vol. 11, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/nu11081784>
11. Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J. D., Gandotra, G., & Anjum, N. (2020). Food safety and hygiene: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 358–368. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8794>
12. Kwol, V. S., Eluwole, K. K., Avci, T., & Lasisi, T. T. (2020). Another look into the Knowledge Attitude Practice (KAP) model for food control: An investigation of the mediating role of food handlers' attitudes. *Food Control*, 110, 107025. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107025>
13. Machado-Moreira, B., Richards, K., Brennan, F., Abram, F., & Burgess, C. M. (2019). Microbial Contamination of Fresh Produce: What, Where, and How? *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(6), 1727–1750. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12487>
14. Majiji, B. A., Babayeemehr, A., Mehrabani, S., & Aghajanpour, F. (2023). Role of the World Health Organization in Management of Gastrointestinal Diseases Caused by Contaminated Water in Children in the Middle East: A Review Article. *Journal of Pediatrics Review*, 1–21.
15. Makwinja, R., Kosamu, I. B. M., & Kaonga, C. C. (2019). Determinants and values of willingness to pay for water quality improvement: Insights from Chia lagoon, Malawi. *Sustainability (Switzerland)*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/su11174690>
16. Malek, A., Rao, G. R., & Thomas, T. (2021). Waste-to-wealth approach in water economy: The case of beneficiation of mercury-

- contaminated water in hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(52), 26677–26692.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.05.133>
17. Manini, E., Baldrihi, E., Ricci, F., Grilli, F., Giovannelli, D., Intoccia, M., Casabianca, S., Capellacci, S., Marinchel, N., Penna, P., Moro, F., Campanelli, A., Cordone, A., Correggia, M., Bastoni, D., Bolognini, L., Marini, M., & Penna, A. (2022). Assessment of SpatioTemporal Variability of Faecal Pollution along Coastal Waters during and after Rainfall Events. *Water (Switzerland)*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/w14030502>
 19. MBS. (2005). Drinking water - Specification. *Drinking Water Specifications, first rev*(MS 214:2005).
 20. MBS. (2017). Catalogue of Malawi standards. *Malawi Bureau of Standards*. www.mbsmw.org
 21. Mena-Rivera, L., & Quirós-Vega, J. (2018). Assessment of drinking water suitability in low income rural areas: a case study in Sixaola, Costa Rica. *Journal of Water and Health*, 16(3), 403–413. <https://doi.org/10.2166/wh.2018.203>
 22. Mkwate, R. C., Chidya, R. C. G., & Wanda, E. M. M. (2017). Assessment of drinking water quality and rural household water treatment in Balaka District, Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth*, 100, 353–362. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2016.10.006>
 23. Naumann, E., Jackson, B. J., & Donald, W. (1999). *One more time: how do you satisfy customers?* 42(3), 71+. <https://link.gale.com/apps/doc/A55083933/AONE?u=anon~bf1cf6c0&sid=googleScholar&xid=c5019a38>
 24. Ncube, F., Kanda, A., Chijokwe, M., Mabaya, G., & Nyamugure, T. (2020). Food safety knowledge, attitudes and practices of restaurant food handlers in a lower-middle-income country. *Food Science and Nutrition*, 8(3), 1677–1687. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1454>
 25. Nizame, F. A., Alam, M. U., Masud, A. A., Shoab, A. K., Opel, A., Islam, K., Luby, S. P., & Unicomb, L. (2019). Hygiene in restaurants and among street food vendors in Bangladesh. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 101(3), 566–575. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0896>
 26. Overgaard, H. J., Dada, N., Lenhart, A., Stenström, T. A. B., & Alexander, N. (2021). Integrated disease management: Arboviral infections and waterborne diarrhoea. *Bulletin of the World Health Organization*, 99(8), 583–592. <https://doi.org/10.2471/BLT.20.269985>
 27. Some, S., Mondal, R., Mitra, D., Jain, D., Verma, D., & Das, S. (2021). Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria

- and their nexus with environment. *Energy Nexus*, 1(July), 100008.
<https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100008>
28. Stevenson, M., & Bravo, C. (2019). Advanced turbidity prediction for operational water supply planning. *Decision Support Systems*, 119, 72–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.02.009>
29. Walker, P. ., Baumgartner, D. ., Gerba, C. ., & Fitzsimmons, K. (2019). Surface Water Pollution.
30. *Environmental and Pollution Science*, 3rd editio(2019), 261–292.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00016-1>
- Wan Nawawi, W. N. F., Ramoo, V., Chong, M. C., & Abdullah, K. L. (2022). A systematic review of the knowledge, attitude, and practices (KAP) of food safety among street food handlers. *International Food Research Journal*, 29(6), 1226–1239.
<https://doi.org/10.47836/ifrj.29.6.01>
31. WASAMA. (2020). Drinking Water Quality Audit Report. *Ministry of Forestry and Natural Resources*.
32. WHO/UNICEF. (2020). *Global Progress Report on WASH in health care facilities*. <https://data.unicef.org/resources/global-progress-report-on-wash-in-health-care-facilitiesfundamentals-first>
33. WHO/UNICEF. (2021). Progress on household drinking water, Sanitation and hygiene. 20002020, five years into the SDGs. In *Joint Water Supply, & Sanitation Monitoring Programme*. <http://apps.who.int/bookorders>.
34. WHO. (2019). Water, Sanitation, Hygiene and Health: A Primer for Health Professionals. *World Health Organisation*, 1–40.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330100/WHOCED-PHE-WSH-19.149-eng.pdf?ua=1>
35. WHO. (2022). Guidelines for drinking water quality. *Resuscitation*, 4(2).

A Systematic Review of Green Recovery Model for Forest and Farm Producer Organizations in Vietnam Post-Natural Disasters

Hong Hai Pham, PhD

Faculty of Business Administration, University of Finance - Marketing,
Phu Nhuan District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Kim Lien Le, MA

Faculty of Basic Sciences, Vietnam Women's Academy,
Dong Da District, Hanoi, Vietnam

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p33](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p33)

Submitted: 03 November 2024

Accepted: 15 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Pham H.H. & Le K.L. (2025). *A Systematic Review of Green Recovery Model for Forest and Farm Producer Organizations in Vietnam Post-Natural Disasters*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 33. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p33>

Abstract

“Green Recovery” is mentioned as a scientific way to revive the economy, solve challenges in health, climate change, biodiversity conservation, and increase the economy's resilience to other crises that may occur in the future. This paper develops a theoretical framework for green recovery specifically tailored to forest and farm producer organizations (FFPOs) in Vietnam, which are often severely affected by natural disasters, with a specific focus on the case of Typhoon Yagi in Vietnam. Drawing on a systematic review of over 40 peer-reviewed academic studies, the research identifies five foundational pillars of an effective green recovery model: (1) sustainable resource management, (2) green policy integration, (3) technological innovation, (4) community engagement, and (5) circular economy development to minimize environmental impacts. Implementing such a model would not only accelerate post-disaster recovery but also facilitate the transition to a low-carbon, more resilient economy. The paper also provides recommendations for public institutions and international organizations to integrate green recovery into long-term development strategies. In particular, it emphasizes the need to invest in green

infrastructure, promote the adoption of sustainable technologies and implement eco-certification programs to enhance the global competitiveness of FFPOs. In conclusion, green recovery is not only a means of mitigating the impact of natural disasters but also a strategic tool for fostering sustainable and inclusive development. Further research is needed to assess the effectiveness of different green recovery strategies within specific socio-economic contexts and to refine policies that support FFPOs.

Keywords: Green recovery, Green recovery model, Forest and farm producer organizations, Resilience, Sustainable Development

Introduction

In the context of increasing climate change in both frequency and intensity, forest and farm producer organizations are facing severe challenges in recovering production and protecting the livelihoods of communities post-natural disaster. The destruction caused by Typhoon Yagi (Typhoon No. 3) serves as a prominent example, recorded as one of the worst storms in Vietnam's history.

Green recovery, in this context, refers to a post-crisis rebuilding approach that integrates environmental sustainability, climate resilience, and inclusive development into economic revitalization efforts. It goes beyond traditional recovery models by embedding long-term ecological and social objectives into short-term recovery policies (World Bank, 2021; UNEP, 2020; Phillips and Heilmann, 2021).

With wind speeds reaching category 17, Yagi devastated 26 provinces in the north and Thanh Hoa, causing heavy rains, flooding, and landslides, leaving 329 people dead or missing, along with significant damage to infrastructure and agriculture. The total economic loss was estimated to exceed 50 trillion VND, slowing projected GDP growth and severely affecting the livelihoods of thousands of households (Government, 2024).

Recovery of production post-disaster presents a significant challenge for forest and farm producer organizations, not only due to property and infrastructure losses but also because these organizations often lack the resources, technology, and techniques required for sustainable recovery. In this context, the traditional recovery model-focused on rebuilding as before-appears inadequate in the face of the challenges posed by climate change.

Therefore, the need for a sustainable recovery model, specifically the "Green Recovery" model, has become urgent. This model aims not only to restore production but also combines sustainable economic development, environmental protection, and enhanced resilience against future disasters. However, to effectively implement this model, a clear and comprehensive theoretical framework needs to be established, incorporating key factors such

as natural resource management, green technology application, and active community participation.

This paper will focus on building a theoretical framework for the green recovery model for forest and farm producer organizations after natural disasters. It will also provide practical recommendations based on both international and domestic experiences, aiming to support forest and farm producer organizations in effectively applying the green recovery model, ensuring resilience, and sustainable development in the future.

2. Research Overview

2.1. Concept of Green Recovery and Green Recovery Model

2.1.1. Concept of Green Recovery

The Green Recovery is the name given to a series of economic recovery measures aligned with achieving long-term climate change and sustainability objectives, to move toward a sustainable and economic model for the planet, which is both more resilient and inclusive.

The study by Strand and Toman (2010) does not explicitly explore the concept of green recovery, but introduces the idea of the green stimulus, a set of policies and interventions aimed at restarting economic activity in the short term while ensuring the protection and improvement of natural resources and environmental quality. What distinguishes the “green stimulus” from general environmental policies is its rapid implementation and its targeted way of responding to economic shocks while generating environmental benefits (ILO, 2010).

The World Bank (2012) defined ‘green’ in terms of sustainable economic growth. A focus on sustainability rather than consumption underpins the definition: “Green refers to a world in which natural resources are conserved and sustainably managed to improve livelihoods over time.” The strategy had three elements, with ‘green’ measures distinguished from ‘clean’ measures, where climate mitigation actions were placed. Climate change adaptation actions were found in a third element (‘resilience’) of the strategy’s vision for a “green, clean, and resilient world for all”.

However, the wide variation in national contexts – as well as the mandates of international organizations – poses a challenge in adopting a unified definition of green recovery. Since the outbreak of the COVID-19 pandemic globally, various definitions have been proposed in the research literature. The World Bank Technical Working Group (2021) has agreed on the following definition to guide the work of the Green Recovery Initiative (GRI):

"A comprehensive and inclusive response to the COVID-19 crisis that integrates climate change considerations into the short-term economic recovery, while promoting a carbon-neutral and climate-resilient economic

transformation, in line with the objectives of the Paris Agreement and the 2030 Agenda for Sustainable Development."

This definition assumes that there is a common understanding of what the proposed economic transformation means in different national contexts. Exploring the appropriate approach for each country will depend on the specific context and institutional environment of that country.

In short, a green recovery is a roadmap to address the impacts of future pandemics, natural disasters and climate risks, and build a more resilient future.

2.1.2. Green Recovery Model

The green recovery model includes policies, measures, and strategies aimed at promoting economic recovery after crises while ensuring environmental protection and sustainable development. Barbier (2020) highlights that an effective strategy, building on the lessons of the 2008 financial crisis, should focus on investments in energy efficiency and on immediately feasible clean energy projects. While these initiatives have contributed to the creation of new jobs and the expansion of renewable energy for several years, their long-term impact on the decarbonization of the global economy has been limited.

Agrawala et al. (2020) argue that an effective green recovery model requires coordination between economic and environmental policies, promoting green industries, and reducing greenhouse gas emissions. For forest and farm organizations, this model may include measures to encourage reforestation and the use of renewable energy.

The International Monetary Fund (IMF, 2020) and the Asian Development Bank (ADB, 2021) emphasize that support a green recovery through policy actions during the pandemic recovery that support climate goals. To this end, four themes for public investment projects: boosting climate-smart infrastructure; developing and adopting climate-smart technologies, supporting adaptation, and avoiding carbon-intensive investments. Green equates to climate actions.

Phillips, J. and Heilmann, F. (2021) in GIZ report proposed green recovery model as "a packages of measures addressing the social, economic and political consequences of the Covid-19 crisis in a way that sets a course for long-term structural reforms and a transformative shift towards sustainability, biodiversity protection, resilience and climate neutrality." Twenty-three examples of green recovery initiatives are documented. A major conclusion of the report is "striving for agenda coherence between climate, biodiversity, disaster risk reduction and sustainable development goals should be the guiding principle for designing and implementing green recovery measures."

In summary, the green recovery model in the context of forest and farm organizations is a comprehensive framework focused on sustainable economic reconstruction, environmental protection, and increasing resilience to natural disasters. This model not only supports immediate post-crisis recovery but also paves the way for long-term sustainable development for organizations and related communities.

2.2. *Lessons from Green Economic Stimulus Measures*

2.2.1. *Lessons from the Great Recession*

According to the OECD (2020), during the global financial crisis of 2008-2009, many countries implemented green stimulus packages to foster sustainable recovery. Key lessons learned from this period include:

- 1) *Integrating green elements into stimulus packages*: Countries like South Korea and New Zealand incorporated green elements into their economic stimulus packages. For example, South Korea's Green New Deal of July 2020 is part of a wide national strategy to create 659,000 jobs and help the country overcome the economic crisis while addressing climate and environmental challenges. South Korea committed approximately USD 61 billion in five years (2020-25) to boost renewable energy capacity to 42.7 GW by 2025 from 12.7 GW in 2019 and expand the green mobility fleet to 1.33 million electric and hydrogen-powered vehicles. The plan also promises refurbishment of public rental housing and schools to make them zero-energy, and transformation of urban areas into smart green cities.
- 2) *Investing in sustainable infrastructure*: Investments in green infrastructure, such as public transportation and sustainable construction, not only created jobs but also improved the quality of life and reduced carbon emissions. The OECD regularly monitors countries' performance and best practices in the infrastructure sector. A notable example is New Zealand, which used its economic stimulus package to develop sustainable infrastructure projects with the aim of mitigating environmental impacts.

In detail, some key figures on the country's infrastructure are:

Public investment in infrastructure: represents 17.3% of total gross fixed capital formation (GCF) in 2020.

Infrastructure quality: score of 75.5/100 in 2019, reflecting the level of development and efficiency of the national infrastructure network.

CO₂ emissions: equivalent to 6.5 tonnes per capita in 2020, an indicator of the level of greenhouse gas emissions per capita.

Energy Transition Index: with a score of 71/100 in 2021, highlighting the country's progress in the transformation towards a more sustainable energy system..

- 3) *Encouraging innovation*: The stimulus packages were also designed to encourage innovation in green technology, thereby promoting the development of sustainable products and services. Investments in research and development of clean energy technologies accelerated the transition to a green economy.

2.2.2. *Lessons from the COVID-19 Crisis*

A study by UNEP (2020) shows how the COVID-19 pandemic has prompted many countries to rethink their environmental policies and regulations. These tools are essential to facilitate the transition to a more resilient and sustainable economy. Measures taken include removing fossil fuel subsidies, applying the polluter pays principle, promoting green jobs and including environmental criteria in economic recovery plans. Noteworthy lessons include:

- 4) *Sustainable recovery*: Many countries are committed to building economic recovery packages that would not harm the environment. Many governments have committed to developing economic recovery plans with low environmental impact.

National and regional examples:

South Korea has invested approximately \$4.84 billion in the green transformation of urban infrastructure by 2022, creating 89,000 new jobs. The funds were used to reduce public facilities to zero emissions and implement innovative IT systems to reduce air pollution, support the production of low-emission vehicles and improve air quality.

In the European Union, the Green Deal has been placed at the heart of the economic recovery strategy. The plan includes initiatives to make the agricultural sector more sustainable, finance renewable energy and provide incentives for the deployment of electric vehicles and related infrastructure.

- 2) *Supporting green businesses*: Governments have launched support programs to promote sustainable businesses and support employment in low-carbon sectors.

Concrete examples:

In Latin America, paid work programs promote employment in the recycling sector and provide opportunities for Venezuelan migrants.

Some countries in the region, such as Brazil, have created recycling cooperatives that provide jobs to disadvantaged groups.

In Pakistan, a \$47 million stimulus package has employed unemployed workers in the “10 Billion Trees Tsunami” project, which aims to reforest rural areas and restore natural ecosystems.

- 3) *Raising public awareness*: The health crisis has heightened attention to the importance of public health and environmental protection.

Information campaigns have been launched to promote environmentally friendly practices and encourage public participation in sustainable reconstruction efforts.

2.2.3. *Model Green Recovery Programs*

The “green” stimulus plans adopted by Germany and Canada are significant examples of effective sustainable growth strategies.

Germany approved a EUR 130 billion stimulus package to help the economic recovery and to secure and promote employment by strengthening broad consumption and incentivizing investments in green and digital technologies. The EUR 50 billion Future Investment Package aims to intensify research and development in climate protection and future technologies. With this, the government intends to give these sectors a significant boost and provide a combined economic and employment stimulus. Building back after the COVID-19 crisis shall put Germany on a trajectory towards a low-carbon and climate-friendly economy and society (European Commission, 2020; Walton & Jonker, 2020).

Canada also made a notable contribution. From the beginning of the pandemic in early March to the end of 2020, the federal government committed CAD 14.7 billion to programs that support clean energy. This was followed by an additional CAD 14.9 billion for public transit in February 2021. According to the EPT, the federal government’s five largest energy-related commitments are in areas that will help advance the climate agenda. While the EPT covers only energy-related announcements, the climate plan also includes promising initiatives on nature and conservation, agriculture, adaptation, and more. In addition, the government made a historic and commendable announcement to raise the carbon price to CAD 170 per tonne by 2030, which was well-received internationally (Corkal et al., 2021).

Experiences with green incentives and economic stimulus programs during both the Great Recession of 2008 and the COVID-19 crisis show that integrating sustainability elements into economic stimulus programs not only promotes economic growth but also contributes to environmental protection and lays the foundation for more balanced development in the long term. These findings provide a solid theoretical basis for building a green recovery model applicable to forestry and agricultural enterprises affected by natural disasters and underline the importance of investing in renewable energy, sustainable infrastructure and human capacity development.

2.3. *International experiences on green recovery*

2.3.1. *Experience from GIZ, 2020 (Phillips et al., 2020; Phillips, J., & Heilmann, F., 2021)*

GIZ (German Agency for International Cooperation) supports the German government and its partner countries in coping with the immediate as well as the long-term consequences of the COVID-19 crisis. The aim of the support is to make economic and social recovery climate and environmentally friendly and to strengthen the resilience of people, organizations, companies and ecosystems to the consequences of future crises. GIZ's experience highlights that green recovery must be based on community participation and stakeholder engagement. The most important findings of the study are:

Community engagement: Recovery strategies must be guided by the principles of a green economy, which include well-being, equity, resource efficiency, respect for planetary boundaries and good governance. It is essential that local communities actively participate in the planning and implementation of recovery initiatives and ensure that no one is left behind. A just transition must respect human rights, protect the most vulnerable in society and create new green job opportunities. Reconstruction plans should integrate different visions and values, including the perspectives of women, youth and indigenous peoples. Some countries such as Amsterdam, Bhutan, Costa Rica, Iceland, New Zealand and Scotland have already started to implement these principles. The most effective initiatives are often those in which local organizations are strongly involved and can thus actively contribute to decision-making and resource management.

Building sustainable supply chains: Creating green value chains not only provides income opportunities for communities involved in the reconstruction process, but also increases the well-being of farmers and reduces pressure on natural resources.

Training and skills development: Strengthening the capacities of local organizations and communities through training and technology transfer programs is essential for the effective implementation of green recovery measures.

2.3.2. *Experience from UNEP (2020)*

UNEP (United Nations Environment Programme) has played a key role in developing models for green recovery, with a focus on restoring ecosystems and building community resilience. Key aspects highlighted by UNEP include:

- ***Restoration and protection of ecosystems:*** The loss of natural habitats is closely linked to the emergence of zoonotic diseases such as COVID-19 and is exacerbated by anthropogenic factors such as

overexploitation of wildlife, unsustainable use of natural resources and climate change.

At the economic level, the degradation of ecosystem services generates losses estimated at at least \$479 billion per year.

To ensure effective recovery, it is critical to preserve biodiversity and avoid incentives that accelerate its degradation. Recovery plans should include balanced risk assessments and consider natural capital aspects such as ecosystem quality, air and water purity and impacts on biodiversity.

Nature-based solutions (NbS) represent an innovative and sustainable approach to economic recovery. These actions aim to protect, sustainably manage and restore ecosystems while responding to societal challenges and promoting human well-being. They are effective and cost-efficient strategies that strengthen environmental, social and economic resilience.

- *Transitioning to sustainable development models:* It is essential to abandon unsustainable development models and adopt strategies that are more compatible with environmental protection, such as the circular economy and the development of renewable energies.

The concept of circularity is based on the regeneration, reuse and recovery of resources and promotes more efficient management of materials throughout their life cycle.

The introduction of processes that extend the life of products (such as remanufacturing, repair and refurbishment) could reduce the consumption of new resources and, in some sectors, reduce industrial waste by up to 99%. At the same time, greenhouse gas emissions would fall by 79 to 99%. These strategies can be an important lever for the post-COVID-19 recovery.

- *Integrating science and policy:* A key aspect of effective green recovery is the alignment between scientific research, public policy and business practice.

One possible long-term strategy is to introduce rules based on green public procurement, whereby administrations encourage the purchase of goods and services with a low environmental impact, thus supporting eco-innovation and the market for sustainable products.

This approach is particularly relevant in the context of the post-pandemic recovery, as governments account for a significant share of the demand for goods and services.

Legislators could also introduce measures to strengthen extended producer responsibility and ensure that companies are involved in the disposal of products at the end of their life cycle, thus encouraging more sustainable design.

In addition, tax incentives and financial incentives for clean technology research and development could encourage industry to adopt innovative methods to extend the useful life of products.

2.3.3. Experience from Phillips & Heilmann

Research by Phillips & Heilmann (2021) highlights that green recovery must integrate social, economic and environmental factors in a balanced way to ensure long-term positive impacts. The findings include:

The first finding is social impact assessments by analysing the social impact of reconstruction programmes to ensure that all population groups, especially the most vulnerable, can benefit from these programmes. This assessment will help you identify priority areas that need to be addressed for broader recovery.

The next one is developing supportive policies for forestry and agricultural organisations, providing financial incentives and encouraging investment in sustainable practices to support long-term growth.

The final one is strengthening resilience to enable communities to recover and thrive. To do this, organizations must improve their access to information, resources and finance so that they can better address environmental and economic challenges.

Through the analysis of research experiences from GIZ, UNEP and Phillips & Heilmann, we can draw lessons for organizations on building a green recovery model for agricultural and forestry organizations. That is, this model should be based on four pillars: community participation, ecosystem protection and restoration, combining science and politics, and social impact analysis. These elements not only support economic recovery but also lay the foundation for more sustainable development, enhanced climate change adaptation and protection of natural resources from environmental risks and natural disasters.

2.4. Integrating the role of Forest and Farm Producer Organizations in sustainable development and economic recovery

Forest and Farm Producer Organizations (FFPOs) are fundamental pillars to promote sustainable development and support economic recovery, especially in communities most vulnerable to the impacts of climate change. Mainly composed of smallholder households, cooperatives and production groups operating in forests and rural areas, the FFPO plays a key role in addressing the consequences of natural disasters, building local resilience through sustainable resource management strategies, inclusive economic development and innovation in production.

- 1) *Resource Management and Sustainable Development*: FFPOs play an important role in resource management and sustainable development with the following characteristics: Being the most autonomous economic community organization; mobilizing and maximizing collective strength in resource management and sustainable development; connecting the majority of people from villages,

hamlets, rural areas, and mountainous areas. According to the World Bank (2021), these organizations not only strengthen the operational capacity of their members, but also actively contribute to the protection of biodiversity and the maintenance of natural ecosystems. In the post-disaster period, the FFPO ensures that environmental restoration activities are carried out according to sustainable criteria, avoiding the degradation of resources and promoting ecological regeneration.

- 2) *Job Creation and Livelihood Recovery*: In an increasingly complex and diverse world, promoting social progress and equity is not only an important goal but also the core of sustainable development. At the intersection of economic benefits and social responsibility, FFPOs have emerged as a business model capable of promoting both economic and social development and social equity. Although not the sector that generates the most profits and economic growth, FFPOs play an important role and position in solving employment, ensuring the lives of members and workers, creating social stability, and contributing to the growth and development of each country. Research by Barbier (2020) shows that these organizations promote the adoption of sustainable production models, such as agriculture and forestry, that help reduce pressure on ecosystems, while providing new economic opportunities for local communities. The full integration of APPFs into post-disaster recovery processes combines environmental sustainability with the economic empowerment of populations most at risk of climate risk.
- 3) *Promoting Circular Economy*: The value chain is of great significance to production and business organizations and vice versa, production and business organizations are also the "breath" of the value chain of many diverse industries in the agricultural and non-agricultural sectors. FFPOs play an important role in building sustainable value chains. To develop sustainable product value chains, FFPOs need to innovate their thinking, ensure integrity in production and business, improve competitiveness, increase value through sustainable business management practices, promote diversity and inclusion in business according to the green economic model, circular economy. According to FAO (2020), these organizations promote waste reduction and resource reuse, and develop production processes with low environmental impacts. A specific example is the optimization of the use of wood for the production of organic handicrafts and agricultural products, reducing the withdrawal of new resources and increasing waste to create added value.
- 4) *Capacity Building and Community Cooperation*: One of the pillars of economic and social resilience is the development of local capacities.

The FFPO provides technical training and operational support, improving risk management and responding effectively to environmental and economic shocks in the community. According to GIZ (2020), investing in the skills of FFPOs' members means building community resilience to climate change, promoting more sustainable production models and risk mitigation strategies (Phillips et al., 2020; Phillips, J., & Heilmann, F., 2021).

- 5) *Market and Financial Access*: Access to credit and markets is one of the most important challenges for forest and farming communities. FFPO facilitates connections between local manufacturers and national and international markets, creates collective brands and fosters partnerships with financial institutions. According to Hepburn et al. (2020), these sustainable business models strengthen the production chain and increase the competitiveness of forest and agricultural products, thereby improving the economic stability of the community.
- 6) *Equality and Social Inclusion*: FFPOs play an important role in ensuring social equity and inclusion, providing economic opportunities for women, youth, and ethnic minority groups. According to the World Bank (2021), these organizations promote the active participation of vulnerable groups in decision-making processes, foster local empowerment, and build more equitable governance in rural communities.
- 7) *Partnerships in Green Recovery Policies*: The FFPO is a strategic player in promoting green recovery policies, collaborating with governments, international organizations, and NGOs to protect ecosystems and value renewable energy. Their participation helps develop inclusive and sustainable legal frameworks, ensuring that disaster recovery focuses on the conservation of natural resources and long-term economic sustainability.

In a nutshell, FFPOs are an essential part of the green recovery model, from resource management to job creation, from the circular economy to supporting the most vulnerable communities. Their integration into post-disaster economic recovery programs not only strengthens the resilience of local communities, but also facilitates long-term sustainable development, balancing economic growth, environmental protection, and social well-being.

3. Research Methodology

In this paper, the author will apply a secondary research method to explore the theoretical framework of the green recovery model, focusing on the analysis and synthesis of relevant academic literature. Key concepts such

as "green recovery" and the "green recovery model" will be clarified by reviewing existing research publications.

The paper will begin by establishing a theoretical foundation related to green recovery. The author will systematize and analyze recent academic literature on this subject, drawing practical applications from the concepts. To achieve this goal, a systematic literature review will be conducted following the methodology outlined by Jesson et al. (2011). The entire research process is divided into three main phases:

Phase 1: The author will search for publications from peer-reviewed, high-ranking academic journals in the fields of green recovery and related initiatives. The primary database used will be Scopus, along with supplementary sources such as Web of Science, Elsevier, Emerald, and Science Direct. The main search terms will include "green recovery" and "green recovery initiative." The author will apply exclusion criteria to ensure the relevance and quality of the literature, including i) removing duplicate studies; ii) excluding studies with only abstracts; iii) eliminating studies that do not provide full-text access; iv) selecting only documents in English or Vietnamese; and v) excluding studies that do not focus on green recovery. After applying these criteria, a total of 40 peer-reviewed articles were selected through a rigorous screening process, balancing data saturation and analytical feasibility. This number marked the point where no significant new insights emerged. The review focused on studies published between 2010 and 2024 to ensure temporal relevance and thematic depth. Analytical categories were developed using a hybrid inductive-deductive approach. In cases of conflicting findings, a discrepancy resolution strategy was employed, including triangulation and contextual analysis. This methodological rigor enhances the reliability of the proposed green recovery framework.

Phase 2: The author will conduct a preliminary review of the selected literature by reading the titles, abstracts, and keywords. The goal of this phase is to clearly identify studies that directly reference the concepts of "green recovery" and the "green recovery model." This preliminary review will screen for the most valuable documents, from which suitable studies will be selected for more in-depth analysis.

Phase 3: The selected documents will be analyzed in detail and categorized according to relevant theoretical arguments. The author will evaluate the articles and dissertations based on factors such as the author, year of publication, field of research, country, application of the green recovery concept, research objectives, methods, key findings, limitations, and recommendations. From this information, analytical categories will be identified to conduct further analysis on the prospects and development potential of the green recovery model, based on the limitations of previous research.

This secondary literature approach not only provides a comprehensive view of the development of the green recovery model but also helps identify factors influencing its implementation and real-world application. In doing so, the paper will contribute to clarifying the theoretical framework for the green recovery model, while also laying the groundwork for future research in this field.

4. Results and Discussion

The concept of green recovery is based on the integration of economic recovery measures with long-term climate and sustainability goals, outlining a more balanced, resilient and inclusive socio-economic model. Through an in-depth analysis of the main publications on the subject, five fundamental pillars of this model are identified: sustainable management of natural resources, the strategic role of FFPOs, global green recovery strategies, resilience and sustainable development, and technological innovation.

4.1. *Natural resource management*

Sustainable management of natural resources is the foundational pillar of a green recovery strategy. It is an inevitable requirement and also a measure of national governance capacity. "Environmental and natural resource sustainability can only be achieved in the context of equitable, effective and transparent national governance in accordance with the rule of law"[1]. It is the foundation of a green recovery. Studies such as those by UNEP (2020) and OECD (2020) emphasize the need for governance that not only promotes economic growth but also ensures the protection of ecosystems and the regeneration of resources such as land, water, minerals, animals and plants. An effective approach is not only to optimize resource use but also to reduce pollution, restore biodiversity and maintain ecological balance. FFPOs play an important role in this context, as they not only manage forests sustainably but also contribute to the development of non-timber forest products, creating cost-effective alternatives for rural communities. Effective resource management of FFPOs enables them to ensure sustainable development, especially in times of crisis, by providing nature-based solutions to adapt to climate change.

4.2. *Global green recovery policy*

The second element is global green recovery policies. Timo Maas and Paul Lucas (2021) found that although the global green recovery narrative has been widely endorsed by governments and international organisations around the world, this has yet to be matched with concrete policy efforts. Low-income countries largely rely on reorientation of development budgets and stimulus by international financial institutions. Effectively leveraging such

reorientation is helped by a better understanding of the global green recovery narrative. Global policy, first of all, implies the need for strengthening global cooperation to achieve long-term environmental objectives. In addition, countries should acknowledge the coherence between various priority areas of green recovery and, early on, consider potential trade-offs and synergies between their primary recovery priorities and other sustainable development objectives. Furthermore, clear strategies need to be developed to address equity and inclusiveness in global recovery efforts, taking into account unevenly distributed impacts of the COVID-19 pandemic as well as distributive impacts of recovery policies. Finally, the combination of the magnitude of recovery investments and the urgency with which they need to be made, makes monitoring and accountability of investment decisions all the more pressing.

4.3. *Participation and role of forest and farm producer organizations*

FFPOs are key players in meeting the world's growing demand for food and forest products, improving the lives of rural communities, and achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). According to studies by UNEP (2020) and Phillips et al. (2021), supporting national and international policies can strengthen FFPOs' resource management capacities, improve market access, and promote sustainable production standards. An important example is the introduction of eco-labels such as Participatory Guarantee Systems (PGS) which make it possible to recognize acquisitions for the sustainability of their products and improve their competitiveness in the global market.

4.4. *Resilience and sustainable development*

Economic and environmental resilience is a crucial factor in ensuring long-term sustainability. It must be understood not only as the ability to withstand shocks, but also as the ability to adapt and accelerate the transition to more sustainable development models.

According to GIZ (2020), the direct involvement of FFPOs in economic recovery processes enables communities to rebuild the local production fabric while protecting natural resources. This approach reduces vulnerability to climate change and economic crises, thus strengthening the responsiveness of local communities.

4.5. *Technological innovation*

The adoption of innovative technologies is a key element in the success of the green recovery. International organisations such as the International Monetary Fund (IMF) and the OECD emphasise that innovation

can accelerate sustainable change, improve production efficiency and reduce environmental impact.

FFPOs can benefit from integrating digital technologies into the management of forest and agricultural resources, optimizing production and reducing emissions. In addition, models based on the circular economy and the expansion of renewable energies are important tools to ensure more sustainable and resilient development.

Green recovery is not just a temporary strategy for economic recovery, but a long-term vision to build a sustainable and resilient socio-economic model. FFPOs play a crucial role in protecting natural resources and rural economic development, while national and international policies must create the necessary conditions for their full participation in sustainable value chains. The effective implementation of this model requires close synergy between public policies, technological innovation and the participation of local communities. Only through a systemic approach will it be possible to ensure inclusive economic growth, environmental protection and long-term resilience.

4.6. *Implications for Vietnam*

In Vietnam, programs such as the Forest Protection and Development Fund or the Climate-Smart Agriculture (CSA) Initiative have provided a basis for building the green recovery model. The implementation of a green recovery model for FFPOs addresses the task groups in Resolution No. 143/NQ-CP dated September 17, 2024, on key tasks and solutions to urgently remedy the consequences of Typhoon No. 3 (Yagi). Specifically:

1) Task group on supporting the restoration of livelihood and social activities to stabilize people's lives

The green recovery model focuses on restoring the environment affected by natural disasters, which directly impacts people's lives. Forest restoration and land management improvements will help stabilize social and livelihood activities by providing sustainable resources and improving living conditions. By developing sustainable livelihood opportunities, such as eco-tourism and organic farming, this model helps residents achieve stable incomes, contributing to the stabilization of their lives.

2) Task group on supporting production facilities, households, cooperatives, and enterprises to quickly restore supply chains, labor, production, and economic growth

The green recovery model can provide technical and financial support to production facilities and businesses in restoring and improving supply and production chains. The application of sustainable farming methods and effective resource management will help forest and farm organizations recover quickly and improve productivity. Green recovery initiatives can also promote

investment in green technologies and production methods, thereby boosting economic growth and sustainable development.

3) *Task group on preparing for future natural disasters, storms, floods, and landslides*

A key part of the green recovery model is improving the resilience of ecosystems and communities to natural disasters. Measures such as forest restoration, land protection, and building preventive mechanisms will strengthen the ability to respond to future natural disasters. This model also includes developing response and risk management plans to minimize the impact of natural disaster events and improve preparedness for emergency situations.

Conclusion and Recommendations

Building a green recovery model for FFPOs in Vietnam needs to build on five fundamental structural elements such as sustainable resource management, green recovery policies, technological innovation, community participation and circular economy development (Figure 1). This approach not only contributes to the recovery of the economy after a crisis, but also ensures environmental protection and the definition of a long-term strategy for the sustainable development of rural communities. To ensure the success of this model, the support of the government, international organizations and local communities is essential.



Figure 1. Proposed green recovery model for FFPOs in Vietnam

Sustainable resource management not only ensures the optimization of resources but also brings significant benefits to FFPOs, from increased efficiency, productivity, cost optimization, and building a strong brand to improving their resilience to climate shocks and natural disasters. The efficient use of natural resources, the use of green technology and the conservation of biodiversity are important factors for sustainable development and long-term sustainability. In particular, the optimization of forestry and agricultural resources not only minimizes waste but also maintains the balance of natural ecosystems. Integrating management models based on environmental sustainability allows FFPOs to conserve natural capital while enhancing economic opportunities for rural communities.

Developing a circular economic model is a strategic solution for FFPO. The circular economic model in agricultural and forestry production is a closed-cycle production process, in which most waste and by-products are returned as input materials for other production processes through the application of biotechnology, physical and chemical technology, scientific and technical advances, and very flexible applications in the production and business organization process. The use of agricultural and forestry by-products creates added value and reduces resource waste. A specific example is the reuse of production residues to produce organic fertilizers or bioenergy, a practice that not only improves economic efficiency but also helps reduce environmental impacts and optimize resource use. These strategies are essential for the transition to a regenerative production model that can combine economic development and environmental protection.

Another important element of the Green Recovery model is the introduction of sustainability standards and increased competitiveness in international markets. The introduction of green certifications, such as the Participatory Guarantee System (PGS), brings practical benefits to many stakeholders: (1) For the distribution and retail system, PGS supports the connection of this system with FFPOs of safe and high-quality products. As an actor of the PGS system, the distribution and retail system is directly involved in monitoring and sharing information on product quality. Retailers gain access to reliable sources of quality products, thereby building trust with customers and increasing sales; (2) For consumers, PGS provides the opportunity to use products produced according to standards that ensure reliable quality. PGS helps build consumer trust through a direct connection between buyers and sellers. Consumers have the opportunity to broaden their understanding of the production process when they participate in the system, directly visit and learn about the products at the production site; (3) For local authorities, PGS promises to be a reliable, low-cost but effective system to be applied in the field of food safety management nationwide. PGS helps to rebuild people's trust in safe food and improve consumer health. PGS

contributes to changing the behavior of producers towards meeting market needs, raising awareness of social responsibility, community connection, and environmentally friendly production. Environmental certification is not only an effective marketing tool but also demonstrates a specific commitment to sustainability and environmental protection. International recognition of these standards strengthens FFPO's position in the global value chain and promotes a just and sustainable transition.

Next, a crucial element for the success of the green recovery model is to strengthen the links between the FFPOs and local communities is. The cooperation networks between FFPOs, local businesses and civil society organisations enables the exchange of resources and knowledge in order to promote an integrated approach to rural development. The active participation of communities in resource management and the implementation of green recovery strategies ensures greater social cohesion and promotes a more inclusive and participatory development model.

Finally, a clear and targeted support policy from the government makes a good condition to the effective implementation of the green recovery model. The support policy should include key measures such as financial incentives to encourage FFPO's investments in the green transition; improved infrastructure to facilitate the adoption of innovative and sustainable solutions; specialized training programs in resource management, green technologies and circular economy; easier access to clean technologies, promotion of digital tools and innovation for the sustainable management of natural resources. The adoption of targeted public policies not only facilitates the implementation of the green recovery model but also enables the creation of a sustainability-friendly ecosystem in which FFPOs can thrive and contribute to national economic growth.

To sum up, investing in research and development to refine green recovery strategies and test the model in vulnerable areas is crucial to address the challenges of climate change and natural disasters. The development of national expansion plans will build on the success of this approach and facilitate access to international markets and the financing of sustainable development. The proposed solutions will actively contribute to Vietnam's economic, social and environmental sustainability. Green recovery is not just an economic recovery strategy, but a structural change that secures the long-term prosperity of rural communities and consolidates a sustainable and resilient future.

This paper, based solely on secondary data from a systematic literature review, lacks empirical validation, limiting insights into real-world implementation challenges. Language constraints may also have excluded relevant non-English or grey literature. Future research should focus on empirical case studies, participatory pilot projects, and comparative analyses

across socio-ecological contexts to assess the model's applicability and explore trade-offs between recovery speed, equity, and sustainability. These efforts will strengthen both the theoretical robustness and practical relevance of the proposed framework.

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

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

Funding Statement: This research is funded by the University of Finance - Marketing, Ho Chi Minh City, Vietnam.

References:

1. ADB (2021). "Implementing a Green Recovery in Southeast Asia." ISBN 978-92-9262-746-1 (print). <http://dx.doi.org/10.22617/BRF210099-2>.
2. Agrawala, S., D. Dussaux and N. Monti (2020). "What policies for greening the crisis response and economic recovery?: Lessons learned from past green stimulus measures and implications for the COVID-19 crisis", *OECD Environment Working Papers*, No. 164, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c50f186f-en>.
3. ASEAN. (2020). ASEAN Comprehensive Recovery Framework . <https://asean.org/book/asean-comprehensive-recovery-framework/>
4. Ashraf N and Van Seters J. (2021). Towards a global green recovery: The cases of Denmark, the EU, Germany, the Netherlands and the UK. European Centre for Development Policy Management (ECDPM). Available from: www.ecdpm.org/dp295.
5. Barbier, E. (2020). Building a Greener Recovery: Lessons from the Great Recession. Geneva: UNEP.164. Paris: OECD.
6. CAT Petersburg Dialogue Briefing (2020). Analysis: Green economic stimulus packages can bend the post COVID-19 emissions curve. Available from: <https://climateactiontracker.org/press/analysis-green-economic-stimulus-packages-canbend-the-post-covid-19-emissions-curve/>.
7. CBI. (2020). Priorities for a green recovery following the coronavirus pandemic <https://www.cbi.org.uk/articles/green-recovery-prioritiesfollowing-coronavirus/>;
8. Climate Support Facility CSF. (2022). Green Recovery M&E Technical Note.climatesupportfacility@worldbank.org.
9. Corkal, V., Beedell, E., & Gass, P. (2021). *Investing for Tomorrow, Today: How Canada's Budget 2021 can enable critical climate action and a green recovery*. International Institute for Sustainable

- Development. <https://www.iisd.org/publications/canada-budget-2021-climate-action-green-recovery>.
10. CSIS and CIF. (2021). A Just Green Recovery from COVID-19. Just Transition Initiative. https://www.cif.org/sites/cif_enc/files/knowledge-documents/justgreenrecovery_covid19.pdf.
 11. Edward B. Barbier. (2010). Toward a Global Green Recovery: The G20 and the Asia Pacific Region,” *The Asia Pacific Journal* 8, no. 28 (July 12, 2010), <https://apjjf.org/-Edward-B.-Barbier/3383/article.html>.
 12. E3G (2020). Recovering Better: A Green, Equitable And Resilient Recovery From Coronavirus. Available from: https://www.e3g.org/wpcontent/uploads/27_04_20_E3G_Recover-better-briefing-note-.pdf.
 13. European Commission. (2020). *EU-China cooperation on green recovery and green stimulus: An overview of green recovery measures in the EU & their implications for EU-China relations*. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2021-06/eu_chn_paper_green_recovery_20201019_en.pdf.
 14. EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020). Financing a Sustainable European Economy. Technical Report. Taxonomy: Final Report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance. Brussels: European Commission.
 15. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2020). *Circular economy: Waste-to-resource*. <https://www.fao.org/land-water/overview/onehealth/circular/en/>
 16. FAO. (2024). *The State of the World's Forests 2024 – Forest-sector innovations towards a more sustainable future*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1211en>.
 17. Government of Vietnam (2024). Resolution No. 143/NQ-CP dated September 17, 2024 on key tasks and solutions to urgently overcome the consequences of Typhoon No. 3 (Yagi). <https://xaydungchinhsach.chinhphu.vn/>.
 18. Gusheva, E. and de Gooyert, V. (2021). Can We Have Our Cake and Eat It? A Review of the Debate on Green Recovery from the COVID-19 Crisis. *Sustainability*, 13(2) p. 874. <https://doi.org/10.3390/su13020874>.
 19. Hepburn, C., O’Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., and Zenghelis, D. (2020). Will COVID-19 Fiscal Recovery Packages Accelerate or Retard Progress on Climate Change? *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 36, Number S1, pp.S359-381.

20. ILO (2010), "Green stimulus measures", EC-IILS Joing Discussion Paper Series No. 15.
21. IMF (2020). Greening the Recovery. IMF Fiscal Affairs Department. Washington DC: International Monetary Fund. <https://www.imf.org/~media/Files/Publications/covid19-special-notes/en-special-serieson-covid-19-greening-the-recovery.ashx?la=en>.
22. Jesson, J.; Matheson, L.; Lacey, F.M. (2011). Doing Your Literature Review: Traditional and Systematic Techniques. Sage: Thousand Oaks, CA, USA, 2011.
23. Krebel et al. (2020). Building a Green Stimulus for Covid-19 <https://neweconomics.org/uploads/files/green-stimulus-covid.pdf>.
24. Lahcen, B., Brusselaers, J., Vrancken, K. *et al.* (2020). Green Recovery Policies for the COVID-19 Crisis: Modelling the Impact on the Economy and Greenhouse Gas Emissions. *Environ Resource Econ* 76, 731–750. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00454-9>.
25. Lamy, P. (2020). A Green Recovery Stimulus for a post-COVID-19 Europe p. 17. <https://www.europejacquesdelors.eu/publications/greener-after>.
26. Mölter, H., Lehne, J., Wehnert, T., Klingen, J., (2022). Summary Report of the Green Recovery Tracker: Tracking the contribution of national covid-19 recovery efforts towards a climate neutral EU. E3G & Wuppertal Institute, Berlin. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7935/file/7935_Green_Recovery_Tracker.pdf.
27. O’Callaghan, B., Murdock, E and Yau, N. (2021a). Global Recovery Observatory. Draft Methodology Document.” Draft of 1st February 2021. Oxford: Oxford University Economic Recovery Project, Smith School of Enterprise and the Environment. <https://recovery.smithschool.ox.ac.uk/global-recovery-observatory-draft-methodology-document/>.
28. O’Callaghan, B., Kingsmill, N., Waites, F., Aylward-Mills, D., Bird, J., Roe, P., Beyer, J., Bondy, M., Aron, J., and Murdock, E (2021b). Roadmap to Green Recovery. Oxford University Economic Recovery Project.
29. O’Callaghan, B. and Murdock, E. (2021c). Are We Building Back Better: Evidence from 2020 and pathways to inclusive green recovery spending. United Nations Environment Program. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35281/AWB_BB.pdf.
30. O’Callaghan, B., Bird, J., & Murdock, E., (2021d). A Prosperous Green Recovery for South Africa. Oxford University Economic

- Recovery Project, SSEE and Vivid Economics, https://recovery.smithschool.ox.ac.uk/wpcontent/uploads/2021/03/20200301_OXFORD-VIVID--A-Prosperous-GreenRecovery-for-South-Africa_vf_EN.pdf.
31. OECD. (2020a), Making the green recovery work for jobs, income and growth. *OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19)*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a505f3e7-en>.
 32. OECD. (2020b). Making the green recovery work for jobs, income and growth. Available at: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/making-the-green-recovery-workfor-jobs-income-and-growth-a505f3e7/>.
 33. OECD (2021). The OECD Green Recovery Database: Examining the environmental implications of COVID-19 recovery policies. *OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19)*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/47ae0f0d-en>.
 34. Phillips, J., Heilmann, F., Reitzenstein, A. and Palmer, R. (2020). Green Recovery for Practitioners. Setting the Course towards a Sustainable, Inclusive and Resilient Transformation.” Bonn and Eschborn: GIZ. <https://www.international-climate-initiative.com/PUBLICATION706-1>.
 35. Phillips, J. and Heilmann, F. (2021). Green Recovery for Practitioners. Examples from around the World for Building Forward Better.” Bonn and Eschborn: GIZ. <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2021/06/2021-06-Examples-from-around-the-World-for-Building-Forward-Better.pdf>.
 36. Rina Saeed Khan. (2020). As a ‘Green Stimulus’ Pakistan Sets Idled to Work Planting Trees,” Reuters, April 28, 2020. <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-pakistan-trees-fea/as-a-green-stimulus-pakistan-sets-virus-idled-to-work-planting-trees-idUSKCN22A369>.
 37. Sauven, J., Newsom, R. & Parr, D. (2020) A Green Recovery: How we get there <https://www.greenpeace.org.uk/resources/green-recoverymanifesto/>.
 38. Strand, J. and Toman, M. (2010). Green Stimulus, Economic Recovery and Long-Term Sustainable Development. Policy Research Working Paper 5163. <https://www.researchgate.net/publication/46444052>.
 39. Timo Maas and Paul Lucas (2021). Global green recovery: From global narrative to international policy. PBL Publishers. https://www.researchgate.net/publication/350514142_Global_Green_Recovery_From_global_narrative_to_international_policy.

40. UN. Environmental Law Commission of the International Union for the Conservation of Nature (2013). Compliance and Enforcement (INECE). Washington DC: United Nations Publications, p.2.
41. UNEP (2020). Green Approaches to COVID-19 Recovery: Policy Note for Parliamentarians.” Nairobi: UNEP. <https://www.unep.org/resources/report/green-approaches-covid-19-recovery-policy-note-parliamentarians>.
42. UNEP (2023). Emissions Gap Report 2023. Nairobi: UNEP. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report>.
43. Walton, N., & Jonker, H. (2020, July 2). *Germany's COVID-19 stimulus prioritizes low-carbon investments*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/germanys-covid-19-stimulus-prioritizes-low-carbon-investments>.
44. World Bank (2012). *Toward a green, clean, and resilient world for all : a World Bank Group environment strategy 2012 - 2022 (English)*. Washington, D.C. : World BankGroup. <http://documents.worldbank.org/curated/en/314021468323995788/Toward-a-green-clean-and-resilient-world-for-all-a-World-Bank-Group-environment-strategy-2012-2022>
45. World Bank (2021a): “From COVID-19 Crisis Recovery to Resilient Recovery. Saving Lives and Livelihoods while Supporting Green, Resilient and Inclusive Development (GRID). Development Committee. April 2021.” Washington D.C.: The World Bank. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/9385bfef1c330ed6ed972dd9e70d0fb7-0200022021/original/DC2021-0004-Green-Resilient-final.pdf>.
46. World Bank (2021b). Building Back Better" in Practice: A Science-Policy Framework for a Green Economic Recovery after COVID-19 (English). *Policy Research working paper*, no. WPS 9528, COVID-19 (Coronavirus) Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/622001611844084014/Building-Back-Better-in-Practice-A-Science-Policy-Framework-for-a-Green-Economic-Recovery-after-COVID-19>.

Biosynthesis of Silver Nanoparticles using *Ajuga iva* leaf extract and evaluating their antibacterial activity against *E. coli* and *Streptococcus* Bacteria

Mariam Mohammed Sasi

Rabia Omar Eshkourfu

Department of Chemistry, Faculty of Science,
Al-Mergib University Al-Khoums, Libya

Rokaya Omar Amara

Libyan Biotechnology Research Center, Tripoli, Libya

Samira Omar Hribesh

Department of Chemistry, Faculty of Science,
Al-Mergib University Al-Khoums, Libya

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p57](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p57)

Submitted: 02 January 2025

Accepted: 14 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Sasi M.M., Eshkourfu R.O., Amara R.O. & Hribesh S.O. (2025). *Biosynthesis of Silver Nanoparticles using Ajuga iva leaf extract and evaluating their antibacterial activity against E. coli and Streptococcus Bacteria*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 57.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p57>

Abstract

Silver nanoparticle synthesis from plant extracts has been widely used in medicine. Potential applications of silver nanoparticles include wound dressings, prosthetic and surgical instrument coatings, drug delivery, and an antimicrobial agent. The present study prepared and tested an aqueous extract of *Ajuga iva* leaves for its phytochemical components. The results of the phytochemical analysis of *Ajuga iva* leaf extract revealed the presence of alkaloids, carbohydrates, proteins, flavonoids, phenols, saponins, and coumarins. Silver nanoparticles were synthesized using the *Ajuga iva* leaf extract in a 1 mM solution of silver nitrate. The synthesized silver nanoparticles were characterized with UV-Vis spectroscopy, X-ray diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and Fourier Transform Infra-Red (FTIR) spectrum. SEM analysis revealed the size of the AgNPs of 36 nm, 55 nm, 70 nm, 100 nm, and 300 nm. The EDX study showed that the optical absorption peak was detected

at 3 keV, the characteristic peak for the absorbed metallic silver nanoparticles. FTIR analysis identified the possible functional group involved in the reduction of silver metal ions into silver nanoparticles. In addition, the antibacterial activity of synthesized silver nanoparticles was also examined and the results showed good antibacterial activities against *E. coli* and *Streptococcus* bacteria.

Keywords: *Ajuga iva* Leaf, Silver Nanoparticles, Antibacterial Activity, *E. coli*

Introduction

Nanoparticles (NPs) and nanotechnology have garnered significant attention from the scientific community globally, emerging as a rapidly developing and intriguing area of research, with NPs being the fundamental component in the fabrication of nanostructures, typically defined as materials with at least one dimension less than 100 nm, ranging in size from 1 to 100 nm (Cushing *et al.*, 2004, Khan *et al.*, 2017). NPs exhibit unique physical and chemical properties due to their high surface area and nanoscale size. These characteristics make them suitable candidates for various applications, including biomedicine, cosmetics, healthcare, food, drug-gene delivery, environmental science, mechanics, optics, chemical industries, electronics, space industries, and energy science (Xu *et al.*, 2006). NPs can generally be divided into two categories: organic nanoparticles, which consist of carbon nanoparticles (fullerenes), and inorganic nanoparticles, which include semiconductor nanoparticles (such as TiO₂ and ZnO₂), magnetic nanoparticles, and noble metal nanoparticles (like Au and Ag). There is increasing interest in inorganic nanoparticles, particularly noble metal nanoparticles, due to their superior material properties and versatility (Gurunathan *et al.*, 2014, Gurunathan *et al.*, 2015). Silver nanoparticles (AgNPs) have attracted considerable attention from researchers because of their significant properties, including good conductivity, chemical stability, catalytic activity, surface-enhanced Raman scattering, and antimicrobial activity (Chen *et al.*, 2005, Li *et al.*, 2006). They are considered safer than their chemically synthesized counterparts (Khatoon *et al.*, 2018). Additionally, silver nanoparticles are used in various fields, including food, healthcare, medical applications, consumer products, and industrial uses, due to their remarkable physical, chemical, and biological properties. (Mukherjee *et al.*, 2001). The production of silver nanoparticles of varying sizes through a variety of biological systems, including bacteria, fungi, and plant extracts, has been reported (Gurunathan *et al.*, 2009). Plants can accumulate various heavy metals in their different parts. In addition, the green synthesis of nanoparticles using plant extracts seems to be a highly efficient method for developing

technology that is quick, safe, non-toxic, and environmentally friendly (Akhtar *et al.*, 2013). The green synthesis of silver nanoparticles using phytochemicals as bioreductants is gaining significant momentum (Rai & Yadav, 2013; Dubey *et al.*, 2009). Phytochemicals in plant extracts, such as terpenoids, flavonoids, phenols, and alkaloids, are believed to be responsible for the reduction and stability of nanoparticles. However, little is still known about the behavior of AgNPs in the environment (Sehna *et al.*, 2019). This study focused on the potential for synthesizing silver nanoparticles using *Ajuga iva* (L) extract. *Ajuga iva* is a member of the Lamiaceae family and is locally known in Libya as Chendghoura; it also has the colloquial name Toutoulba (Miara *et al.*, 2013). *Ajuga iva* is widely distributed across the temperate regions of Asia, North America, Europe, and Africa (Boran *et al.*, 2015). This plant possesses various biological activities, including antidiabetic and anti-inflammatory properties, and is commonly used in traditional medicine to treat a variety of diseases (Medjeldi *et al.*, 2018). Moreover, *Ajuga* has been used to treat joint pain, gout, and jaundice (Naghibi *et al.*, 2005). Moreover, a decoction was made from the aerial parts of *Ajuga iva* (leaves and flowers), which have been used to treat many diseases, such as kidney and digestive disorders, diabetes, hypertension, and painful menstruation (Benkhniue *et al.*, 2014). *Ajuga iva* extracts have demonstrated significant antibacterial, anticancer, antioxidant, and antidiabetic activities (Bouyahya *et al.*, 2020). Furthermore, a wide range of chemical constituents, including ajugarine, neoclerodane diterpenoids, anthocyanins, essential oils, flavonoids, tannins, terpenoids, steroids, fatty acids, and phenolic acids, have been identified in *Ajuga iva* extracts (Medjeldi *et al.*, 2018). Thus, all the primary and secondary metabolites found in the leaves and fruits of *Ajuga iva* account for the majority of its pharmacological and biological activities (Diafat *et al.*, 2016). There have been numerous reports on the synthesis of silver nanoparticles from *Ajuga* species, such as *Ajuga parviflora* (Mehdi *et al.*, 2020), *Ajuga macrosperma* (Parveen *et al.*, 2022), and *Ajuga bracteosa* (Andleeb *et al.*, 2022). However, so far, there has been one report on the green synthesis of silver nanoparticles using *Ajuga iva* leaf extract, which studied their toxicity and photocatalytic activities (Al Moudani *et al.*, 2023). Therefore, the present study aims to investigate the synthesis of silver nanoparticles of *Ajuga iva* leaf extract and to examine their antibacterial activity.

Materials and Methods

Material

Silver nitrate was purchased from BDH Chemicals Ltd, and double-distilled deionized water was used.

Ajuga iva plant was collected from the Lamamra area, Al-Khums, Libya. The leaves of the plant were cleaned and washed well with distilled

water to remove any remaining dust. Then they were left to dry under shade for about 8-10 days. After that, they were put in an oven at 40°C for 3 hours, and then they were ground into fine powder by the grinder.

Preparation of leaf extract

To prepare the leaf extract solution, 5 g of fine powder was taken into a 250 ml conical flask and mixed with 100 ml of distilled water, followed by boiling at 100 °C for 10 minutes. After that, the leaf extract was filtered using filter paper (Whatman no. 1), and the solution was collected in a separate conical flask.

Photochemical screening

A preliminary phytochemical analysis was performed on the aqueous extract of *Ajuga iva* leaves to evaluate the naturally occurring chemical compounds in this plant, following the standard methods outlined by Harborne (Harborne, 1987).

Test for Alkaloids

A few drops of Wagner's reagent were added to 2-3 ml of plant leaf extract. The formation of a brown-reddish precipitate indicated the presence of alkaloids

Test for Carbohydrates

2 drops of alcoholic α -naphthol were added to 2 ml of leaf extract followed by the addition of a few drops of concentrated H_2SO_4 , resulting in a purplish-red ring indicating the presence of carbohydrate.

Test for Flavonoids

A few drops of H_2SO_4 were added to 2 ml of leaf extract, the orange color indicated the presence of flavonoids in the leaf extract.

Test for Proteins

1ml of leaf extract was mixed with a few drops of concentrated HNO_3 and the result confirmed the presence of proteins by changing the colour to yellow.

Test of Phenols

2 drops of 5% of $FeCl_3$ solution were added to 1 ml of leaf extract, changing the colour into blue or black showed phenols contents in the leaf extract.

Test of Tannins

1 ml of leaf extract mixed with 2 ml of 10 % NaOH showed a positive result and tannins's existence.

Test for Saponins

3 ml of distilled water was mixed with 3 ml of plant extract and shaken vigorously for 15 mins layer of 1 cm of foam was formed, indicating the presence of saponins in the plant extract.

Test for Coumarins

2 mL of 10% NaOH was added to the plant extract sample, and a yellow color was observed, confirming the presence of coumarins.

Synthesis of silver nanoparticles

A 1 mM AgNO₃ solution was prepared and stored in an amber colour bottle. 50 ml of this solution was taken in a flask containing a magnetic bead, and then it was put on a magnetic stirrer. After that, 5 mL of leaf extract was added dropwise to the AgNO₃ solution with a little heat at 50-60 °C. A change of colour from yellow to dark brown indicated the formation of silver nanoparticles. Next, the conical flask was incubated at room temperature for 48 hours followed by centrifuged at 6,000 rpm for 15 minutes.

Characterization techniques

Ultraviolet-visible spectroscopy (UV-Vis) was carried out using a HACH LANGE DR-3900. The size, morphology, and composition of the silver nanoparticles were measured using scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray (EDX) analysis with a JEOL instrument, and X-ray diffraction (XRD) analysis using a Bruker D8 Discover. Functional groups of the silver nanoparticles were analyzed using an FT-IR (Perkin Elmer FT-IR Spectrometer Frontier)

Anti microbial activity

The antibacterial activity of silver nanoparticles against two types of bacteria, *Escherichia coli* (negative gram) and *Streptococcus* (positive gram), was studied. The disk diffusion method was used to examine the antibacterial activity of silver nanoparticles. Strained bacteria were spread on the Petri dishes. After that, the disks soaked in distilled water as a control, Ag NO₃ solution, and silver nanoparticles (100 µg/ml) were separately put on Petri dishes and were incubated at 37 °C. The zone inhibition of each disk was determined by a ruler after 24 hrs.

Results and Discussion

Phytochemical screening of *Ajuga iva* leaf extract

Phytochemical screening of *Ajuga iva* leaf extract was carried out using color-changing and precipitating chemical reagents for examining plant constituent's extract. The results of the testing extract possessed constituents such as alkaloids, carbohydrates, proteins, flavonoids, phenols, saponins, and coumarins, as shown in **Table 1**. This result was comparable with previous reports (Kuria *et al.*, 2002). In addition, it was found that phytochemical constituents might be attributed to its various antimicrobial activities (Pramila *et al.*, 2012). Furthermore, it is noteworthy that phytochemical components could be responsible for reducing silver ion solution to metallic silver to synthesize silver nanoparticles (Mogomotsi *et al.*, 2019).

Table 1. Phytochemical constituents of *Ajuga iva* leaf extract

Chemical Groups	Observations
Alkaloids	+
Carbohydrate	+
Proteins	+++
Flavonoids	++
Phenols	+
Tannins	—
Saponins	+++
Coumarins	+++

Synthesis of silver nanoparticles

The synthesis of silver nanoparticles using *Ajuga iva* leaf extract was performed according to the Linga Rao procedure (Rao & Savithamma, 2011). The formed silver nanoparticles were indicated by a color change from yellowish to dark brown after the addition of *Ajuga iva* leaf extract to the silver nitrate solution, as shown in **Figure 1**. The color change is due to the reduction of ionic silver into metallic silver (Yousaf *et al.*, 2020).

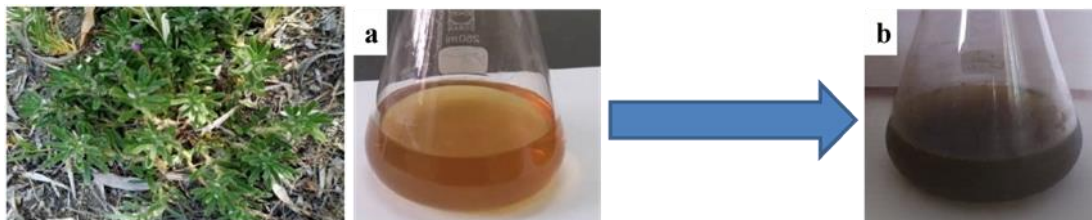


Figure 1. *Ajuga iva* leaf extract (a) and synthesized silver nanoparticles (b)

Characterization of silver nanoparticles

UV-Vis Spectroscopy

The synthesized silver nanoparticle was confirmed by UV-visible spectrum that showed the maximum absorbance peak at 430 nm as seen in **Figure 2**. A similar result has been obtained by Thiagarajan and Kanchana,

who recorded a characteristic absorption band for silver nanoparticles at 430 nm (Thiyagarajan & Kanchana., 2022). This peak occurs due to its specific surface plasmon resonance (SPR) excitation (Das *et al.*, 2014). Moreover, the absorbance peak indicated the formation of spherical and uniform silver nanoparticles (Ben Salah *et al.*, 2021).

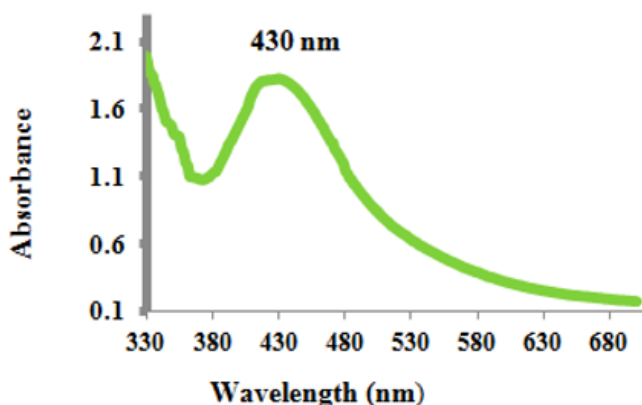


Figure 2. UV-Vis absorption spectrum of silver nanoparticles synthesized by *Ajuga iva* leaf extract treated with 1mM silver nitrate

XRD analysis of silver nanoparticles

The X-ray diffraction (XRD) was analyzed to examine the crystalline silver of AgNPs of *Ajuca ive* leaf extract. **Figure 3** shows the diffraction peaks at angles of 2θ at 38° , 44° , 67° , and 77° , which are related to (111), (200), (220), and (311). These finding results correspond to the face-centered cubic structure of silver metal silver (JCPDS file no. 84-0713 and 04-0783). Whereas other unmarked peaks might be due to the crystallizing of biological organic phases happening on the silver nanoparticles' surface. Similar results were reported by Willian and his group (Willian *et al.*, 2022).

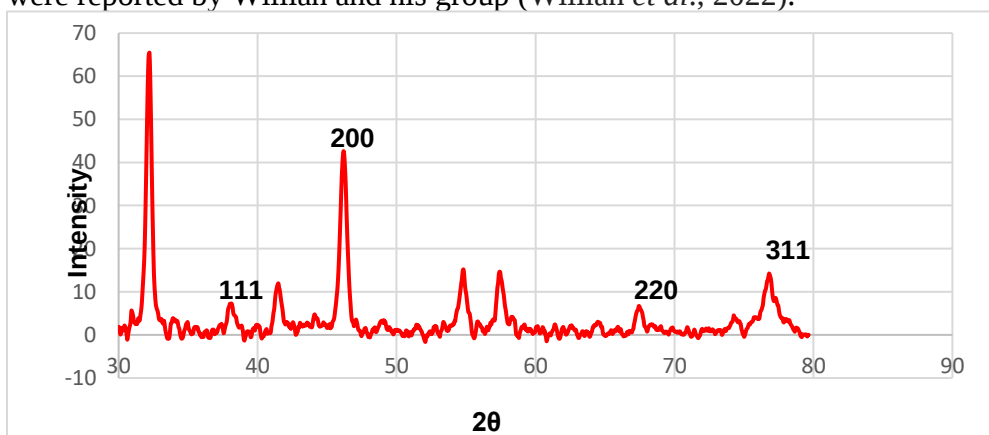


Figure 3. XRD pattern of silver nanoparticles

SEM of silver nanoparticles

The morphology and size of the AgNPs were analyzed using SEM, as seen in **Figure 4**. The images of SEM showed a spherical shape of AgNPs. In addition, the SEM image showed the different sizes of the AgNPs (36 nm, 55 nm, 70 nm, 100 nm, and 300 nm). These differences in the shape of the AgNPs might be due to the variety in the chemical structure of phytochemical constituents, which may be responsible for the reduction and stabilization of silver ions into silver metal. Moreover, the increase in the size of AgNPs (300 nm) might be because the two particles came together, so in the SEM image appeared one particle. These findings of SEM' sizes were parallel with Al Moudani *et al.*, who found the size of silver nanoparticles of *Ajuga iva* leaf extract were 100-300 nm (Al Moudani *et al.*, 2023).

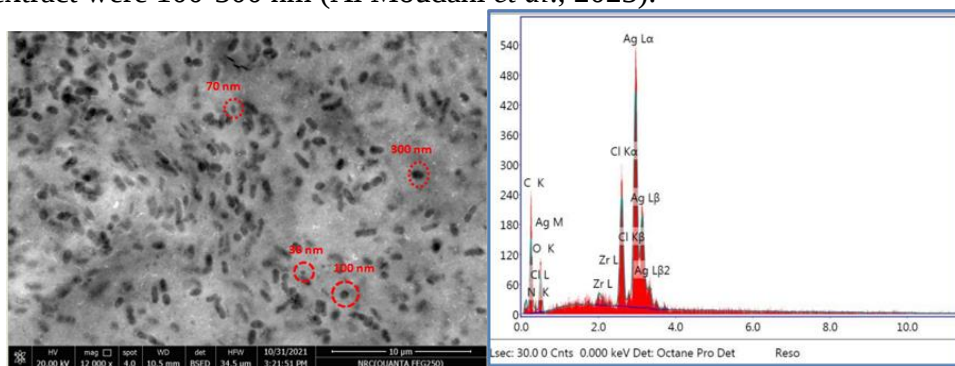


Figure 4. Scanning Electron Micrograph of *Ajuga iva* leaf extract silver nanoparticles (left) and EDX spectrum analysis demonstrating the main peak of silver nanoparticles at 3 keV, corresponding to silver nanoparticles

EDX analysis of silver nanoparticles

EDX analysis also showed a very strong signal in the silver region, confirming the formation of silver nanoparticles, as seen in **Figure 4**. The optical absorption peak was observed at 3 keV, which is typical for the absorption of metallic silver nanoparticles because of surface Plasmon resonance (Magudapathy *et al.*, 2001). In addition, other peaks for Cl, O, C, and N were observed, which may be due to proteins or enzymes present in the culture supernatant (Mandal & Sastry, 2005).

IR of silver nanoparticles

FTIR spectra were conducted to identify the biosynthesized silver nanoparticles from *Ajuga iva* leaf extract. The IR spectra of the *Ajuga iva* extract and the biosynthesized silver nanoparticles were compared. The IR spectrum of the *Ajuga iva* leaf extract shows absorption bands in the range of 3286.53 to 878.90 cm^{-1} , as illustrated in **Figure 5**. In contrast, the AgNPs from the *Ajuga iva* leaf extract exhibit absorption bands in the range of 3287.88 to 824.73 cm^{-1} , as seen in **Figure 6**. The broad band at 3286.53 cm^{-1} in the *Ajuga*

Ajuga iva leaf extract shifts to 3287.88 cm^{-1} and becomes less intense in the AgNPs. Previous reports indicate that this absorbed band corresponds to the OH group of alcohols and phenolic compounds (Vanaja *et al.*, 2013). The vibration band at 2918.87 cm^{-1} shifts to 2921.14 cm^{-1} , which is attributed to the stretching vibration of C-H in aliphatic compounds. The sharp peak located at 2850.45 cm^{-1} in the *Ajuga iva* extract is assigned to the C=C stretching mode; after the formation of AgNPs, this band diminishes and loses intensity. In the free extract, the absorption band of C=O appears at 1730.88 cm^{-1} , which is associated with carbonyl-containing compounds. However, in the AgNPs, this band disappears, suggesting the involvement of C=O compounds in the bioreduction of silver ions (Sadeghi & Gholamhoseinpoor., 2015). The bands at 1603.01 cm^{-1} and 1416.54 cm^{-1} are primarily attributed to the stretching vibrations of aromatic C=C bonds and C-N bonds associated with amine functional groups (Yan-Yu *et al.*, 2016). In the AgNPs, a new band at 1372.62 cm^{-1} is formed, which may be associated with the N-O symmetry stretching of the nitro compound (Balaji *et al.*, 2009). Similarly, the small bands at 1240.47 cm^{-1} and 1008.56 cm^{-1} in the free extract are related to the presence of C-O and C-H stretching vibrations of polysaccharides (Jena *et al.*, 2016). These bands shifted to a single absorption band at 1023.07 cm^{-1} . The bands at 878.90 cm^{-1} and 824.73 cm^{-1} indicate the presence of C-H bonds in aromatic compounds found in the *Ajuga iva* extract and the biosynthesized AgNPs. The results of the infrared spectra of the obtained AgNPs demonstrate the presence of characteristic functional groups, such as alcohols, phenols, aldehydes, flavonoids, and amines, which may be responsible for the bioreduction and stabilization of the synthesized silver nanoparticles (Kaviya *et al.*, 2011; Nayak *et al.*, 2015).

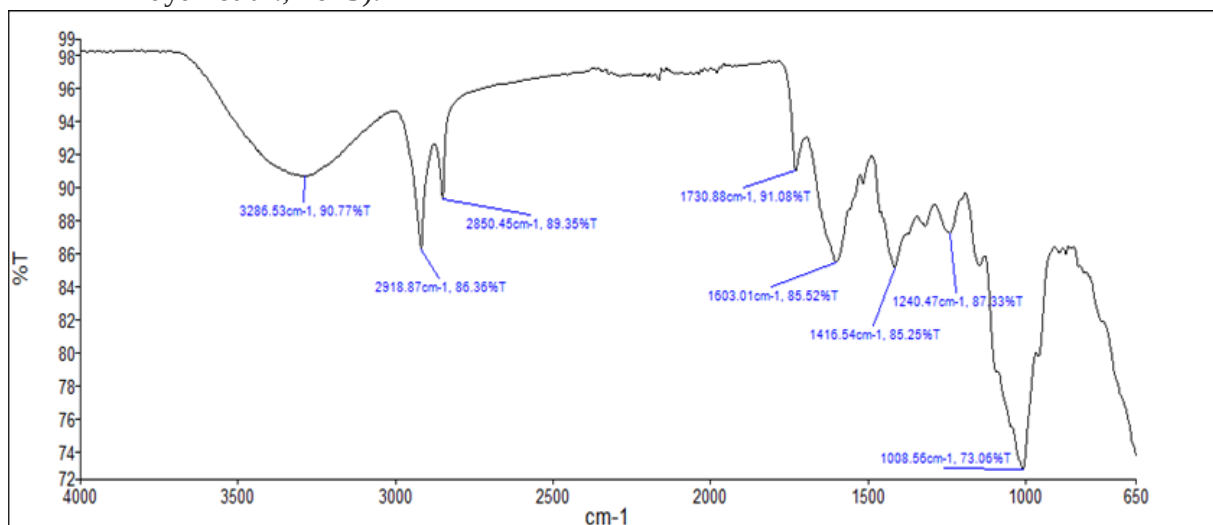


Figure 5. FTIR Spectrum of *Ajuga iva* leaf extract

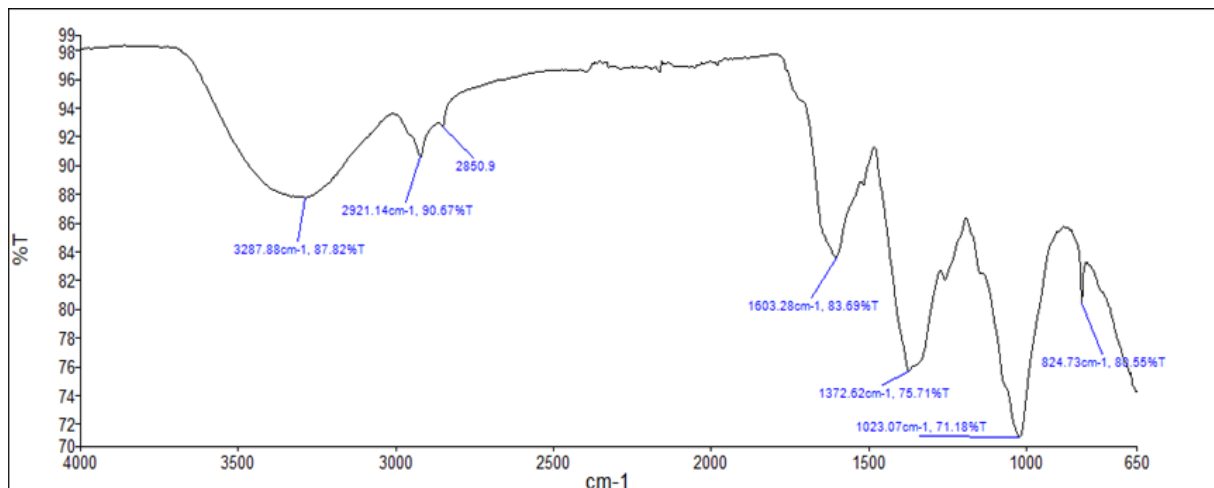


Figure 6. FTIR Spectrum of synthesized silver nanoparticles of *Ajuga iva* leaf extract

Anti-bacterial activity

The antibacterial activity of the synthesized AgNPs from *Ajuga iva* leaf extract has been investigated. The antibacterial effect of synthesized silver nanoparticles was studied on two types of bacteria, *E. coli* (Gram-negative) and *Streptococcus* (Gram-positive). The disc diffusion method was used as an antibacterial susceptibility testing method (Thiruvengadam & Bansod, 2020). The AgNPs of *Ajuga iva* leaf extract (**A1**) were compared with AgNO_3 (Ag), as shown in **Figure 7**.

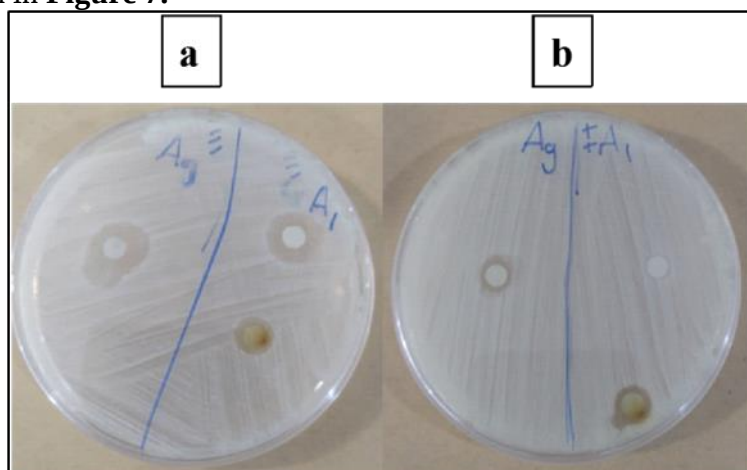


Figure 7. Anti-bacterial activity of formed silver nanoparticles from *Ajuga iva* leaf extract against *E. coli* (a), *Streptococcus* (b), Ag (AgNO_3 as a controller), A1 (AgNPs)

The findings illustrated that the disc diffusion method proved the antibacterial activity of the AgNPs. The inhibition zones showed a maximum value of 12 mm (**A1**) against *E. coli* and 7 mm (**A1**) against *Streptococcus*, as

seen in **Table 2**. In this study, the AgNPs of *Ajuga iva* leaf extract (**A1**) show better antibacterial activity for both types of bacteria. Similar results were observed for AgNPs against *E coli* (Vu *et al.*, 2018). It was reported that the silver nanoparticles' size affects the inhibition to a better extent (Murugan & Natarajan., 2018).

Table 2. Effect of AgNPs on bacterial activity

Bacterial strain	Concentration of AgNPs	Zone of inhibition (mm)
<i>E. Coli</i>	100 µg/ml	12 mm
<i>Streptococcus</i>	100 µg/ml	7 mm

Conclusion

In summary, the green synthesis of silver nanoparticles of *Ajuga iva* leaf extract was performed. The formation of silver nanoparticles was characterized by UV-Vis spectroscopy, X-ray diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and Fourier Transform Infrared (FTIR). Additionally, the small size of silver nanoparticles contributes to their impressive antibacterial activity, making them potential candidates for future antibacterial drugs. In addition, it is recommended to pursue additional research to determine the specific compounds responsible for the antibacterial properties of silver nanoparticles derived from *Ajuga iva* leaves. Gaining insight into the exact compounds that demonstrate antibacterial activity will aid in the development of more targeted and effective silver nanoparticles.

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. Cushing, B. L., Kolesnichenko, V. L., & O'Connor, C. J. (2004). Recent advances in the liquid-phase syntheses of inorganic nanoparticles. *Chemical reviews*, 104(9), 3893–3946. <https://doi.org/10.1021/cr030027b>
2. Khan I., and Saeed, K& Khan, I. (2017). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities, *Arbian Journal of Chemistry*, 1-24. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
3. Xu, Zhi & Zeng, Qinghua & Lu, Max & Yu, Aibing. (2006). Inorganic nanoparticles as carriers for efficient cellular delivery. *Chemical Engineering Science*. 61. 1027-1040. 10.1016/j.ces.2005.06.019

4. Gurunathan, S., Han, J., Park, J. H., & Kim, J. H. (2014). A green chemistry approach for synthesizing biocompatible gold nanoparticles. *Nanoscale research letters*, 9(1), 248. <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-248>
5. Gurunathan, S., Park, J. H., Han, J. W., & Kim, J. H. (2015). Comparative assessment of the apoptotic potential of silver nanoparticles synthesized by *Bacillus tequilensis* and *Calocybe indica* in MDA-MB-231 human breast cancer cells: targeting p53 for anticancer therapy. *International journal of nanomedicine*, 10, 4203–4222 <https://doi.org/10.2147/IJN.S83953>.
6. Chen, Y., Wang, C., Liu, H., Qiu, J., & Bao, X. (2005). Ag/SiO₂: a novel catalyst with high activity and selectivity for hydrogenation of chloronitrobenzenes. *Chemical communications (Cambridge, England)*, (42), 5298–5300. <https://doi.org/10.1039/b509595f>
7. Li, Z., Lee, D., Sheng, X., Cohen, R. E., & Rubner, M. F. (2006). Two-level antibacterial coating with both release-killing and contact-killing capabilities. *Langmuir: the ACS journal of surfaces and colloids*, 22(24), 9820–9823. <https://doi.org/10.1021/la0622166>
8. Khatoon, A., Khan, F., Ahmad, N., Shaikh, S., Mohd, S., Rizvi, D., Shakil, S., Ai-Qahtani, M. H., Abuzenadah, A. M., Tabrez, S., Ahamed, A. B. F., Alafnan, A., Islam, H., Iqbal, D. and Dutta, R. (2018). Silver nanoparticles from leaf extract of *Mentha piperita*: Eco-friendly synthesis and effect on acetylcholinesterase activity. *Life Sciences*, 209, 430-434. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.08.046>
9. Mukherjee, P., Ahmad, A., Mandal, D., Senapati, S., Sainkar, S. R., Khan, M. I., Pasricha, R., & Sastry, M. (2001). Fungus-Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Immobilization in the Mycelial Matrix: A Novel Biological Approach to Nanoparticle Synthesis. *Nano Letters*, 1(10), 515-519. <https://doi.org/10.1021/nl0155274>
10. Gurunathan, S., Kalishwaralal, K., Vaidyanathan, R., Venkataraman, D., Pandian, S. R., Muniyandi, J., Hariharan, N., & Eom, S. H. (2009). Biosynthesis, purification and characterization of silver nanoparticles using *Escherichia coli*. *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*, 74(1), 328–335. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2009.07.048>
11. Akhtar, Mohd Sayeed & Panwar, Jitendra & Yun, Yeung-Sang. (2013). Biogenic synthesis of metallic nanoparticles by plant extracts. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 1. 591-602. <https://www.researchgate.net/publication/278785701>.
12. Rai, M., & Yadav, A. (2013). Plants as potential synthesiser of precious metal nanoparticles: progress and prospects. *IET*

- nanobiotechnology*, 7(3), 117–124. <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2012.0031>
13. Dubey, M., Bhadauria, S., and Kushwah, B. (2009). Green synthesis of nanosilver particles from extract of Eucalyptus hybrid (safeda) leaf. *Degest Journal of nanometer biostruct*, 4, 537-543.
 14. Sehnal, K., Ozdogan, Y., Stankova, M., Tothova, Z., Uhlirova, D., Vsetickova, M., Hosnedlova, B., Kepinska, M., Ruttkay-Nedecky, B., Fernandez, C., Hari, V., Sochor, J., Milnerowicz, H and Kizek, R. (2019). Effect of silver nanoparticles (AgNPs) prepared by green synthesis from sage leaves (*salvia officinalis*) on maize chlorophyll content. In Proceedings of 11th Nanomaterials international conference 2019 (NANOCON 2019): research and applications, 16-18 October 2019, Brno, Czech Republic. Ostrava: Tanger Ltd, 457-462.: <https://doi.org/10.37904/nanocon.2019.8521>
 15. Miara, M.D., Hammou, M.A. & Aoul, S.H. Phytothérapie et taxonomie des plantes médicinales spontanées dans la région de Tiaret (Algérie). *Phytothérapie* 11, 206–218 (2013). <https://doi.org/10.1007/s10298-013-0789-3>
 16. Boran, Ni & Dong, X & Fu, J & Xingbin, Y & Longfei, L & Zhenwen, X & Yang, Z & Xue, D & Yang, C & Ni, J. (2015). Phytochemical and Biological Properties of *Ajuga decumbens* (Labiatae): A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 14. 1525. 10.4314/tjpr.v14i8.28
 17. Medjeldi, S., Bouslama, L., Benabdallah, A., Essid, R., Haou, S., & Elkahoui, S. (2018). Biological activities, and phytocompounds of northwest Algeria *Ajuga iva* (L) extracts: Partial identification of the antibacterial fraction. *Microbial pathogenesis*, 121, 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.05.022>
 18. Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi, S., Motamed, M. and Ghorbani, A. (2005) Labiataefamily in Folk Medicine in Iran: From Ethnobotany to Pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2, 63-79. <https://www.researchgate.net/publication/26619246>.
 19. Benkhniqne O., Ben Akka F., Salhi S., Fadli M., Douira A., Zidane L. (2014). Catalog of Medicinal Plants Used in the Treatment of Diabetes in the Al Haouz-Rhamna Region (Morocco) *J. Anim. Plant. Sci.*, 23:3539–3568. <https://m.elewa.org/JAPS/2014/23.1/4.pdf>
 20. Bouyahya, A., El Omari, N., Elmenyiy, N., Guaouguaou, F. E., Balahbib, A., El-Shazly, M., & Chamkhi, I. (2020). Ethnomedicinal use, phytochemistry, pharmacology, and toxicology of *Ajuga iva* (L.) schreb. *Journal of ethnopharmacology*, 258, 112875. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112875>.

21. Diafat A., Arrar L., Derradji Y., Bouaziz F. (2016). Acute and Chronic Toxicity of the Methanolic Extract of *Ajuga Iva* in Rodents. *Nternational. J. Appl. Res. Nat. Prod.*9:9–16.
22. Mehdi K, Rehman W, Abid O, Fazil S, Sajid M, Rab A, Farooq M, Haq S and Menaa F. (2020). Green Synthesis of Silver Nanoparticles using *Ajuga parviflora* Benth and *Digera muricata* Leaf extract: Their Characterization and Antimicrobial Activity. *Rev. Chim.*, 71 (10), 50-57. <https://doi.org/10.37358/RC.20.10.8349>
23. Parveen S, Gupta V, and Kandwal A. (2022). Biosynthesis and evaluation of metallic silver nanoparticles (AgNPs) using *Ajuga macrosperma* (Ghonke ghas) leaf extract, along with anticancer activity. *Society of Education, India.* 13 (6),71-79
24. Andleeb S, Nazera S, Alomar S.Y, Ahmad N, Khand I, Razaf A, Awang U.A and Rajah S.A. (2022). Wound healing and anti-inflammatory potential of *Ajuga bracteosa* conjugated silver nanoparticles in Balb/c mice *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2022.09.21.508872>;
25. Al Moudani, N., Laaraj, S., Ouahidi, I. (2023). Green synthesis of silver nanoparticles using leaves extract of *Ajuga iva*: characterizations, toxicity and photocatalytic activities. *Chem. Pap.* <https://doi.org/10.1007/s11696-023-03177-5>
26. Harborne, J.B. (1987). Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Penerbit ITB. Bandung.
27. Kuria, K. A., Chepkwony, H., Govaerts, C., Roets, E., Busson, R., De Witte, P., Zupko, I., Hoornaert, G., Quirynen, L., Maes, L., Janssens, L., Hoogmartens, J., & Laekeman, G. (2002). The antiplasmodial activity of isolates from *Ajuga remota*. *Journal of natural products*, 65(5), 789–793. <https://doi.org/10.1021/np0104626>
28. Pramila, D & Marimuthu, Kasi & Sathasivam, Kathiresan & Khoo, M & Senthilkumar, M & Kannan, Sathya. (2012). Phytochemical analysis and antimicrobial potential of methanolic leaf extract of peppermint (*Mentha piperita*: *Lamiaceae*). *J Med Plants Res.* 6. 10.5897/JMPR11. DOI:10.5897/JMPR11
29. Mogomotsi, K, Oluwole, A, Lebogang, k, Ramokone, G. (2019). Characterization and Antibacterial Activity of Biosynthesized Silver Nanoparticles Using the Ethanolic Extract of *Pelargonium sidoides* DC. *Journal of Nanomaterials*,1-10. SWE
30. Rao, M.L., & Savithramma, N. (2011). Biological Synthesis of Silver Nanoparticles using *Svensonia Hyderabadensis* Leaf Extract and Evaluation of their Antimicrobial Efficacy. *J. Pharm. Sci. & Res.* 3(3),1117-1121.

31. Yousaf, H., Mehmood, A., Ahmad, K. S., & Raffi, M. (2020). Green synthesis of silver nanoparticles and their applications as an alternative antibacterial and antioxidant agent. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 112, 110901. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.110901>
32. Thiagarajan S and Kanchana S. (2022). Green synthesis of silver nanoparticles using leaf extracts of *Mentha arvensis* Linn. and demonstration of their *in vitro* antibacterial activities. *Braz. J. Pharm. Sci.* ;58,19898.<https://doi.org/10.1590/s2175-97902022219898>
33. Das, V. L., Thomas, R., Varghese, R. T., Soniya, E. V., Mathew, J., & Radhakrishnan, E. K. (2014). Extracellular synthesis of silver nanoparticles by the *Bacillus* strain CS 11 isolated from industrialized area. *3 Biotech*, 4(2), 121–126. <https://doi.org/10.1007/s13205-013-0130-8>
34. Ben Salah, M., Aouadhi, C., & Khadhri, A. (2021). Green *Rocella phycopsis* Ach. mediated silver nanoparticles: synthesis, characterization, phenolic content, antioxidant, antibacterial and anti-acetylcholinesterase capacities. *Bioprocess and biosystems engineering*, 44(11), 2257–2268. <https://doi.org/10.1007/s00449-021-02601-y>
35. Willian N, Syukri S, Zulhadjri Z, Pardi H, Arief S. (2022). Marine plant mediated green synthesis of silver nanoparticles using mangrove *Rhizophorastylosa*: Effect of variable process and their antibacterial activity. *F1000Res*.10,1-18. <https://doi.org/10.12688/f1000research.54661.2>
36. Magudapathy, P. & Gangopadhyay, Parthasarathi & Panigrahi, Binaya & Nair, K. & Dhara, S. (2001). Electrical transport studies of Ag nanoclusters embedded in glass matrix. *Physica B-condensed Matter - PHYSICA B*. 299 (12). 142-146. Doi:10.1016/S0921-4526(00)00580-9
37. Mandal S, Phadtare S, and Sastry M. (2005). Interfacing biology with nanoparticles,” *Current Applied Physics*, 5. 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.cap.2004.06.006>
38. Vanaja, M., Gnanajobitha, G., Paulkumar, K. *et al.* (2013). Phytosynthesis of silver nanoparticles by *Cissus quadrangularis*: influence of physicochemical factors. *J Nanostruct Chem* 3, 17. <https://doi.org/10.1186/2193-8865-3-17>
39. Sadeghi, B., & Gholamhoseinpoor, F. (2015). A study on the stability and green synthesis of silver nanoparticles using *Ziziphora tenuior* (Zt) extract at room temperature. *Spectrochimica acta. Part A, Molecular and biomolecular spectroscopy*, 134, 310–315. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.06.046>

40. Yan-Yu. R, Hui, W.Y, Tao and Chuang. W. (2016). Green synthesis and antimicrobial activity of monodisperse silver nanoparticles synthesized using Ginkgo Biloba leaf extract. *Physics.Letters.A*. 380, 3773-3777. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2016.09.029>
41. Balaji, D. S., Basavaraja, S., Deshpande, R., Mahesh, D. B., Prabhakar, B. K., & Venkataraman, A. (2009). Extracellular biosynthesis of functionalized silver nanoparticles by strains of *Cladosporium cladosporioides* fungus. *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*, 68(1), 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2008.09.022>
42. Jena, S., Singh, R. K., Panigrahi, B., Suar, M., & Mandal, D. (2016). Photo-bioreduction of Ag^+ ions towards the generation of multifunctional silver nanoparticles: Mechanistic perspective and therapeutic potential. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 164, 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.08.048>
43. Kaviya, S., Santhanalakshmi, J., Viswanathan, B., Muthumary, J., & Srinivasan, K. (2011). Biosynthesis of silver nanoparticles using citrus sinensis peel extract and its antibacterial activity. *Spectrochimica acta. Part A, Molecular and biomolecular spectroscopy*, 79(3), 594–598. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2011.03.040>
44. Nayak, D., Pradhan, S., Ashe, S., Rauta, P. R., & Nayak, B. (2015). Biologically synthesised silver nanoparticles from three diverse family of plant extracts and their anticancer activity against epidermoid A431 carcinoma. *Journal of colloid and interface science*, 457, 329–338. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2015.07.012>
45. Thiruvengadam V and Bansod A.V. (2020). Characterization of Silver Nanoparticles Synthesized using Chemical Method and its Antibacterial Property. *Biointerface Research in Applied Chemistr.* 10, 6, 7257 – 7264. <https://doi.org/10.33263/BRIAC106.72577264>
46. Vu, X.H.; Duong, T.T.T.; Pham, T.T.H.; Trinh, D.K.; Nguyen, X.H.; Dang, V.-S. (2018). Synthesis and study of silver nanoparticles for antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*. 9. 025019. 10.1088/2043-6254/aac58f.
47. Murugan, N and Natarajan, D. (2018). Bionanomedicine for antimicrobial therapy - a case study from *Glycosmis pentaphylla* plant mediated silver nanoparticles for control of multidrug resistant bacteria. *Lett. Appl. NanoBioScience*. 8, 523-540. <https://doi.org/10.33263/LIANBS734.523540>

Response of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Varieties to Critical Period of Crop-Weed Interference in West Coast Region of The Gambia

S.A.F. Jallow

Manneh F.J.

School of Agriculture and Environmental Sciences,
University of the Gambia, Faraba Campus, Serrekunda, The Gambia

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p73](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p73)

Submitted: 17 January 2025

Accepted: 14 March 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Jallow S.A.F. & Manneh F.J. (2025). *Response of Groundnut (Arachis hypogaea L.) Varieties to Critical Period of Crop-Weed Interference in West Coast Region of The Gambia*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 73. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p73>

Abstract

Field trials were conducted in the 2021 rainy season at the National Agricultural Research Institute Banjulinding (NARI Site III) and the Teaching and Research Farm of the University of The Gambia (UTG Faraba Banta). The study aimed to determine the critical period of crop-weed interference on weed attributes, growth and yield of groundnut varieties. Hence, the objective was to determine a specific timeframe critical for weed management as well as growth and yield responses of the two groundnut varieties (Fleur 11 and Philippine pink) to weed competition. The experiment was conducted in a Randomized Complete Block Design with Nine (9) treatments replicated three times. The treatments tested were as follows: Weed-free up to 21 DAS, Weed-free up to 42DAS, Weed-free up to 63DAS, Weed-free check (75DAS), Weed Infestation up to 21DAS, Weed Infestation up to 42 DAS, Weed Infestation up to 63 DAS, Weedy check. The Groundnut variety used as a test crop was Fleur 11. The results revealed that weed-free check (75 DAS) recorded the highest mean weed control efficiency (98.3 %) and lowest percentage of weed infestation (22.0%) followed by Weed-free up to 63DAS with 85% weed control efficiency and 39% weed infestation in both locations. The critical period for crop-weed interference in the groundnut variety tested was observed to be between 21 DAS to 63 DAS. The mean pod yield of the groundnut

varieties was found to increase from 769kg/ha at 21 DAS to 967kg/ha at 63 DAS with a decrease in weed density in both trials. The weedy situation was found to decline the pod yield of the groundnut varieties by 58% to 87% in Site III and UTG Faraba, respectively.

Keywords: Groundnut, weed interference, weed, growth, yield

Introduction

In the Gambia, groundnut (*Arachis hypogaea* L) is the most important crop; occupying 40-50% of the cultivated area followed by early millet (25%), rice (8%), sorghum and maize (7% each) (Jallow *et al.*, 2025). It is an important and alternative source of protein for many Gambians who cannot afford meat as a source of protein. The haulms are a good source of feed for livestock, especially during the dry season when fresh green grasses are not available. This serves as an additional source of income for farmers in the dry season when the fodder is in high demand. The nuts are eaten fresh, boiled or grilled and prepared for soup. In addition, groundnut kernels are processed into a wide variety of edible products such as edible oil, groundnut butter, salted groundnut, etc. (Georges *et al.*, 2016). However, the production of groundnut has not been consistent in the country over the past years mainly due to problems such as climate change and variability, Aflatoxin contamination, poor soil fertility and high weed infestation. Despite the introduction of improved high-yielding varieties and Good Agricultural Practices, the productivity of groundnuts has been low. The total production of groundnut declined from 116,420 MT in 2009 to 94,371 in 2013. In 2019, the total groundnut area harvested in The Gambia was 115,000ha, average yield was 956.5kg/ha and production was 110,000 tons (FAOSTAT, 2019). Intensive weed competition is one of the major constraints among the factors limiting groundnut production and productivity in the subregion (Korav *et al.*, 2020). The morphological structure and initial slow-growing nature of the groundnut crop make it vulnerable to weed attack and multiplication. This makes weed control very expensive and time-consuming since the majority of The Gambian farmers are small-scale and lack farm equipment to effectively manage weeds. Small-scale farmers use simple hand hoes to control weeds in groundnuts. This type of weed control method urges farmers to start weeding very early mostly at the emergence of the crop and in most cases, they weed 3 to 4 times before harvest. Weed removal requires a lot of human and capital resources, and frequent weeding during crop production may not be economical (Korav *et al.*, 2020). Therefore, the knowledge of crop-weed interaction will help to determine the exact time/period when weed removal from a crop is critical to maximize production and reduce cost. However, limited research has been carried out in The Gambia to determine the most

critical weed removal period in order to reduce crop losses. The critical period of crop-weed competition is an important principle of integrated weed management (Hakeem *et al.*, 2015). This can certainly help in attaining the level of food security, economic growth and development of poor resource farmers in The Gambia. The removal of weeds throughout the crop season may not be economical. In order to avoid unnecessary expenses on weed management, the critical period of crop-weed competition during the growing period of groundnut has to be determined (Mekdad *et al.*, 2021). The use of appropriate varieties for particular agroecology is also very important in groundnut production.

Materials and Methods

The study was conducted during the wet growing season of 2021 at two different locations in The Gambia. The purpose of the study was to determine the critical period of crop-weed interference on weed attributes, growth and yield of groundnut varieties. This will help to enhance the understanding of crop-weed interaction and increase groundnut productivity through the development of sustainable weed control practices for farmers. The first location was at the National Agricultural Research Institute farm in Banjulinding (NARI Site III), which lies between 13° 22.171 N and 16° 38.858W. The second location was at the University of The Gambia (UTG) Research Farm at Faraba Banta (13° 14.910 N and 16° 32.040W), Kombo East. The monthly rainfall and temperature of the trial sites were obtained from the nearby weather stations in the Department of Water Resources of The Gambia. The result indicated that the soil was sandy clay at NARI Site III while at UTG Faraba Banta it was sandy clay loam. The pH was moderately acidic in both locations. The organic carbon content was slightly low in both locations, however the total N and available P were high in both locations. The exchangeable bases and CEC were low in both locations. The experiment was laid in a Randomized Complete Block Design with 9 treatments replicated three times. The treatments tested were: Weed-free up to 21 DAS, Weed-free up to 42DAS, Weed-free up to 63DAS, Weed-free check (75DAS), Weed Infestation up to 21DAS, Weed Infestation up to 42 DAS, Weed Infestation up to 63 DAS, Weedy check. The groundnut variety used was Fleur 11. Gross and net plot sizes were 6 m² and 3 m², respectively. Fertilizer was broadcasted one week after sowing at the rate of 20 kgha⁻¹ of nitrogen, 40 kgha⁻¹ of phosphorous and 20kgha⁻¹ of potassium and single super phosphate 18%. Data were collected on weed dry matter at the physiological maturity of groundnut, weed density, Weed control efficiency according to Jayapal *et al.* (2021) and percentage of weed infestation according to Singh *et al.* (2024). Also, observations were made on the number of branches, canopy height, Pod and Kernel Yield (kg ha⁻¹). All the data generated from the experiment were

subjected to Analysis of Variance (ANOVA) using GentStat software. Students-Neumans Keuls Test (SNK) was used to separate the means where there are statistically significant differences under each variable. Similarly, simple linear regression was used to test the relationship between the pod-yield of groundnut and weed density. The regression analysis shows the level of influence of weed density on the pod-yield of groundnut.

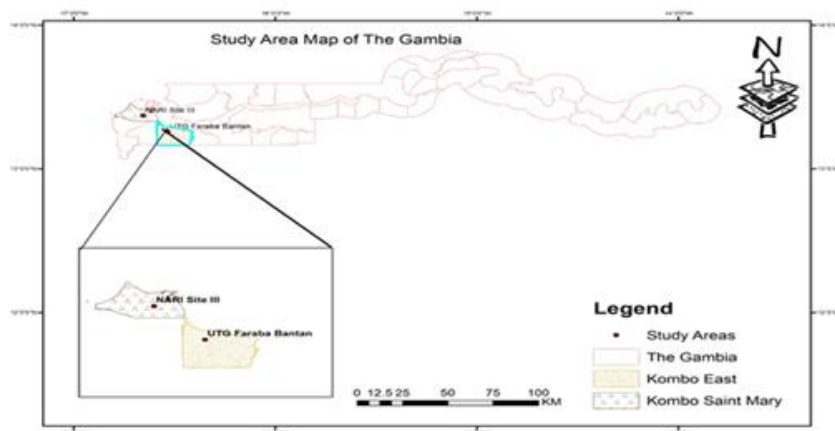


Figure 1. Map of the study site

Results

Climatic Conditions (Rainfall and Temperature) of the Trial Sites

Figures 2 & 3 show rainfall data collected during the 2021 rainy season at NARI Site III and UTG Faraba Banta, respectively. The rainfall began in June and ended in October with the highest recorded in August at NARI Site III. The monthly total rainfall during the 2021 rainy season at NARI Site III was recorded at 976.4mm with the highest monthly rainfall recorded in August (493.4mm). (Figure 2). The temperature at NARI Site III was found to be relatively stable with minor variation from 27.6°C to 29.2°C during the period of the experiment with the lowest temperature recorded in August and September (27.6°C) and the highest obtained in June (29.2°C) (Figure 4). In the case of UTG Faraba Banta, the rainfall began in July and stopped in October in the year under review. The monthly total rainfall varied from 49mm to 400.1mm with the peak recorded in September. The annual total rainfall recorded in UTG Faraba Banta was 982.3mm (Figure 3). The temperature recorded in the area during the course of the experiment (June to October) ranged from 27.5°C to 29.4°C. The highest temperature was observed in June (29.4°C) while the lowest was recorded in August (27.5°C) (Figure 5).

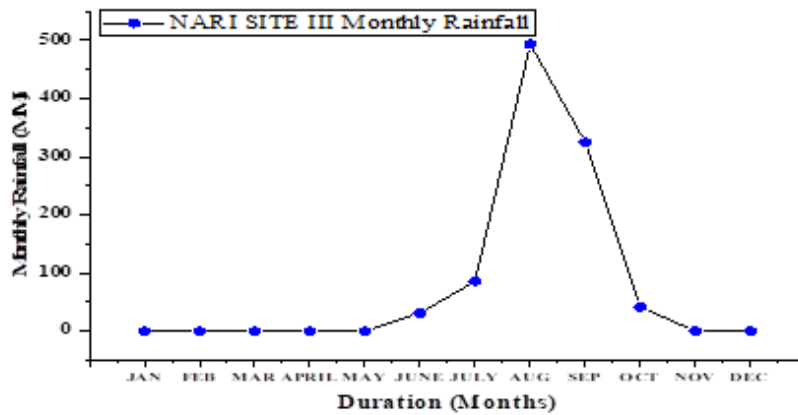


Figure 2. NARI site III monthly rainfall during 2021 rainy season

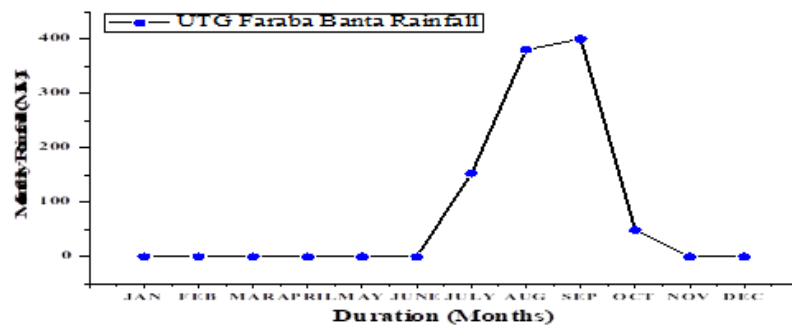


Figure 3. UTG Faraba monthly rainfall during 2021 rainy season

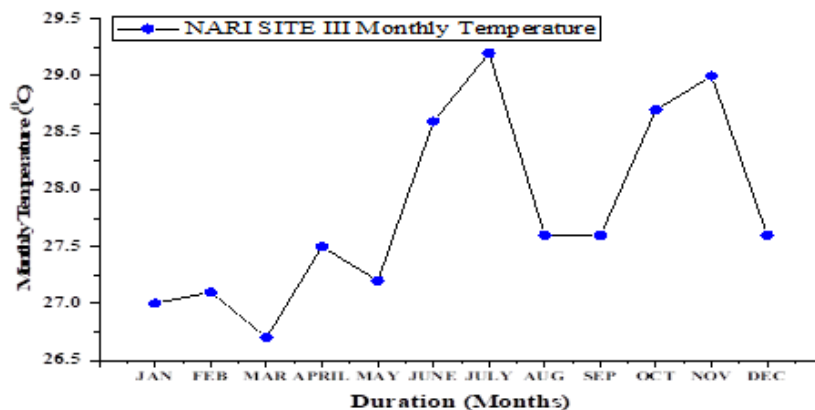


Figure 4. NARI site III monthly temperature during 2021 rainy season

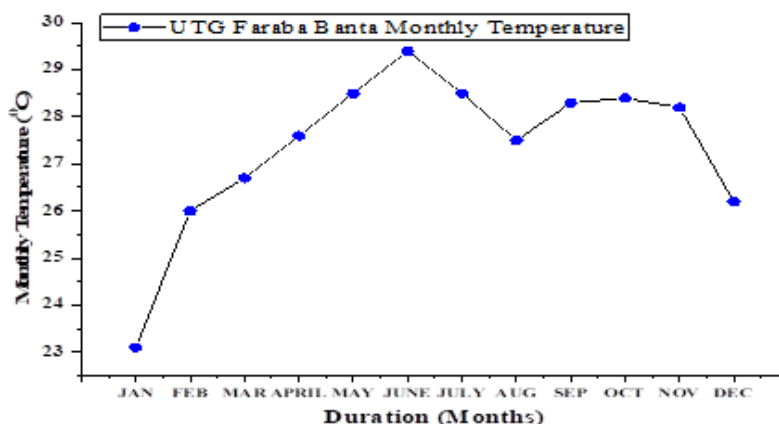


Figure 5. UTG Faraba monthly temperature during 2021 rainy season

Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Weed Density (ha^{-1}) and Weed Dry Weight (kg ha^{-1})

The effects of the critical period of crops - weed interference and groundnut varieties on weed density and weed dry weight at harvest are presented in Table 1. The results indicated that the critical period of crop-weed interference had a significant effect on weed density and weed dry weight at both locations. The weed density and weed dry weight were significantly higher in the weedy check at both locations followed by weed infestation up to 63 Days after Sowing (DAS). The lowest weed density and weed dry weight were recorded in the weed-free check. The results show significant differences amongst the weed-free treatments from 21-63DAS and weed-infested treatments 21-63 DAS for both weed density and weed dry weight. Similarly, the weed-free check (75 DAS) and weed-free up to 63 DAS were significantly different from the 21 and 42-day weed-free after sowing. There were no significant differences between weed-free checks and weed-free up to 63DAS. Also, no significant difference was observed between 21 and 42 days weed-free after sowing. The weed density and dry weight were significantly higher at the level of un-weeded control (weedy check) than all the other treatments under the two varieties at both locations. The weed-free check recorded the lowest weed density and dry weight at both locations as shown in Table 1. The varieties had a significant effect on weed dry weight at both locations. Fleur 11 recorded higher weed dry weight than the other variety.

The critical period of crop-weed interference and groundnut varieties interacted significantly for weed dry weight at both locations. Unweeded control (weedy check) of all the two varieties significantly recorded the highest weed density and weed dry weight than the other critical period of

crop-weed interferences at NARI Site III as shown in Table 2. The weed-free check recorded the lowest weed density and dry weight at both locations as shown in Table 2.

Table 1. Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Weed Density (ha⁻¹) and Weed Dry Weight (kg/ha) at NARI Site and UTG Faraba Banta during 2021 Rainy Season

Treatments	Location			
	NARI Site III		UTG Faraba	
	Weed density at Harvest (ha ⁻¹)	Weed dry weight at harvest (kg/ha)	Weed density at harvest (ha ⁻¹)	Weed dry weight at harvest (kg/ha)
Crop - Weed Interference				
Weed Free up to 21DAS	141667bc	135.8bc	147778bc	116.4bc
Weed Free up to 42DAS	108889bcd	104.4bc	122778bc	83.4cd
Weed Free up to 63DAS	78889cd	88.7bc	90556c	52.2cd
Weed free check (75DAS)	38333d	49.4c	47222c	16.8d
Weed Infestation up to 21DAS	109444bcd	113.7bc	118333bc	104.5bc
Weed Infestation up to 42 DAS	137222bc	141.7.4bc	142222bc	119.4bc
Weed Infestation up to 63DAS	187222b	162.6b	211667b	183.3b
Weedy check	988333a	953.6a	1136667a	943.4a
Level of significance	**	**	**	**
LSD	87694.4	82.5	102288.4	73.9
SE±	42811.0	40.27	49935.6	36.1
Fleur 11	219306	236.9a	252153	220.4a
Philippine Pink	228194	200.6b	254028	184.45b
Level of significance	NS	**	NS	*
LSD	110326.3	12.24	53272.8	33.3
SE±	25641.5	2.84	12381.4	7.7
Interaction	V*CWI	NS	NS	**

Means followed by the same letter(s) in a column are not significantly different at 5% level of probability using Students-Neuman Keuls (SNK) Test, DAS=Days after sowing, V= Variety, CWI= Crop- Weed Interference, NS= Not Significant, LSD= Least significant different

Table 2. Interaction between Critical Period of Crop – Weed Interference and Groundnut varieties on Weed Dry Weight at NARI Site III during 2021 Rainy Season

Crop - Weed Interference	Varieties	
	Fleur 11	Philippine Pink
Weed free up to 21 DAS	134.8cde	137.0cd
Weed Free up to 42DAS	104.4cdef	104.4cdef
Weed Free up to 63DAS	90.8cdef	86.7cdef
Weed free check (75DAS)	77.8cdef	21.1df
Weed Infestation up to 21DAS	111.9cdef	115.6cdef
Weed Infestation up to 42 DAS	138.9c	144.4c
Weed Infestation up to 63 DAS	146.2c	178.9c
Weedy check	1090.8a	816.3b
LSD	109.3	
SE±	53.6	

Means followed by the same letter(s) in a column are not significantly different at 5% level of probability using Students-Neuman Keuls (SNK) Test, LSD= Least significant different, DAS=Days after sowing

Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Weed Control Efficiency (%) and Weed Infestation (%)

The effect of the critical period of crops - weed interference and groundnut varieties on weed control efficiency and weed infestation at harvest is presented in Table 3. The critical period of crop-weed interference significantly affected weed control efficiency and weed infestation in both locations. Weedy-free check was found to be more efficient in controlling weeds followed by weed-free at 63 days after sowing at both locations. The least was recorded by the weedy check control (Table 3). The groundnut varieties showed no significant effect on weed control efficiency and weed infestation at both locations. There was no significant interaction between the critical period of crop-weed interference and groundnut varieties on weed control efficiency at both locations.

Table 3. Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Weed Control Efficiency (%) and Weed Infestation (%) at NARI Site and UTG Faraba Banta during 2021 Rainy Season

Treatments	Location			
	NARI Site III		UTG Faraba	
	Weed Control Efficiency (%)	Weed Infestation (%)	Weed Control Efficiency (%)	Weed Infestation (%)
Crop - Weed Interference				
Weed free up to 21DAS	63.67d	54.74e	68.00e	66.83d
Weed Free up to 42DAS	72.33c	44f.02f	78.5c	54.74e

Weed Free up to 63DAS	83.53b	33.77g	87.68b	45.98f
Weed free check (75DAS)	98.28a	21.08h	98.11a	22.45g
Weed Infestation up to 21DAS	73.39c	64.5d	76.00d	65.50d
Weed Infestation up to 42DAS	65.00d	75.83c	65.00f	76.67c
Weed Infestation up to 63DAS	53.00e	87.33b	52.83g	85.50b
Weedy check	0f	95.17a	0.00h	96.31a
Level of significance	**	**	**	**
LSD	2.3	2.36	1.44	2.37
SE±	0.81	0.82	0.62	0.88
Variety				
Fleur 11	63.87	59.70	66.16	63.98
Philippine Pink	63.43	59.41	65.37	64.51
Level of significance	NS	NS	NS	NS
LSD	1.8	5.84	2.96	5.13
SE±	0.30	0.84	0.42	0.22
Interaction	V*CWI	NS	NS	NS

Means followed by the same letter(s) in a column are not significantly different at 5% level of probability using Students-Neuman Keuls (SNK) Test, DAS=days after sowing, V= Variety, CWI= Crop- Weed Interference, NS= Not Significant, LSD= Least significant different

Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Crop Growth Rate and Plant Dry Matter (gplot⁻¹)

The effect of the critical period of crop-weed interference and groundnut varieties on crop growth rate and plant dry matter is presented in Table 4. The critical period of crop-weed interference had a significant effect on crop growth rate and plant dry matter in both locations. The weed-free plot recorded the highest crop growth rate and plant dry matter in both locations. The weedy check recorded the lowest crop growth rate and plant dry matter at both locations. The crop growth rates were found to be significantly higher at both weed-free check and weed-free treatment up to 63 Days after sowing than the rest of the treatments. Similarly, the weed-free at 42 days after sowing was significantly different from weed-free at 21 DAS, weed-infested at 21 DAS, weed-infested at 42 DAS and weed-infested at 63 DAS ($p < 0.05$) at both locations.

There were no significant differences among weed-infested at 21 DAS, weed-infested at 42 DAS and weed-infested at 63 DAS ($p < 0.05$) at both locations (Table 4). The groundnut varieties showed no significant effect on crop growth rate and plant dry matter at both locations. There was no significant interaction between the critical period of crop-weed interference and groundnut varieties on crop growth rate and plant dry matter at both locations.

Table 4. Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Crop Growth Rate and Plant Dry Matter (gplot-1) at NARI Site and UTG Faraba Banta during 2021 Rainy Season

Treatments	Location			
	NARI Site III		UTG Faraba	
	Crop growth rate at 6 WAS	Plant Dry matter (gplot ⁻¹)	Crop growth rate at 6 WAS	Plant Dry matter (gplot-1)
Crop - Weed Interference				
Weed free up to 21 DAS	12.21e	68.9cd	6.24e	56.9
Weed Free up to 42 DAS	18.98d	72.9cd	11.48d	58.5c
Weed Free up to 63DAS	31.07c	83.7c	16.72c	67bc
Weed free check (75DAS)	65a	133.9a	32.13a	102a
Weed Infestation up to 21DAS	11.11e	55.2d	5.96e	43.7c
Weed Infestation up to 42DAS	9.96e	54.4d	5.24e	45c
Weed Infestation up to 63 DAS	8.09e	63.4cd	3.85e	56.6bc
Weedy check	4.63e	22.2e	2.53e	19.5d
Level of significance	**	**	**	**
LSD	6.16	15.70	3.81	9.12
SE±	2.148	5.47	1.327	6.45
Variety				
Fleur 11	22.56	68.1	11.23	57.9
Philippine Pink	22.2	71	11.7	58.4
Level of significance	NS	NS	NS	NS
LSD	2.97	6.8	1.08	4.44
SE±	0.489	1.12	1.327	3.14
Interaction V*CWI	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter(s) in a column are not significantly different at 5% level of probability using Students-Neuman Keuls (SNK) Test, DAS=day after sowing, V= Variety, CWI= Crop- Weed Interference, NS= Not Significant, LSD= Least significant different

Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Pod and Kernel Yield (kg ha⁻¹)

Pod and kernel yield kg/ha-1 as influenced by the critical period of crop-weed interference and groundnut varieties is shown in Table 5. The pod and kernel yields/ha ranged from 370kg/ha-1 – 1350.7kg/ha-1 and 138.0kg/ha-1 – 1336.1kg/ha-1, respectively in Site III. A similar scenario was recorded at the Faraba trial site. The highest pod and kernel yield/ha was obtained in the weed-free check followed by weed-free at 63 DAS, while the lowest pod and kernel yields/ha were found in the weed-infested check in all the sites. The critical period of crop-weed interference had a significant effect on pod and kernel yield in both locations. Weed free check was significantly higher than all the tested treatments. Also, there were significant differences among weed-free at 42 DAS and 63 DAS and weed-free at 21 DAS, weed-infested at 21

DAS, 42 DAS and 63 DAS in all the locations ($p < 0.05$). There was no significant difference between weed-free at 42 DAS and 63 DAS.

The varieties showed no significant effect on pod and kernel yield ha⁻¹ in both locations. The interaction between the critical period of crop-weed interference and groundnut varieties on pod and kernel yield ha⁻¹ was not significant in both locations.

Table 5. Effect of Critical Period of Crop - Weed Interference and Groundnut Varieties on Pod and Kernel Yield (kg ha⁻¹) at NARI Site and UTG Faraba Banta during 2021 Rainy Season

Treatments	Location			
	NARI Site III		UTG Faraba	
	Pods Yield (kg ha ⁻¹)	Kernel Yield (kg ha ⁻¹)	Pod Yield (kg ha ⁻¹)	Kernel Yield (kg ha ⁻¹)
Crop - Weed Interference				
Weed free up to 21DAS	785.3bcd	683.2bcd	753.7d	668.9d
Weed Free up to 42DAS	864.3bc	787.6bc	872.3c	778.0c
Weed Free up to 63DAS	984.8b	915.6ab	950.4b	835.7b
Weed free check (75DAS)	1350.7a	1092.6a	1336.1a	1235.7a
Weed Infestation up to 21DAS	693.5cde	608.3cd	711.1d	634.1d
Weed Infestation up to 42 DAS	622.2de	545.0cd	640.2d	552.4d
Weed Infestation up to 63DAS	516.2ef	483.8d	522.8f	447.4f
Weedy check	370f	412.7d	138g	93.3g
Level of significance	**	**	**	**
LSD	195.8	271.3	46.1	42.5
SE±	97.56	93.6	15.9	14.6
Variety				
Fleur 11	749.4	629.5	740.55	653.4
Philippine Pink	797.6	752.7	740.7	657.9
Level of significance	NS	NS	NS	Ns
LSD	237.4	234.9	28.8	39,2
SE±	39.0	35.8	4.73	6.4
Interaction V*CWI	NS	NS	NS	NS

Means followed by the same letter(s) in a column are not significantly different at 5% level of probability using Students-Neuman Keuls (SNK) Test, DAS=day after sowing, V= Variety, CWI= Crop- Weed Interference, NS= Not Significant, LSD= Least significant different

Effects of Weed density on Pod yield of Groundnut under different Weeding Regimes at Site III and UTG Faraba

Figures 6 and 7 show the effects of weed density on pod yield of groundnut under different weeding regimes in Site III and UTG Faraba, respectively. The results in both locations showed a similar trend in terms of the effects of weed densities on the yield of groundnut. The pod yield of groundnut at both locations began to increase at weed densities of 108,889/ha

in Site III and 122,778 in UTG Faraba at weed-free up to 63 Days after Seeding. This shows that the most critical period of crop-weed interactions starts from weed-free up to 21 Days after seeding to weed-free up to 63 Days after seeding.

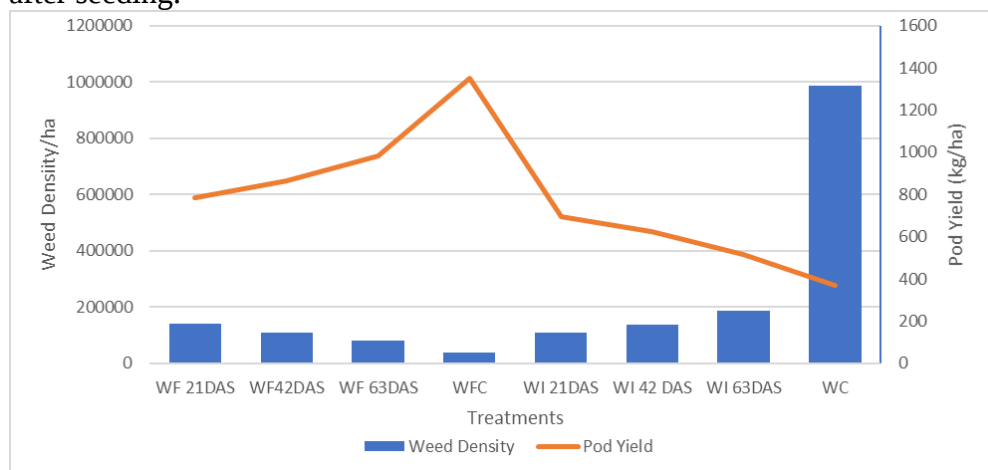


Figure 6: Show the Effects of Weed Density on Pod Yield of Ground under Different Weeding Treatments in Site III

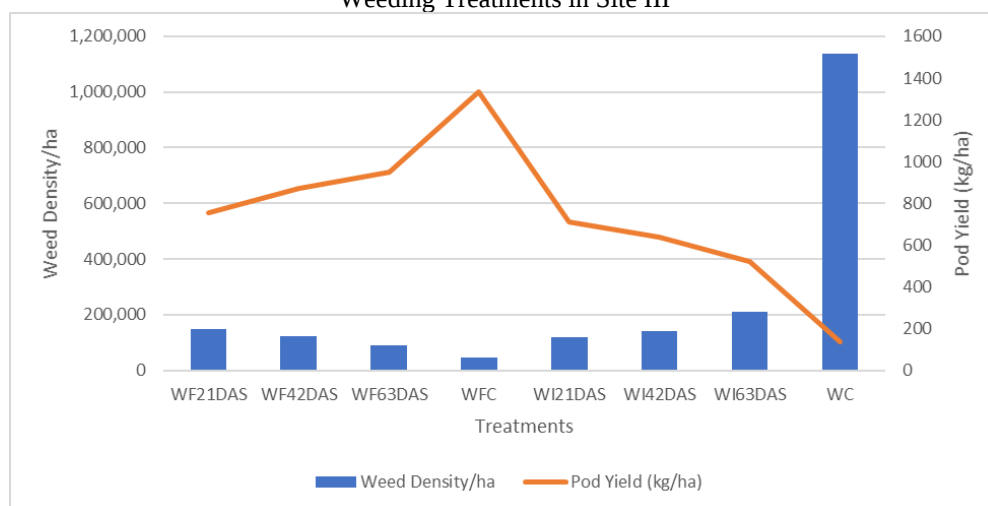


Figure 7: Show the Effects of Weed Density on Pod Yield of Ground under Different Weeding Treatments at UTG Faraba

Effect of Weed Density on Pod yield at NARI Site III

A simple linear regression analysis between weed density and pod yield was significant at NARI Site III (Table 6). The weed density had a negative relationship with the pod yield per hectare. The adjusted coefficient of determination was R^2 0.578 which revealed that the variation in pod yield per hectare could be explained by variation in weed density in a ratio of about 58% represented by the nearest dots to the linear line (Figure 8) indicating that

an increase in one weed of weed density could lead to a decrease in pod yield per hectare. This result is in agreement with Tasmiya *et al.*, (2017) who reported that weed density could reduce groundnut yield as high as 24 to 70%.

Table 6. Regression Analysis between weed density and Pod yield (kgha-1) at NARI Site III

Source	d.f.	Sum of squares	Mean Squares	R ²	Adjusted R ²	F	Significant Level
Regression	1	2983376.39	2983376.395	0.5785	0.5694	63.13	0.0001
Residual	46	2173516.381	47250.356				
Total	47	5156892.776					

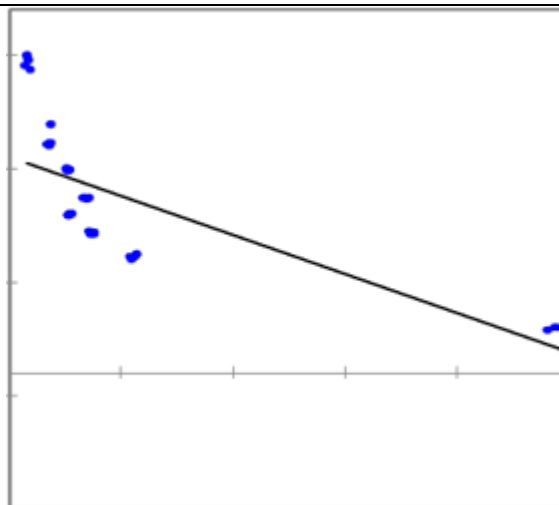


Figure 8. Effect of weed density on pod yield (kg/ha-1) at NARI Site III

Effect of Weed Density on Pod yield at UTG Faraba

A simple linear regression analysis between the pod yield per hectare and the weed density was significant at UTG Faraba Banta (Table 7). The pod yield per hectare had a negative relationship with the weed density, the adjusted coefficient of determinant was $R^2=0.582$ which indicated that the reduction in in pod yield per hectare was caused by the increase in weed density in a ratio of about 58% and this rate is represented by the nearest dots to the linear line (Figure 9). The linear regression equation was formed as follows: $Y = -0.00086 + 951.94 \text{ WD}$ where Y= pod yield per hectare and WD= weed density -0.00086 constant, and 951.94 regression coefficient (b), indicating that an increase in one weed could lead to a decrease in pod yield per hectare in rate of 951.94. This result is in conformity with the finding of Tasmiya *et al.*, (2017) who reported that weed density could reduce groundnut yield as high as 24 to 70%.

Table 7. Regression Analysis between weed density and Pod yield (kg/ha-1) at UTG Faraba Banta

Source	d.f.	Sum of squares	Mean Squares	R ²	Adjusted R ²	F	Significant Level
Regression	1	2958298.709	2958298.709	0.582	0.573	64.06	0.0001
Residual	46	2124244.084	46179.219				
Total	47	5082542.799					

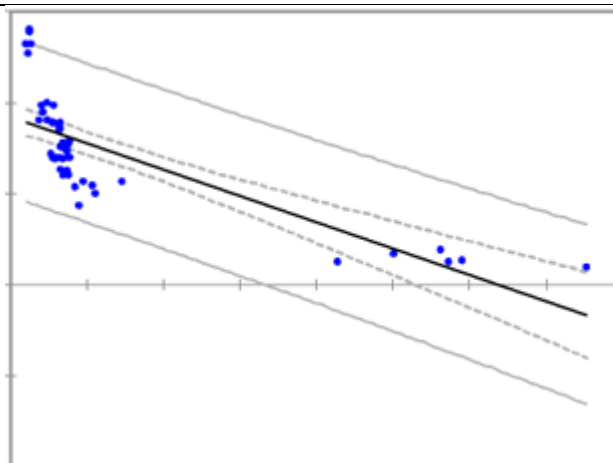


Figure 9. Effect of weed density on pod yield (kg/ha-1) at UTG Faraba Banta

Discussion

The results obtained showed that weed dry matter accumulation increased with increasing the duration of the weed competition period in both locations. The highest weed dry weight, a number of broad leaves, grasses and sedges, weed density, and low weed control efficiency, the higher weed infestation were recorded in weedy check than other critical periods of crop-weed interference treatments. This is in line with the findings of Ayana, (2024) who reported that maximum weed dry weight and weed density were due to the non-removal of weeds in the weed check plots. This is because the experimental sites were species-rich weed communities that were able to emerge freely because no weed management measures were applied. This is in line with Pabitra *et al.* (2016) who reported that maximum weed density and dry matter were recorded in the weedy check treatment. Less weed competition resulted in a higher weed control efficacy index and lower weed dry matter by weed-free check than other critical periods of crop-weed interference treatment. This is because manual hoe weeding resulted in the cutting of the weed seedlings and burial of weed seeds into the soil at greater depth than other management strategies. Weed dry matter accumulation increases with increasing the duration of the weed competition period in both locations. This is in conformity with the findings of Ayana (2024). The weed-free check and weed-free up to 63 DAS were effective in reducing weed

density and decreasing weed dry matter compared to the weedy check. The highest weed density and lowest weed control efficiency were recorded by the weedy check. This is because of the available dormant seeds in the soil seed bank which germinate as they are not controlled. This result agreed with Pabitra *et al.* (2016) who reported that maximum weed density was noticed in the weedy check on groundnut field. Less weed competition resulted in higher weed control efficiency by weed-free check than other critical periods of crop-weed interference treatment. This is because manual hoe weeding resulted in the cutting of the weed seedlings and the burial of weed seeds in the soil at greater depth than other management strategies. This is in conformity with the findings of Korav *et al.* (2020). The lack of weed control throughout the growth period caused a significant reduction in plant dry matter in both locations. This is because weeds compete with crops for growth resources hence reducing plant dry matter. This finding is corroborated by the findings of Jat *et al.* (2011) reported that crop plants and weeds share the same ecological niche and they compete for nutrients, sunlight, moisture and space and therefore, reduce the supply of these inputs to the crop plant and that can drastically reduce plant dry matter. In both locations, Weedy check (unweeded) and weed infestation up to 63 DAS treatments had the lowest yield component and yield. This could be related to the reduction of dry matter production due to competition between crops and weeds for limited environmental resources. This agreed with Sathya *et al.* (2013) who reported that groundnut yield decreased with increasing time of weed interference with all types of weed species. These findings also corroborated the finding of maintaining (Osunleti *et al.*, (2022) who reported that a weed-free environment resulted in maximum yields of groundnut. Similarly, Jallow *et al.* (2019) reported weedy check control plots resulted in increased weed germination and growth which translated into higher weed density, weed dry matter and lower weed control index in various locations. The consequence of all these is serious competition between the weed and groundnut which also explains the reasons for low pod yield on the control plots (Jallow *et al.*, 2019). According to Korav *et al* (2020), the critical period for weed competition in groundnut was estimated from 22 days after emergence to 62 days after emergence. Similarly, the pod yield of groundnut declined as weeding was delayed up to 21 Days after seeding and 63 Days after seeding, respectively. The highest pod yield was obtained at the lowest weed density in the Weed-free Control (75 DAS) while the lowest pod yield was observed at the highest weed density in the weedy check (no weeding). A similar result was reported by Mekdad *et al.* (2021).

Conclusion and Recommendation

From this study, it is concluded that the critical period for crop-weed competition was found to be from 21 DAS up to 63 DAS. This indicates that delaying weed control beyond 21DAS will increase yield loss in groundnuts due to weed competition. A weed-free check had significantly reduced weed competition and increased pod yield of groundnut more than the rest of the treatment followed by weed-free at 63 DAS, 42 DAS and 21 DAS. The weedy check had the highest pod yield loss due to higher weed density and competition compared to the other treatments. Therefore, management of weeds in groundnut crops from 21 to 63 DAS will minimize weed incidence and competition, and enhance pod yield in farmers' fields. The findings are valuable for groundnut growers in optimizing the timing of weed control as well as in developing an integrated weed control strategy.

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. Ayana, B. (2024). Determining Critical Weed Competition at Different Weed Free Periods in Linseed in Holeta District Central Ethiopia. 10(3), 101–106.
2. FAOSTAT (2021).
<http://www.fao.org/faostat/en/#search/groundnut%20kg%2Fha>
3. (Retrieved, 3rd February, 2021)
4. Georges, N., Fang, S., Beckline, M., & Wu, Y. (2016). Potentials Of The Groundnut Sector Towards Achieving Food Security In Senegal. 3, 1–13. <https://doi.org/10.4236/Oalib.1102991>
5. Hakeem, A., Ajeigbe, Farid Waliyar, Candidus, A., Echekwu, Ayuba Kuniha, Babu N Motagi, Damilola Eniaiyaju and Abubakar Inuwa (2015). A Farmer's Guide to Profitable Groundnut Production in Nigeria, *International Crop Research In Semi Arid Tropics (ICRISAT)*
6. Jallow, S. A. F., Manneh, F. J., Bah, A., & Olojugba, M. R. (2025). Growth and yield response of groundnut cultivars to selected rates of phosphorous and soil amendments in the Southern Guinea Savanna of The Gambia. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 10(1), 43-50, <https://dx.doi.org/10.26832/24566632.2025.100107>
7. Jallow, S. A. F., Lado, A., & Manneh, F., J. (2019). Economic Analysis of Weed Management Strategies on Weed Attributes and Pod Yield of Groundnut Varieties in Southern Guinea Savanna of the

- Gambia. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 05(06).
8. Jat, R.S., Meena, H. N., . Singh, A. L., Jaya N., Surya and Misra, J. B. (2011) weed management in groundnut (*Arachis hypogaea L*)
 9. Jayapal, A., Mini, V., Resmi, A. R., Lovely, B., & Suja, G. (2021). *Management of Chocolate weed (Melochia corchorifolia) in sesame at Onattukara sandy tracts*. 17(3), 237–240.
 10. Korav, S., Ram, V., & Ray, L. I. P. (2020). *Critical period for crop-weed competition in groundnut (Arachis hypogaea L .) under mid altitude of Meghalaya*. 16(1), 217–222.
 11. Mekdad, A. A. A., El-enin, M. M. A., Rady, M. M., Hassan, F. A. S., Ali, E. F., & Shaaban, A. (2021). *Impact of Level of Nitrogen Fertilization and Critical Period for Weed Control in Peanut (Arachis hypogaea L .)*. 1–18.
 12. Osunleti, S. O., Ajani, O. A., Olaogun, O., Osunleti, T. O., & Olatunde, E. O. (2022). *Assessing the critical period of weed interference in groundnut Arachis hypogaea L . in Ogun State , south western Nigeria*. 2022(3), 219–225.
 13. Pabitra, P., Partha, S. and Ratikanta, G. (2016). Influence of Weed Management on Growth and Yield of Groundnut (*Arachis hypogae*) in Gangetic Plains of West Bengal, India. *Agricultural Communication Centre. Legume Research*, 39(2) 2016: 274-278
 14. Sathya, R., Priya, C., Chinnusamy, P., Manickasudaram and Babu, C(2013). A Review on Weed Management in Groundnut (*Arachis hypogae*l.), *Internationl Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, (3):163-172
 15. Singh, K.,K., Kumar. V., Kumari, A. & Kumar, H.(2024). Practical Manual on Weed Management. Rathore Academic Research Publications Sangam Vihar, New Delhi-110068, INDI. Website: www.rarpublications.com
 16. Tasmiya , Nagalika, Halepyati., Krishnamurthy and Negalur, (2017), Bio-efficacy of Herbicides on Nutrient Uptake, Yield and Economics of Groundnu. Dept. of Agronomy, University of Agricultural Sciences, Raichur, Karnataka

Cellulites cervico-faciales d'origine dentaire au centre de sante de reference de Dioila au Mali

Fongoro Hassane

Service de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale,
CHU-CNOS, Bamako, Mali
Centre de santé de référence de Dioila, Mali

Coulibaly Amady

Service de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale,
CHU-CNOS, Bamako, Mali
Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie, Bamako, Mali

Adam Saliou

Service d'odonto-stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale CHU SO,
Lomé, Togo

Traoré Adama

Sissoko Yaya

Service de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale,
CHU-CNOS, Bamako, Mali

Ba Boubacar

Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie, Bamako, Mali

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p90](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p90)

Submitted: 27 July 2024

Accepted: 26 March 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Fongoro H., Coulibaly A., Saliou A., Traoré A., Yaya S. & Boubacar B. (2025). *Cellulites cervico-faciales d'origine dentaire au centre de sante de reference de Dioila au Mali*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 90. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p90>

Résumé

Introduction: L'objectif de cette étude était d'examiner les aspects épidémiologiques et cliniques des cellulites cervico-faciales d'origine dentaire. **Matériels et méthodes:** Il s'agissait d'une étude transversale descriptive portant sur les cas de cellulites cervico-faciales d'origine dentaire. Elle s'est déroulée sur une période de 7 mois (Septembre 2023 à Mars 2024) dans le district sanitaire de Dioila. Les données ont été saisies et analysées à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics version 25. **Résultats:** Il a été recensé 60 patients d'âge variant entre 6 et 80 ans. La tranche d'âge la plus représentée

était celle de 21 à 30 ans avec une moyenne de 29,35 ans. Le sex-ratio était de 0,71. La majorité des patients était non scolarisée (81,7%) et provenait des zones périphériques de Dioila (91%). L'algie dentaire et la tuméfaction faciale étaient le motif de consultation le plus fréquent avec 75%. Le délai de consultation était compris entre 4 et 7 jours dans 60% des cas. La fumigation et l'automédication ont été retrouvées chez 51,7% des sujets. Le traitement était médico-chirurgical dans 85% des cas. L'évolution a été favorable dans 100% des cas. **Conclusion:** L'éducation et l'information de la population sur l'hygiène bucco-dentaire ainsi que l'élimination précoce des foyers infectieux dentaires pourraient réduire considérablement la prévalence des cellulites cervico-faciales d'origine dentaire.

Mots-clés: Cellulites cervico-faciales, Origine dentaire, Dioila, Mali

Cervico-Facial Cellulitis of Dental Origin at the Dioila Reference Health Center in Mali

Fongoro Hassane

Service de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale,
CHU-CNOS, Bamako, Mali
Centre de santé de référence de Dioila, Mali

Coulibaly Amady

Service de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale,
CHU-CNOS, Bamako, Mali
Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie, Bamako, Mali

Adam Saliou

Service d'odonto-stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale CHU SO,
Lomé, Togo

Traoré Adama

Sissoko Yaya

Service de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale,
CHU-CNOS, Bamako, Mali

Ba Boubacar

Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie, Bamako, Mali

Abstract

Introduction: The objective of this study was to study the epidemiological and clinical aspects of cervico-facial cellulitis of dental origin. **Materials and methods:** This was a descriptive cross-sectional study focusing on cases of cervico-facial cellulitis of dental origin. It took place over a period of 7 months (September 2023 to March 2024) in the Dioila health

district. Data were entered and analyzed using IBM SPSS Statistics version 25 software. **Results:** There were 60 patients ranging in age from 6 to 80 years old. The most represented age group was 21 to 30 years old with an average of 29.35 years old. The sex ratio was 0.71. The majority of patients were out of school (81.7%) and came from peripheral areas of Dioila (91%). Dental pain and facial swelling were the most frequent reasons for consultation with 75%. The consultation time was between 4 and 7 days in 60% of cases. Fumigation and self-medication were found in 51.7% of subjects. The treatment was medical-surgical in 85% of cases. The evolution was favorable in 100% of cases. **Conclusion:** Education and information of the population on oral hygiene as well as the early elimination of dental infectious sites could considerably reduce the prevalence of cervico-facial cellulitis of dental origin.

Keywords: Cervico-facial cellulitis, Dental origin, Dioila, Mali

Introduction

Les cellulites cervico-faciales d'origine dentaire sont des infections des tissus cellulo-adipeux de la face et/ou du cou, ayant pour origine un organe dentaire ou des éléments péri dentaires. Ce sont des affections assez fréquentes. Elles peuvent être circonscrites (séreuse ou suppurée), diffusées ou d'emblée diffuse entraînant une nécrose tissulaire massive et une toxiinfection sévère. Les formes diffusées et diffuses peuvent être à l'origine de complications graves mettant parfois en jeu le pronostic vital. C'est une urgence médico-chirurgicale (Nokam, 2023). Dans une étude réalisée au Cameroun, il a été rapporté sur 378 consultations, 49 cas de cellulites odontogènes, soit une prévalence de 12,9% (Nokam, 2023). En Côte d'Ivoire, il a été rapporté dans une étude portant sur 811 patients admis pour une cellulite cervico-faciale, 72 enfants de 0 à 15 ans soit une prévalence cumulée de 8,88% (Anzouan, 2022). Au Mali, une prévalence de 2,06 % a été observée dans le district sanitaire de Niono (Coulibaly, 2022).

En revanche, aucune étude ne semble avoir été réalisée sur cette affection dans le district sanitaire de Dioila. C'est ainsi que la présente étude a été initiée qui a pour objectif d'étudier les aspects épidémiologiques et cliniques des cellulites cervico-faciales d'origine dentaire.

Matériels et Methodes

Il s'agissait d'une étude transversale descriptive qui s'est déroulée sur une période de 7 mois allant de Septembre 2023 à Mars 2024. Elle a été réalisée dans le service d'odonto-stomatologie du Centre de Santé de Référence (CSRéf) de Dioila. Elle a concerné tous les patients venus en consultation chez qui le diagnostic de cellulite cervico-faciale d'origine dentaire a été établi et ayant accepté la prise en charge. Tous les cas ont été

soumis à un examen clinique comportant l'anamnèse, l'examen général, l'examen stomatologique et l'examen des autres appareils. La collecte des données a été effectuée sur une fiche d'enquête. Les variables étudiées étaient l'âge, le sexe, la profession, la résidence, le niveau d'instruction, le niveau socio-économique, les antécédents, le motif de consultation, le délai de consultation, le traitement reçu avant la consultation, le type de cellulite, la localisation de la cellulite, les dents causales, le traitement, l'évolution. Les données recueillies ont été saisies et analysées à partir du logiciel IBM SPSS Statistics version 25.

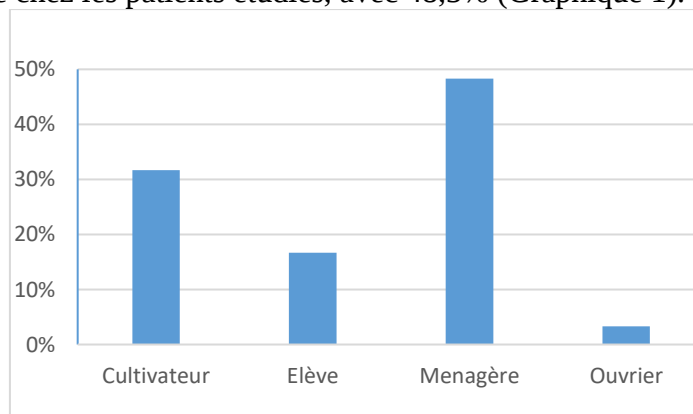
Resultats

Durant la période d'étude, 60 cas de cellulites cervico-faciales d'origine dentaire ont été enregistrés sur 1702 consultations soit une prévalence de 3,52%. La prédominance féminine (58,3%) était corroborée par une valeur de sex-ratio de 0,71. L'âge des patients variait entre 6 et 80 ans. La tranche d'âge de 21-30 ans était la plus représentée avec une moyenne de 29,35 ans (tableau I).

Tableau I : Répartition des patients en fonction des tranches d'âge

Tranches d'âge	Effectif	Pourcentage (%)
< 10 ans	2	3,3
[10 – 20]	17	28,3
[21 – 30]	20	33,3
[31 – 40]	10	16,7
[41 – 50]	7	11,7
> 50 ans	4	6,7
Total	60	100

Les ménagères constituaient la catégorie professionnelle la plus représentée chez les patients étudiés, avec 48,3% (Graphique 1).



Graphique 1 : Répartition des patients en fonction de la profession

La majorité des patients soit 81,7% était non scolarisée (tableau II).

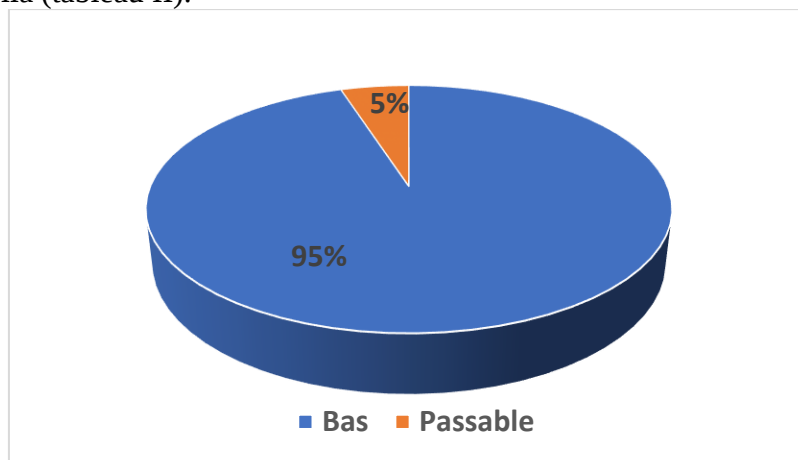
Tableau II : Répartition de l'effectif en fonction du niveau d'instruction.

Niveau d'instruction	Effectif	Pourcentage (%)
Non scolarisé	49	81,7
Primaire	10	16,7
Secondaire	1	1,6
Total	60	100,0

Tableau III : Répartition de l'effectif selon la résidence.

Résidence	Effectif	Pourcentage (%)
Dioila	5	8,3
Hors de Dioila	55	91,7
Total	60	100,0

Plus de 91,7% des cas résidaient dans les zones rurales hors de la ville de Dioila (tableau II).



Graphique 2 : Répartition de l'effectif en fonction du niveau socioéconomique

Le niveau socioéconomique bas dans 95% des cas (Graphique 2).

Tableau IV : Répartition des patients en fonction des antécédents

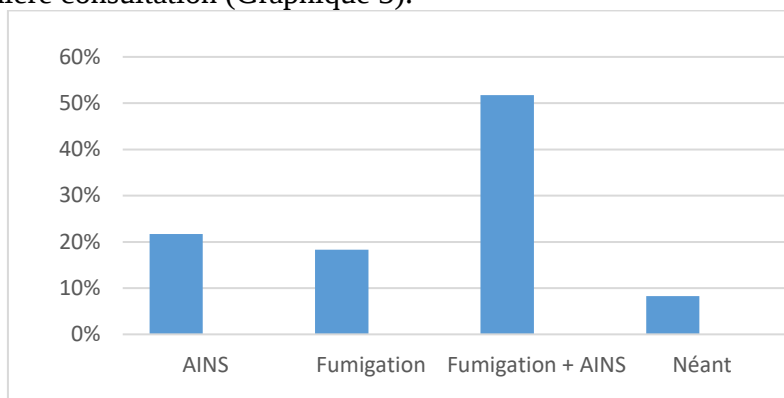
ATCD personnel	Fréquence	Pourcentage
Appendicectomie	4	6,7
Hernie inguinale	2	3,3
HTA	2	3,3
Néant	52	86,7
Total	60	100,0

Aucun antécédent médico-chirurgical n'a été observé dans 86,7% de cas (tableau IV). L'algie dentaire et la tuméfaction étaient le motif de consultation le plus fréquent avec 75%. Dans cette étude, 60% des patients ont consulté dans un délai compris entre 4 et 7 jours (tableau V).

Tableau V : Répartition des patients selon le délai de consultation

Délai de consultation	Effectif	Pourcentage (%)
1-3	22	36,6
4-7	36	60
Plus de 7J	2	3,3
Total	60	100,0

La fumigation associée à la prise d'AINS a été utilisée par 51,7% avant la première consultation (Graphique 3).



Graphique 3 : Répartition des patients en fonction du traitement reçu avant la consultation

La cellulite circonscrite est le type de cellulite le plus fréquent avec 45%. La localisation génienne basse est la plus représentée avec 56,7% des cas (tableau VI).

Tableau VI : Répartition des patients selon la localisation de la cellulite

Localisation de la Cellulite	Effectif	Pourcentage (%)
Génienne basse	34	56,7
Hémiface	6	10
Nasogénienne	4	6,6
Sous mentale	16	26,7
Total	60	100,0

Tableau VII : Répartition des patients en fonction de la dent causale

Dents causales	Effectif	Pourcentage (%)
16	2	3,3
26	2	3,3
36	16	26,7
37	9	15,0
38	5	8,3
46	12	20,0
47	12	20,0
48	1	1,7
75	1	1,7
Total	60	100

La dent 36 était la cause de la cellulite dans 26,7 % des cas (tableau VII).

Le traitement médico-chirurgical (incision-drainage, extraction de la ou les dents causales et le traitement médical) a été utilisé dans 85% des cas. Le traitement médical associé à l'extraction de la ou les dents causales a été réalisé dans 15%. L'évolution a été favorable dans 100% des cas.

Discussion

Les cellulites d'origine dentaire sont des affections fréquentes. Durant la période d'étude, 60 cas ont été colligés sur 1702 consultations soit une prévalence de 3,52%. Cette prévalence est similaire à celle rapportée par Rouadi S et al (Rouadi, 2013) ; et Coulibaly A et al (Coulibaly, 2022). L'âge des patients variait entre 6 et 80 ans avec une moyenne de 29,35 ans. Cette même tendance a été observée dans l'étude de Konsem T et al (Konsem, 2012) ; et celle de Kouakou K R et al (Kouakou, 2018). La prédominance féminine (58,3%) révélée dans la présente étude a été rapportée dans les travaux réalisés par Konsem T et al (Konsem, 2012) ; Traoré B (Traoré, 2023) ; et Bissa H et al (Bissa, 2019). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les femmes sont un peu plus soucieuses de leur état buccodentaire que les hommes et se présentent en consultation plus tôt. En revanche, dans les études réalisées par Maiga (Maiga, 2020), Benzarti S (Benzarti, 2007) et Sahraoui I (Sahraoui, 2022), la prédominance était nettement masculine. Dans cette étude, les ménagères étaient les plus représentées soit 48,3 % et la majorité des cas étaient non scolarisés (57%). Ce même constat a été fait par d'autres auteurs (Maiga, 2020).

L'algie dentaire associée à la tuméfaction faciale constituait le principal motif de consultation avec 75%. Cette observation a été également faite dans les études réalisées par Bissa H et al (Bissa, 2019), Kassambara A et al (Kassambara, 2023) et Elansari E MS et al (Elansari, 2020). Dans la présente étude, les patients ont consulté dans un délai de 4 à 7 jours la majorité des cas dans 60%. Cette même tendance a été rapportée par Guiguimdé WPL et al (Guiguimdé, 2021) et Digbeu O et al (Digbeu, 2020). Ceci pourrait s'expliquer par la méconnaissance de cette pathologie d'une part, la pauvreté et le recours à une automédication ou à une tradithérapie, d'autre part. La prise des anti-inflammatoires stéroïdiens est considérée par beaucoup d'auteurs comme un des facteurs favorisants prédominants dans la survenue des cellulites cervico-faciales (Digbeu, 2020). Cette observation a été également faite dans la présente étude. La mauvaise hygiène bucco-dentaire a été retrouvée chez tous les patients dans cette étude. La localisation était génienne basse dans 56,7% dans la présente série. Ce profil a été constaté dans les études de Eboungabeka T et al (Eboungabeka, 2020) et celle de El Abed W et al (El Abed, 2019). Les molaires inférieures ont été les plus impliquées comme

dents causales. Les dents mandibulaires sont plus exposées à la carie que les dents supérieures parce que les débris alimentaires y stagnent plus facilement du fait de l'anatomie occlusale des molaires (anfractuosités, sillons plus ou moins profonds). Chez l'enfant, l'origine dentaire de la cellulite peut être aussi bien liée aux dents temporaires qu'aux dents permanentes notamment la première molaire ou dent de 6 ans (Anzouan, 2022). La première molaire est plus exposée aux agents cariogènes car étant la première dent définitive à faire son éruption sur l'arcade cohabitant ainsi avec la denture de lait alors que l'enfant commence juste l'apprentissage du brossage (Bahaya, 2022).

L'évolution a été favorable chez la totalité des patients sous traitement. Cela pourrait s'expliquer par le fait que notre service ne reçoit pas les cas graves de cellulites cervico-faciales. Ceux-ci sont évacués vers l'hôpital régional dès leur admission au niveau du service d'accueil des urgences. L'hôpital régional dispose d'un plateau technique (service de réanimation et service de chirurgie maxillo-faciale) adapté à la prise en charge des cas de cellulites graves. Cette même tendance a été constatée dans les études de DIALLO O.R. et al (Diallo, 2012) et Bissa H et al (Bissa, 2019) alors que DJEMI Ernest M et al (Djemi, 2022) ont observé 3 cas de décès par choc septique avec défaillance multiviscérale soit un taux de mortalité de 25,4%.

Conclusion

Les cellulites cervico-faciales d'origine dentaire sont fréquentes dans notre contexte. Elles restent une urgence médico-chirurgicale car le pronostic vital du patient peut être engagé. L'automédication, le recours au traitement traditionnel, la mauvaise hygiène bucco-dentaire et le retard à la consultation constituent des facteurs d'aggravation de la maladie et d'accroissement des risques de décès. L'éducation et l'information de la population sur l'hygiène bucco-dentaire et l'élimination précoce des foyers infectieux dentaires pourraient réduire considérablement la prévalence des cellulites cervico-faciales.

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 pour les participants humains : Nous tenu à la préservation de l'anonymat et de la confidentialité des données recueillies. L'étude ne comportait aucun risque pour les patients inclus. Le protocole d'étude a été

approuvé par le centre de santé de référence de Dioila. Les principes de la déclaration d'Helsinki ont été respectés.

References:

1. NOKAM ABENA ME, EDOUMA BOHIMBO J, GUIGUIMDE WENDPOUIRE PL, NTONGA NGOUANKA T, MINDJA EKO D, BENGONDO MESSANGA C. Les Cellulites Cervico-Faciales Odontogènes dans la Ville d'Ebolowa (Cameroun) : à propos de 49 cas. Health Sci. Dis: Vol 24 (9) September 2023, pp 47-52.
2. ANZOUAN-KACOU ERMA, YAPO ARE, BEHIBRO R, SEGUY FO, LATE S, KONAN E. Cellulites cervico-faciales de l'enfant : aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques au chu de Treichville (Abidjan). Rev Col Odonto-Stomatol Afr Chir Maxillo-fac, 2022, Vol 29, N°3, pp.20-25.
3. A. COULIBALY et al. Profil épidémiologique des cellulites d'origine dans le district sanitaire de Niono au Mali. Jaccr Africa 2022 : 6(1) :318-323.
4. Rouadi S, Ouaisi L, El Khiati R, Abada R, Mahtar M, Roubal M, Janah A, Essaadi M, Kadiri F. Les cellulites cervico-faciales à propos de 130 cas [Cervicofacial cellulitis: about 130 cases]. Pan Afr Med J. 2013 Mar 5;14:88. French. doi: 10.11604/pamj.2013.14.88.1477. PMID: 23646224; PMCID: PMC3641925.
5. KONSEM T et coll. Les cellulites diffuses cervico-faciales au Centre Hospitalier Universitaire Yalgado Ouedraogo (Ouagadougou Burkina Faso). Rev. Col. Odonto-Stomatol. Afr. Chir. Maxillo-fac., 2012 Vol.19, n°2, pp. 30-34.
6. KOUAKOU K R, OUATTARA B, SIDIBÉ O, BOKA BL, DAWENI J, KOFFI M. Cellulites cervico-faciales diffusées et nécrosantes : aspects Epidémiologiques, cliniques et thérapeutiques en 15 ans au chu de Cocody (cote d'ivoire). Rev Col Odonto-Stomatol Afr Chir Maxillo-fac, 2018 Vol 25, n°2, pp. 5-9.
7. TRAORE B. Profil épidémio-clinique des cellulites d'origine dentaire à l'hôpital du district de la commune IV de Bamako. Thèse de doctorat en chirurgie dentaire, 2023 USTT-Bamako.
8. BISSA HAREFETEGUENA, A. SALIOU, AMANA ESSOBIZIOU, FOMA WINGA, PEGBESSOU ESSOBOZOU, LAWSON STEPHEN LIONEL, KAMISSOKO ALY BADRA, KPEMISSI EYAWELOHN. Cellulites Cervico-Faciales D'origine Dentaire au CHU Sylvanus Olympio de Lome au Togo. European Scientific Journal December 2019, Vol.15 : 70-70.
9. MAÏGA A. T. A. Cellulites cervico-faciales d'origine dentaire : Profil épidémiologique au service de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-

- faciale du CHU CNOS. Mémoire de fin de cycle en Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale, 2020, USTT-Bamako.
10. S. BENZARTI, A. MARDASSI, R. BEN MHAMED, A. HACHICHA, H. BRAHEM, K. AKKARI, I. MILED, M. K. CHEBBI. Les cellulites cervico-faciales d'origine dentaire : à propos de 150 cas. J. Tun orl, 2007, n°19 : 24-28.
 11. SAHRAOUI IMANE. Profil épidémiologique des cellulites cervico-faciales à l'EPH OUARGLA. Thèse médecine UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 2022 :1-87.
 12. KASSAMBARA A et coll. Cellulites Cervico-faciales odontogenes chez la femme enceinte au CHU-CNOS de Bamako. Rev Mali Infect Microbiol 2023, Vol 18 N°1, pp 22-25.
 13. MS AG MED ELMEHDI ELANSARI et coll. Cellulite cervico-faciale dans un hôpital régional du Mali : une série de 31 cas. Jaccr Infectiology 2020; 2(2): 1-7.
 14. GUIGUIMDÉ WPL, ATTOGBAIN KP, GARÉ JV, OUÉDRAOGO YC, MILLOGO M, KONSEM T. Epidemiological Aspects of Cervicofacial Cellulitis Due to Dental Origin in the City of Ouagadougou (Burkina Faso). Open j. stomatol 2021; 11(10): 399-410.
 15. DIGBEU OKE, BÉRÉTÉ PIJ, TETI FL, GOULÉ AM, CREZOIT GE. Cellulite faciale d'origine dentaire : Expériences du Centre de santé de l'Université de Bouaké. Open j. stomatol.2020 ; 10(5) : 97-105.
 16. EBOUNGABEKA Trigo et al. Les Cellulites Cervico-Faciales chez la Femme Enceinte au CHU de Brazzaville : à Propos de 31 Cas. Health Sci. Dis : Vol 21 (9) September 2020 pp 82-87.
 17. El ABED W et coll., Les cellulites cervico-faciales d'origine dentaire : Approches diagnostique et thérapeutique. Journal Tunisien d'ORL et de Chirurgie Cervico-Faciale; 2019, 41: 41-45.
 18. BAHAYA MR, DIALLO MT, NDOYE S, BAGALWA M, AGBOR AM, FAYE M Prévalence de la carie dentaire chez les enfants du Kivu en république démocratique du Congo : étude rétrospective réalisée de 2009 à 2019. Rev Col Odonto-Stomatol Afr Chir Maxillo-fac, Mars 2022; 29 (1): 24-29.
 19. DIALLO OR.et coll. Cellulites odontogènes du plancher buccal : aspects épidémiologique clinique et thérapeutique au CHU de Conakry. Rev. Iv. Odonto-Stomatol., Vol.14, n°1, 2012, pp. 52-58.
 20. DJEMI E M et coll. Cellulites Cervico-Faciales Diffuses : Caractéristiques Cliniques et Facteurs de Risque de Mortalité. Health Sci. Dis: Vol 23 (10), October 2022, pp : 10-13.

Rupture utérine : aspects épidémio-cliniques et thérapeutiques dans un hôpital de zone rurale au Togo

Biréga Koutora

Service de Chirurgie, Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon, Togo

Kodjo Massogblé Nagbé Koffi

Déladem Yaovi Guinhouya

Service de Gynécologie-Obstétrique, CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Amouki Serge Trésor Anate

Mibirim Agbogawo

Clinique Médico-Chirurgicale (Pavillon Militaire),

CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Kodjo Tengue

Service d'Urologie, CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p100](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p100)

Submitted: 16 February 2023

Accepted: 14 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Koutora B., Koffi K.M.N., Guinhouya D.Y., Anate A.S.T., Agbogawo M. & Tengue K. (2025). *Rupture utérine : aspects épidémio-cliniques et thérapeutiques dans un hôpital de zone rurale au Togo*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 100.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p100>

Résumé

Introduction : Le but de cette étude était de décrire la rupture utérine en milieu hospitalier rural au Togo. **Patientes et Méthode :** Il s'est agi d'une étude rétrospective descriptive à collecte transversale menée à l'Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon de Novembre 2019 à Octobre 2021 (24 mois), et incluant les patientes prises en charge pour rupture utérine. **Résultats :** Trente-et-deux cas de rupture utérine ont été enregistrés sur 2683 accouchements. L'âge moyen des patientes était de 34,5 ans (extrêmes : 21 ans et 41 ans). Il s'agissait majoritairement d'agricultrices (56,2%). La gestité moyenne était de 6,5 (extrêmes : 3 et 11). Il y avait un antécédent de cicatrice utérine dans 19 cas (59,4%). Dix-sept patientes n'avaient effectué aucune consultation prénatale. Le diagnostic était posé à l'admission dans 27 cas (84,4%) et en cours d'hospitalisation dans 3 cas. Dans 2 cas, il était posé au bloc opératoire au cours de la césarienne d'urgence. Le geste thérapeutique de

la rupture utérine avait consisté en une hystérectomie totale avec conservation annexielle dans 26 cas (81,3%), et une hystérorraphie dans 6 cas (18,7%). Une transfusion sanguine était faite chez 29 patientes. Le produit sanguin le plus utilisé était le sang total. La mortalité maternelle était nulle. Le taux de décès fœtal était de 81,3%. **Conclusion :** La rupture utérine constitue une préoccupation en milieu hospitalier rural au Togo en raison d'un suivi inadéquat des grossesses et de l'existence d'accouchements à domicile.

Mots-clés: Rupture utérine, Hystérectomie, Hystérorraphie, Zone rurale

Uterine rupture: epidemiological, clinical and therapeutic aspects in a rural area hospital in Togo

Biréga Koutora

Service de Chirurgie, Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon, Togo

Kodjo Massogblé Nagbé Koffi

Déladem Yaovi Guinhouya

Service de Gynécologie-Obstétrique, CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Amouki Serge Trésor Anate

Mibirim Agbogawo

Clinique Médico-Chirurgicale (Pavillon Militaire),

CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Kodjo Tengue

Service d'Urologie, CHU Sylvanus Olympio-Lomé, Togo

Abstract

Introduction: This study aimed at describing uterine rupture in a rural hospital in Togo. **Patients and Method:** It was a descriptive retrospective study with cross-sectional collection conducted at Malte Order Hospital of Elavagnon from November 2019 to October 2021 (24 months), including patients cared for uterine rupture. **Results:** Thirty-two cases of uterine rupture were registered out of 2683 deliveries. The mean age of the patients was 34.5 years (extremes: 21 years and 41 years old). Patients were mainly farmers (56.2%). The mean gestational number was 6.5 (extremes: 3 and 11). There was a history of uterine scarring in 19 cases (59.4%). Seventeen patients had not had any prenatal consultation. The diagnosis was made on admission in 27 cases (84.4%) and during hospitalization in 3 cases. In 2 cases, the diagnosis was made in the operating room during an emergency cesarean. The therapeutic procedure for uterine rupture consisted of a total hysterectomy preserving annexes in 26 cases (81.3%), and a hysterorrhaphy in 6 cases (18.7%). Blood transfusion was performed in 29 patients. The most used blood

product was whole blood. There was no maternal death. The fetal death rate was 81.3%. **Conclusion:** Uterine rupture is preoccupant in rural hospitals in Togo because of inadequate follow-up of pregnancies and the existence of home deliveries.

Keywords: Uterine rupture, Hysterectomy, Hysterorraphy, Rural area

Introduction

La rupture utérine est une solution de continuité non chirurgicale, complète ou incomplète de la paroi de l'utérus survenant pendant la grossesse ou au cours de l'accouchement. Elle peut survenir sur un utérus sain ou sur un utérus cicatriciel. Elle est dite complète lorsqu'il y a rupture de toutes les couches de la paroi utérine (endomètre, myomètre et séreuse), entraînant de ce fait une communication entre la cavité utérine et le péritoine ; et incomplète ou partielle lorsqu'il y a déhiscence de l'endomètre et du myomètre sans atteinte de la séreuse. La rupture utérine est une situation rare dans les pays développés avec une fréquence globale oscillant entre 0,003% et 0,04% pour les utérus sains ; et entre 0,32% et 1,4% pour les utérus cicatriciels (Gueye, 2020 ; Nguefack, 2016 ; Guyot, 2010 ; Vangeenderhuysen, 2002). En Afrique au Sud du Sahara, sa fréquence varie entre 0,61% et 11,5% (Nguefack, 2016). C'est une complication obstétricale redoutée en raison de la gravité des conséquences fœtales et maternelles qu'elle peut engendrer. Son pronostic est péjoratif dans les pays en développement avec un taux de mortalité maternelle variant entre 11,26 et 35% ; et un taux de décès fœtal entre 80 et 100% (Nguefack, 2016 ; Rajaonarison, 2014 ; Abauleth, 2006). La survenue d'une rupture utérine peut être favorisée par plusieurs facteurs au nombre desquels : l'antécédent de cicatrice utérine, l'âge maternel avancé, la multiparité, les présentations vicieuses et les accouchements difficiles (Rajaonarison, 2014 ; Guyot, 2010). Ainsi s'avère-t-il nécessaire de faire un bon suivi des grossesses au cours des consultations prénatales afin de dépister les facteurs de risque pour mieux établir le plan d'accouchement. Cependant, l'absence de suivi de grossesses et les accouchements à domicile sont courants en zone rurale au Togo et ce, même s'il existe un antécédent de cicatrice utérine. Les admissions à l'hôpital se font parfois pour complications d'accouchement effectué à domicile, ou après échec de tentative d'accouchement à domicile. Ces situations exposent aux ruptures utérines. Il a été jugé opportun de faire cette étude dont l'objectif général était de décrire la rupture utérine en milieu hospitalier rural au Togo. Les objectifs spécifiques étaient de relever les facteurs épidémiologiques, et de décrire quelques aspects cliniques et le traitement de la rupture utérine à l'Hôpital de l'Ordre de Malte d'Elavagnon (HOM-Elavagnon), un hôpital confessionnel basé en zone rurale au Togo.

Méthodologie

L'étude a eu pour cadre le service de Maternité de l'HOM-Elavagnon. Ce service disposait d'un personnel constitué de 8 sages-femmes et 7 accoucheuses auxiliaires. Le service de Maternité était appuyé par celui de Chirurgie pour les activités chirurgicales en raison de l'absence de gynécologue-obstétricien.

Il s'est agi d'une étude rétrospective descriptive à collecte transversale menée de Novembre 2019 à Octobre 2021 (24 mois). Ont été incluses, toutes les patientes prises en charge à l'HOM-Elavagnon pour rupture utérine pendant cette période. Le diagnostic était clinique. Le bilan biologique comportait : le groupe sanguin-facteur Rhésus, l'hémogramme, l'urémie, la créatininémie, la glycémie, la sérologie rétrovirale, et la recherche de l'antigène HBs. Le traitement consistait en une prise en charge chirurgicale urgente au bloc opératoire avec des mesures médicales péri-opératoires. Une transfusion sanguine était faite au besoin. En cas d'indisponibilité de produits sanguins à l'hôpital, le produit sanguin utilisé était le sang total. Ce sang total était prélevé en urgence chez les donneurs disponibles localement ou chez les accompagnants compatibles de la patiente testés négatifs aux différents tests effectués pour un don de sang. Le coût du kit de césarienne était de dix mille francs CFA (soit environ seize euros). Lorsqu'il se posait un problème financier pour la patiente et sa famille, la prise en charge était faite selon la procédure de paiement différé. Cette procédure permet de prendre en charge le patient en différant le recouvrement des frais qui peut se faire par tranches selon les capacités du patient.

Les paramètres étudiés étaient les paramètres sociodémographiques (âge, profession, niveau d'instruction), les aspects cliniques (antécédents chirurgicaux et obstétricaux, circonstances favorisantes, mode d'admission, forme anatomo-clinique), les aspects thérapeutiques et le pronostic materno-fœtal. Le traitement des données a été fait à partir du tableur Excel 2019.

Résultats

Aspects épidémiologiques

Trente-et-deux cas de rupture utérine ont été enregistrés sur 2683 accouchements (1,29%). Sur les 32 cas de rupture utérine, il y avait 4 cas de complications d'accouchements à domicile et 18 cas d'échec de tentative d'accouchement à domicile. L'âge moyen des patientes était de 34,5 ans (extrêmes : 21 ans et 41 ans ; écart-type : 4,7 ans). Les patientes étaient âgées de plus de 35 ans dans 65,6% des cas. Selon la profession, les agricultrices étaient majoritaires (18 cas / 56,2%) suivies des tisserandes (7 cas / 21,9%). La majorité des patientes (65,6%) n'était pas instruite. Les paramètres épidémiologiques sont récapitulés dans le tableau I. La gestité moyenne était de 6,5 (extrêmes : 3 et 11) ; et la parité moyenne de 4,9 (extrêmes : 1 et 9).

Tableau I : Récapitulatif des paramètres épidémiologiques des cas de rupture utérine à l'HOM-Elavagnon

		Effectif	Pourcentage
Tranche d'âge	< 25	1	3,1
	[25 - 35[	10	31,3
	≥ 35	21	65,6
Profession	Agricultrices	18	56,2
	Tisserandes	7	21,9
	Couturières	4	12,5
	Coiffeuses	3	9,4
Niveau d'instruction	Non instruite	21	65,6
	Niveau primaire	8	25,0
	Niveau secondaire	3	9,4

Aspects cliniques

Selon le mode d'admission, 4 patientes étaient venues d'elles-mêmes et 28 étaient admises sur référence d'une structure sanitaire dont 5 pour syndrome de pré-rupture utérine et souffrance fœtale aiguë. Le délai médian entre la prise de décision de référence et l'admission à l'HOM-Elavagnon était de 5,4 heures (extrêmes : 3 heures et 8 heures). Aucune admission n'était faite en transport médicalisé. Le moyen de transport utilisé était une moto, un tricycle, ou un taxi-brousse. En ce qui concerne le suivi de grossesses, aucune consultation prénatale n'était faite chez 17 patientes (53,1%). L'antécédent de cicatrice utérine était noté dans 19 cas (59,4%) dont 15 cas d'utérus cicatriciel et 4 cas d'utérus bi-cicatriciel. Le Tableau II récapitule le nombre de consultations prénatales et l'antécédent de cicatrice utérine des cas de rupture utérine dans cette série.

Tableau II : Récapitulatif du nombre de consultations prénatales (CPN) et des antécédents de cicatrice utérine des cas de rupture utérine à l'HOM-Elavagnon

		Effectif	Pourcentage
Nombre de CPN	0	17	53,1
	1	7	21,9
	2	3	9,4
	3	4	12,5
	4	0	0,0
	5	1	3,1
Cicatrice utérine	Utérus cicatriciel	15	46,9
	Utérus bi-cicatriciel	4	12,5
	Utérus non cicatriciel	13	40,6

Le diagnostic était clinique et était posé en salle à l'admission dans 27 cas (84,4%) et en cours d'hospitalisation dans 3 cas. Dans 2 cas, il était posé au bloc opératoire au cours de la césarienne d'urgence pour syndrome de pré-

rupture utérine. Le diagnostic en salle était basé sur les anomalies des bruits du cœur fœtal, les métrorragies, et la palpation du fœtus à fleur de peau pour les parturientes ; et sur les métrorragies et la révision utérine pour les patientes qui avaient déjà accouché. On avait noté un état de choc hémorragique dans 26 cas.

Aspects thérapeutiques

Traitement médical

Le remplissage vasculaire par une macromolécule avait été fait dans 26 cas à base de Gélofusine ou Plasmion selon la disponibilité. Une transfusion sanguine était faite dans 29 cas. Le produit sanguin utilisé était le sang total dans 23 cas et le culot globulaire dans 6 cas. Le nombre moyen de poches utilisées était de 1,8. Le traitement médical comportait un traitement antibiotique à base d'Amoxicilline-acide clavulanique, un traitement antalgique à base de paracétamol, et un traitement martial à base de Fer-acide folique dans tous les cas. De l'Aspirine avait été associé chez 26 patientes qui avaient des mort-nés. Un traitement utérotonique était fait chez 6 patientes chez lesquelles l'utérus avait été conservé.

Aspects chirurgicaux

La rupture était complète dans tous les cas. Elle siégeait simultanément aux parois antérieure et latérale de l'utérus dans la majorité des cas (21 cas / 65,6%). Les lésions associées découvertes étaient : une rupture vésicale dans 2 cas (6,2%) ; une déchirure vaginale dans 4 cas (12,5%) ; une contusion du côlon sigmoïde et du grêle dans 2 cas (6,2%) ; et une déchirure périnéale dans 1 cas (3,1%). Le geste thérapeutique de la rupture utérine avait consisté en une hystérectomie totale avec conservation annexielle dans 26 cas (81,3%), et une hystérorraphie dans 6 cas (18,7%). La rupture vésicale était traitée par cystorrhaphie et mise en place d'une sonde vésicale par voie urétrale à demeure pendant une semaine. Les déchirures vaginale et périnéale étaient réparées par suture simple. Le tableau III récapitule les formes topographiques de la rupture utérine et le geste chirurgical effectué dans cette série. Les figures 1, 2, et 3 sont quelques images illustratives des découvertes per-opératoires.

Tableau III : récapitulatif de la topographie de la rupture utérine et du geste chirurgical effectué

		Effectif	Pourcentage
Topographie	Paroi antérieure	4	12,5
	Paroi postérieure	2	6,2
	Parois antérieure et latérale	21	65,6
	Parois postérieure et latérale	2	6,2
	Délabrement utérin	3	9,4
Geste effectué	Hystérectomie	26	81,2
	Hystérorraphie	6	18,8



Figure 1 : vue per-opératoire d'une rupture des parois antérieure et latérale de l'utérus



Figure 2 : Vue per-opératoire d'une rupture de la paroi postérieure de l'utérus (flèche rouge)

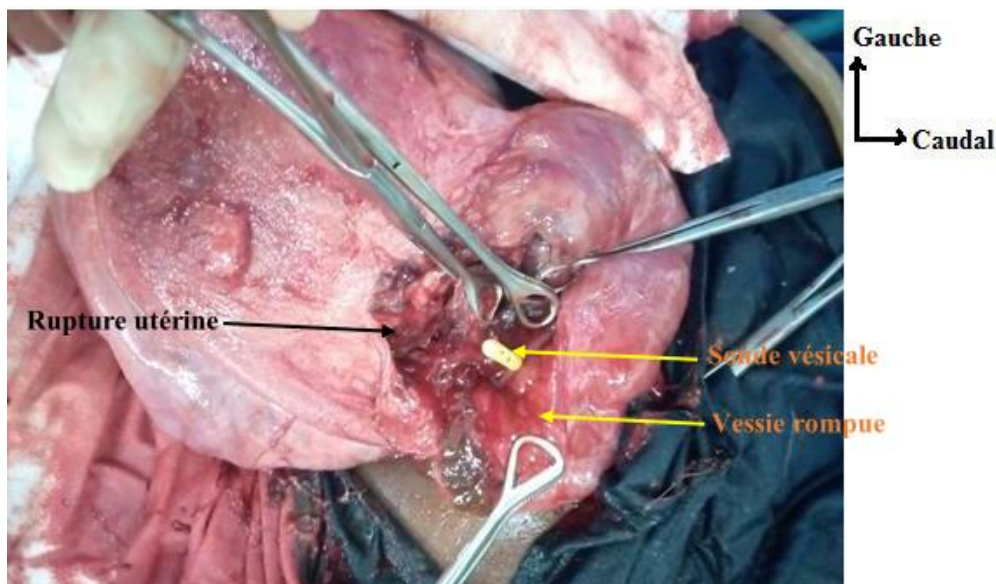


Figure 3 : Vue per-opératoire d'une rupture de la paroi antérieure de l'utérus associée à une rupture vésicale

Aspects pronostiques

Concernant le pronostic fœtal, on avait 26 mort-nés et 6 nouveau-nés dont 2 réanimés à la naissance. Le taux de décès fœtal était de 81,3%. Le délai moyen d'hospitalisation des mères était de 5,3 jours (extrêmes : 4 jours et 7 jours). La mortalité maternelle était nulle. La morbidité maternelle était marquée par une fistule urétéro-vaginale dans 1 cas (3,1%). Le diagnostic avait été posé à 6 semaines post-opératoires, et la patiente fut référée en Urologie pour une prise en charge adéquate.

Discussion

La rupture utérine est une complication obstétricale grave dont la fréquence varie suivant les régions géographiques. Rare dans les pays développés, elle demeure encore fréquente et constitue une préoccupation majeure dans la pratique obstétricale en Afrique sub-saharienne avec une fréquence pouvant atteindre 11,5% des accouchements (Baldé, 2020 ; Nguefack, 2016 ; Abauleth, 2006). Cette inégale fréquence pourrait s'expliquer par la différence de médicalisation des pays mais aussi par des facteurs socio-économiques et culturels. Le principal facteur socio-économique est la précarité des populations entretenant d'autres facteurs comme le faible niveau d'instruction, l'inaccessibilité aux bonnes informations, les difficultés d'accès aux soins de santé conventionnels, et l'attachement à la médecine traditionnelle. Dans cette étude, la rupture utérine représentait 1,29% des accouchements. Ce taux est supérieur à celui rapporté

dans d'autres études. En effet, dans une étude réalisée à Dakar au Sénégal, Gueye et collaborateurs (Gueye, 2020) ont rapporté un taux de 0,2%. Nguefack et collaborateurs (Nguefack, 2016) ont rapporté quant à eux un taux de 0,4% dans une étude effectuée à Douala au Cameroun. Le taux plus élevé dans notre étude pourrait s'expliquer par le fait que celle-ci a été réalisée dans un milieu rural où l'absence de suivi de grossesses et les accouchements à domicile sont encore d'actualité ; alors que les autres études ont été effectuées en milieu urbain et notamment dans les capitales.

Dans cette série, l'âge moyen des patientes était de 34,5 ans. Ce résultat est similaire à celui rapporté dans les travaux de Nguefack et collaborateurs (Nguefack, 2016) au Cameroun, et de Rajaonarison et collaborateurs (Rajaonarison, 2014) à Madagascar, qui avaient trouvé un âge moyen respectivement de 32,8 ans et 32,4 ans. En Afrique, la moyenne d'âge de la rupture utérine se situe autour de la trentaine (Rajaonarison, 2014 ; Padhye, 2005 ; Vangeenderhuysen, 2002 ; Gessesew, 2002). Cette complication obstétricale peut toucher toutes les tranches d'âge des femmes en activité génitale, avec une fréquence plus élevée après 35 ans (Rajaonarison, 2014 ; Guyot, 2010). Dans notre série, 65,6% des patientes avaient plus de 35 ans. La fréquence élevée de la rupture utérine dans cette tranche d'âge pourrait être liée à la multiparité. En effet, la multiparité est un facteur favorisant la rupture utérine en raison de la fragilisation de l'utérus avec le nombre d'accouchements (Diallo, 2017 ; Kouakou, 2007 ; Cisse, 2002). Les autres principaux facteurs incriminés dans la survenue de la rupture utérine sont l'antécédent de cicatrice utérine et les présentations dystociques (Delafield, 2018 ; Igwegbe, 2013 ; Fofie, 2010 ; Kadowa, 2010 ; Kouakou, 2007). Il s'avère alors important de faire un bon suivi des grossesses, afin de dépister les facteurs de risque de rupture utérine, et de bien établir le plan de l'accouchement. Cependant, l'absence de suivi de grossesses est fréquente en zone rurale, alors qu'il est recommandé au moins quatre consultations prénatales dont deux au troisième trimestre de grossesse. Plus de la moitié des patientes de cette série n'avaient effectué aucune consultation prénatale. Les longues distances à parcourir parfois à pieds pour se rendre dans un centre de santé, les routes difficilement praticables, l'attachement à la médecine traditionnelle, et l'absence de moyens financiers sont des raisons souvent évoquées pour justifier l'absence de suivi de la grossesse en milieu hospitalier. Ainsi, le déplacement de personnel de santé qualifié vers les populations dans le cadre de la stratégie avancée a été initié à l'HOM-Elavagnon afin d'aller au contact des populations et des ménages pour faire des sensibilisations, répertorier les cas de maladies et de grossesses dans le but de leur offrir des soins et un suivi. Cette initiative de cet hôpital confessionnel pourrait contribuer à améliorer la santé des populations rurales.

La prise en charge de la rupture utérine ne doit souffrir d'aucun retard. Le traitement repose sur une chirurgie d'urgence et une réanimation péri-opératoire (Baldé, 2020 ; Nguefack, 2016 ; Parant, 2012 ; Ahmadi, 2003). La réanimation médicale doit être précocement entreprise pour le maintien d'une hémodynamique correcte et la prévention des troubles de la coagulation. La compensation volumique des pertes sanguines doit commencer sans retard avec des colloïdes, cristalloïdes et produits sanguins. Elle doit être concomitante du traitement chirurgical dont le but est d'assurer une hémostase correcte des lésions et si possible de les réparer. Le traitement chirurgical peut être conservateur (hystérorraphie), ou non conservateur (hystérectomie). Les critères de choix du type de traitement chirurgical sont : l'étendue des lésions et leur ancienneté, l'âge de la patiente, la parité, le désir ou non de grossesse ultérieure, l'état hémodynamique, et l'état de l'utérus (Baldé, 2020 ; Eze, 2017 ; Berhe, 2015 ; Parant, 2012 ; Ahmadi, 2003). Dans cette série, le produit sanguin le plus utilisé était le sang total. La pénurie fréquente des produits sanguins dans ce milieu explique le recours au sang total prélevé en urgence chez les donneurs disponibles localement ou chez les accompagnants des patients. La prise en charge était faite en paiement différé dans tous les cas. Malgré la subvention de l'Etat qui ramène le coût du kit de césarienne à dix mille francs CFA (16 euros), les familles ont des difficultés à réunir en urgence la somme d'argent pour honorer le kit et le bilan de prise en charge. La procédure de paiement différé constitue de ce fait un moyen salutaire pour faire face à ces difficultés financières. Cette procédure permet une meilleure gestion des urgences en supprimant les contraintes liées à l'insuffisance de moyens financiers, et contribue à améliorer le pronostic. La rupture utérine contribue toujours de façon non négligeable à la mortalité maternelle. Cette mortalité est souvent en rapport avec un choc hémorragique, un choc septique, des accidents de fibrinolyse ou des accidents d'anesthésie (Rajaonarison, 2014 ; Ezechi, 2004 ; Ahmadi, 2003 ; Gessesew, 2002). Dans cette série, la mortalité maternelle était nulle, certainement grâce à la rapidité de la prise en charge facilitée par le système de paiement différé.

Conclusion

La rupture utérine est une complication obstétricale préoccupante en milieu hospitalier rural au Togo. Son taux y reste plus élevé que dans d'autres régions géographiques, justifiant l'intérêt de mettre l'accent sur la prévention. Cette prévention passe par un bon suivi des grossesses au cours des consultations prénatales. L'absence de suivi de grossesses et les accouchements à domicile étant toujours courants en milieu rural, des activités de sensibilisation devraient être menées auprès des populations pour les dissuader de ces pratiques et les inciter à faire recours aux centres de santé conventionnels. Les conditions de prise en charge dans les centres de santé

devraient aussi être attractives afin de permettre à ces populations en situation de précarité et sans assurance maladie de bénéficier de soins de santé.

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 concernant les participants humains : Cette étude a été approuvée par l'Université de Lomé, et les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été respectés.

References:

1. Abauleth Y.R., Koffi A.K., Cisse M.L., Boni S., Djanhan Y. & Janky E. (2006). Pronostic de la rupture utérine au cours du travail : à propos de 293 cas colligés au CHU de Bouaké (Côte D'ivoire). *Med Trop* ; 66(5):472-6
2. Ahmadi S., Nourira M. & Bibi M. (2003). Rupture utérine sur utérus sain gravide : à propos de 28 cas. *Gynécol Obst et Fertilité* ; 31:713-7
3. Baldé I.S., Sylla I., Diallo M.H., Diallo I.T., Diallo F.B., II Sow A., Sy T. & Keita N. (2020). Évolution des ruptures utérines à la Maternité de l'Hôpital National Ignace Deen (CHU de Conakry). *Med Trop Santé Internat.* doi:10.48327/zy14-qg95copyright © 2021 sfmts
4. Berhe Y., Gidey H. & Wall L.L. (2015). Uterine rupture in Mekelle, northern Ethiopia, between 2009 and 2013. *Int J Gynecol Obstet* ; 130(2):153-6
5. Cisse C.T., Faye E.O., De Bernis L. & Diadhiou F. (2002). Rupture utérine au Sénégal : épidémiologie et qualité de la prise en charge. *Méd Trop*;62:619-22
6. Delafield R., Pirkle C.M. & Dumont A. (2018). Predictors of uterine rupture in a large sample of women in Senegal and Mali: cross-sectional analysis of quarite trial data. *BMC Pregnancy and Childbirth*;18:432.
7. Diallo M.H., Baldé I.S., Mamy M.N., Diallo B.S., Baldé O, Barry A.B. & Keita N. (2017). Rupture utérine : aspects sociodémographique, étiologique et prise en charge à la clinique universitaire de gynécologie et d'obstétrique de l'hôpital national Donka, CHU de Conakry, Guinée. *Med Santé Trop* ; 27(3):305-9

8. Eze J.N., Anozie O.B., Lawani O.L., Ndukwe E.O., Agwu U.M. & Obuna J.A. (2017). Evaluation of obstetricians' surgical decision making in the management of uterine rupture. *BMC Pregnancy and Childbirth* ; 17 :179. doi 10.1186/s12884-017-1367-8
9. Ezechi O.C., Mabayoje P. & Obiesie L.O. (2004). Ruptured uterus in South Western Nigeria: areappraisal. *Singapore Med J* ; 45(3):113-6
10. Fofie C.O. & Baffoe P. (2010). A two-year review of uterine rupture in a regional hospital. *Ghana Med J* ; 44(3):98-102
11. Gessesew A. & Mengiste M.M. (2002). Ruptured uterus-Eight year retrospective analysis of causes and management outcome in A digrat Hospital, Tigrayregion. *Ethiop J Health Dev*;16(3):241-5
12. Gueye M., Diouf A., Wade M., Mbodji A., Ndiaye M.D., Cisse A., Ndiaye M.T., Ibrahim R., Cisse A.L., Dia A.D. & Mbaye M. (2020). Mise à jour sur l'épidémiologie de la rupture utérine en Afrique à partir de données hospitalières au Sénégal. *J SAGO* ; 21(2):20-8
13. Guyot A., Carbonnel M., Frey C., Pharisien I., Uzan M. & Carbillon L. (2010). Rupture utérine : facteurs de risque, complications maternelles et fœtales. *J Gynécol Obstet Biol Reprod* ; 39:238-45
14. Igwegbe A.O., Eleje G.U. & Udegbumam O.I. (2013). Riskfactors and perinatal outcome of uterine rupture in a low-resource setting. *Niger Med J* ; 54(6):415-9
15. Kadowa I. (2010). Ruptured uterus in rural Uganda: prevalence, predisposing factors and outcomes. *Singap Med J* ; 51(1):35-8
16. Kouakou P., Djanhan J., Doumbia Y., Djanhan L. & Ouattara M. (2007). Rupture uterine : aspects épidémiologiques et pronostic fœto-maternel à la Maternité du CHU de Bouaké (Côte d'Ivoire). *Rev CAMES* ; 5:87-91
17. Nguefack C.T., Ekane G.H., Yaya E.A.N., Njamen T.N., Kamgaing J.T., Obinchemti T.E. & Priso EB. (2016). Rupture Utérine à L'Hôpital Général de Douala: Prévalence, Facteurs Associés, Prise en Charge et Pronostic. *Health Sci Dis* ; 17(1).
18. Padhye S.M. (2005). Rupture of the pregnant uterus. A 20 yearsreview. *Kathmandu Univ Med J* ; 3(3):234-8
19. Parant O. (2012). Rupture utérine : prédiction, diagnostic et prise en charge. *J Gynécol Obst et Biol Reprod*;41(8):803-16
20. Rajaonarison J.J.C., Fenomanana M.S., Rakotondraisoa J.M. & Randriambelomanana J.A. (2014). Rupture utérine pendant le travail : facteurs étiologiques et pronostic materno-fœtal. *RevAnesth-Réa et Med Urg* ; 6(1):8-12
21. Vangeenderhuysen C. & Souidi A. (2002). Rupture utérine sur utérus gravide : étude d'une série continue de 63 cas à la Maternité de référence de Niamey (Niger). *Med Trop* ; 62(6):615-8

Évaluation de la qualité de vie dans le Syndrome de Gougerot-Sjögren primitif

Niasse Moustapha

Service de Rhumatologie, Hôpital Aristide Le Dantec délocalisé à l'hôpital du C.O.U.D, Dakar, Sénégal

Bah Adama

Service de Rhumatologie, Hôpital Ignace Deen de Conakry, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée

Lienou Tagne Vanessa

Diouck Fatou Sow

Ndiaye Coumba

Diallo Saïdou

Service de Rhumatologie, Hôpital Aristide Le Dantec délocalisé à l'hôpital du C.O.U.D, Dakar, Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p112](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p112)

Submitted: 04 January 2025

Accepted: 15 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Niasse M., Bah A., Lienou T.V., Diouck F.S., Ndiaye C. & Diallo S. (2025). *Évaluation de la qualité de vie dans le Syndrome de Gougerot-Sjögren primitif*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 112. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p112>

Résumé

Introduction: Le syndrome de Gougerot-Sjögren (SGS) est une épithélite auto-immune caractérisée par une infiltration lymphocytaire TCD4+ prédominante, intéressant essentiellement les glandes salivaires et lacrymales exprimant la xérostomie et la xérophtalmie. Le score ESSPRI (European League Against Rheumatism) dédié aux malades permet d'évaluer l'activité de ces symptômes C'est ainsi que, nous nous sommes fixés comme objectif d'évaluer la qualité de vie dans le SGS primitif avec le questionnaire SF-36.

Patients et méthode: Il s'agissait d'une étude cas-témoins, réalisée dans le service de Rhumatologie du CHU Aristide Le Dantec de Dakar entre Avril 2022 et juin 2024. Nous avons inclus des patients atteints de SGS primitif (bras 1) et des sujets sains (bras 2) ayant tous renseigné le questionnaire SF-36. Le diagnostic de la maladie de Sjögren reposait sur la confrontation d'arguments épidémiologiques, cliniques, paracliniques en accord avec les critères de

classification de l'ACR-EULAR de 2016. **Résultats:** Cent cas de SGS primitifs ont été appariés avec 100 témoins sains, dont dans chaque bras, 86 femmes et 14 hommes. L'âge médian était respectivement de 53 ans (extrêmes : 20-85) chez les patients et 52,5 ans (extrêmes : 20-84) chez les témoins. Le syndrome sec oculaire et / ou buccal était constant, Il était associé à une atteinte articulaire (forme arthro-glandulaire) dans 80% des cas. La biopsie des glandes salivaires accessoires retrouvait un grade 3 ou 4 de Chisholm et Mason dans 88% des cas. L'ESPRI (European League Against Rheumatism) conclut à des symptômes non supportables dans 86,76% chez les cas index. Les auto-anticorps anti-SSA étaient positifs dans 17/78 cas (21,80%). **Conclusion :** Notre étude montre une altération significative de la qualité de vie des patients dans toutes les dimensions du SF-36 par rapport aux témoins sains. Cette altération de la qualité de vie était plus marquée dans les domaines RP (rôle physique) santé perçue limitation due à l'état physique; BP(body pain) douleur physique et GH(général health avec des scores inférieurs à 50 sur 100.

Mots-clés: Evaluation, qualité de vie, Sjögren primitif

Assessment of quality of life in primary Gougerot-Sjögren Syndrome

Niasse Moustapha

Service de Rhumatologie, Hôpital Aristide Le Dantec délocalisé à l'hôpital
du C.O.U.D, Dakar, Sénégal

Bah Adama

Service de Rhumatologie, Hôpital Ignace Deen de Conakry,
Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée

Lienou Tagne Vanessa

Diouck Fatou Sow

Ndiaye Coumba

Diallo Saïdou

Service de Rhumatologie, Hôpital Aristide Le Dantec délocalisé à l'hôpital
du C.O.U.D, Dakar, Sénégal

Abstract

Introduction: Sjögren's syndrome (SGS) is an autoimmune epithelitis characterized by a predominant TCD4+ lymphocyte infiltration, mainly involving the salivary and lacrimal glands expressing xerostomia and xerophthalmia. The ESSPRI (European League Against Rheumatism) score dedicated to patients makes it possible to evaluate the activity of these

symptoms. Thus, we have set ourselves the objective of evaluating the quality of life in primary SGS with the SF-36 questionnaire. **Patients and method:** One hundred cases of primary SGS were matched with 100 healthy controls, including 86 women and 14 men in each arm. The median age was 53 years (range: 20-85) in patients and 52.5 years (range: 20-84) in controls, respectively. The dry ocular and/or oral syndrome was constant, it was associated with joint involvement (arthro-glandular form) in 80% of cases. Biopsy of the accessory salivary glands found a grade 3 or 4 Chisholm and Mason grade in 88% of cases. The ESPRIT (European League Against Rheumatism) concludes that symptoms are unbearable in 86.76% of index cases. Anti-SSA autoantibodies were positive in 17/78 cases (21.80%). **Results:** One hundred cases of primary SGS were matched with 100 healthy controls, including 86 women and 14 men in each arm. The median age was 53 years (range: 20-85) in patients and 52.5 years (range: 20-84) in controls, respectively. The dry ocular and/or oral syndrome was constant, it was associated with joint involvement (arthro-glandular form) in 80% of cases. Biopsy of the accessory salivary glands found a grade 3 or 4 Chisholm and Mason grade in 88% of cases. The ESPRIT (European League Against Rheumatism) concludes that symptoms are unbearable in 86.76% of index cases. Anti-SSA autoantibodies were positive in 17/78 cases (21.80%). **Conclusion:** Our study shows a significant impairment in patients' quality of life in all dimensions of SF-36 compared to healthy controls. This alteration in the quality of life was more pronounced in the domains of PR (physical role), perceived health, limitation due to physical condition; BP (body pain) physical pain and GH (general health with scores below 50 out of 100).

Keywords: Evaluation, quality of life, primitive Sjögren

Introduction

Le syndrome de Gougerot-Sjögren (SGS) est une épithélite auto-immune caractérisée par une infiltration lymphocytaire TCD4+ prédominante, intéressant essentiellement les glandes salivaires et lacrymales dont l'atteinte se traduit respectivement par une xérostomie et une xérophtalmie (Maldini et al 2014 ; Mavragani et al. 2014 ; Brito-Zeron et al. 2016 ; Christodoulou et al, 2010 ; Desvaux et al 2022) Il existe deux formes. Le SGS primitif, encore appelé la maladie de Sjögren, qui désigne la forme isolée ou accompagnée d'une maladie auto-immune spécifique d'organe (Mariette et al ; 2022). L'autre forme est celle associée à des maladies auto-immunes systémiques, dont la plus fréquente est la polyarthrite rhumatoïde (Mavragani et al 2014 ; Felten, 2004).

Les patients souffrants de SGS consultent principalement pour trois symptômes : le syndrome sec, l'asthénie et la douleur (oculo-buccale et /ou

articulaire). Le score ESSPRI permet d'évaluer l'activité de ces symptômes (Rivière et al 2022). Dans une étude réalisée dans notre service en 2020 sur le SGS, l'ESPRI concluait à des symptômes non supportables chez 77,3% des patients ; ce qui suggérait l'existence d'une altération de la qualité de vie chez ces malades (Mahaman Salissou et al 2020). C'est ainsi que, nous nous sommes fixés comme objectif d'évaluer la qualité de vie dans le SGS primitif avec le questionnaire SF-36.

Patients et méthode

Il s'agissait d'une étude cas-témoins. Elle a été réalisée dans le service de Rhumatologie du CHU Aristide Le Dantec de Dakar, actuellement délocalisé à l'hôpital du C.O.U.D (Centre des Œuvres Universitaires de Dakar) entre Avril 2022 et juin 2024. Il s'agissait d'une étude cas témoins. Nous avons inclus des patients atteints de SGS primitif (bras 1) et des sujets sains (bras 2) ayant tous renseigné le questionnaire SF-36. Le diagnostic de la maladie de Sjögren reposait sur la confrontation d'arguments épidémiologiques, cliniques et paracliniques en accord avec les critères de classification de l'ACR-EULAR de 2016, (Shiboski CH et al, 2016).

Le questionnaire SF-36 qui évalue la qualité de vie pour toute affection chronique (Segal et al, 2009 ; Bowman et al, 2024) a été auto-administré chez les patients et témoins instruits. Chez les non alphabétisés, il a été rempli par l'aide d'un personnel médical. Le calcul des scores des 8 domaines ou dimensions a été réalisé par un logiciel Excel intégrant le coefficient attribué à chacun des 36 items.

Pour tous les individus, nous avons précisé :

- La comparaison des données épidémiologiques (sexe et âge);
- La forme clinique du SGS primitif (glandulaire pur, arthro-glandulaire ou associé à des atteintes viscérales);
- Les données immunologiques (positivité ou négativité des auto-anticorps anti-SSA et/ ou anti-SSB);
- Les données histologiques (grade de l'infiltrat à la biopsie des glandes salivaires accessoires (BGSA)) ;
- Le retentissement et l'activité évalués respectivement par l'ESPRIT et l'ESSAI (EULAR primary Sjögren's syndrome disease activity);
- La comparaison des scores des différents domaines du SF-36 (fonctionnement physique (PF), limitations liées à la santé physique (RP), limitations liées aux problèmes émotionnels (RE), vitalité (VT), bien être émotionnel (MH), fonctionnement social (SF), douleur physique (BP), état général de santé perçu (GH)).

L'ESPRI est la somme des scores des trois symptômes précités, chacun évalué entre 0 et 10. L'ESSAI est un score d'activité évaluant les manifestations extra-glandulaires du SGS primitif.

Les données ont été collectées à l'aide du logiciel Epi info 3.5.4.

La valeur de $p \leq 0,05$ était considérée comme statistiquement significative.

Résultats

Cent cas de SGS primitifs ont été appariés avec 100 témoins sains, dont dans chaque bras, 86 femmes et 14 hommes. L'âge médian était respectivement de 53 ans (extrêmes : 20 et 85) chez les patients et 52,5 ans (extrêmes : 20 et 84) chez les témoins. Le syndrome sec notamment oculaire et/ ou buccal (figure 1) était constant.

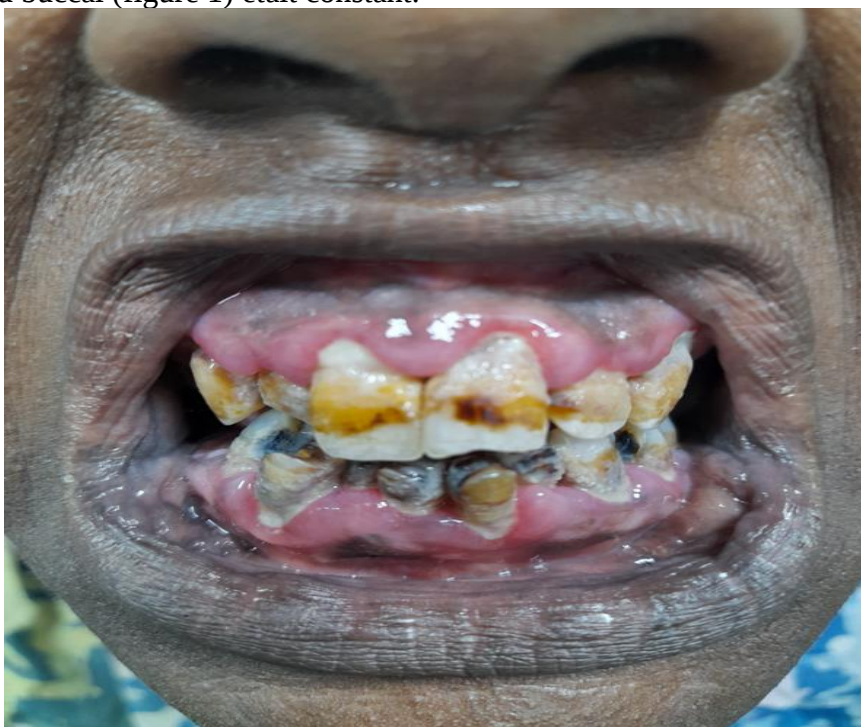


Figure 1 : Illustration d'une sécheresse buccale compliquée d'une parodontite sévère

Il était associé à une atteinte articulaire (forme arthro-glandulaire) dans 80% des cas. L'atteinte articulaire était caractérisée par la présence d'une polyarthrite non déformante, non ankylosante, et non érosive, intéressant les grosses et petites articulations. Il n'y avait pas d'atteinte viscérale. Les auto-anticorps anti-SSA étaient positifs dans 17/78 cas (21,80%). La biopsie des glandes salivaires accessoires retrouvait un grade 3 ou 4 de Chisholm et Mason dans 88% des cas. L'ESPRI concluait à des symptômes non supportables dans

86,76% cas. L'ESSAI mettait en évidence une activité faible à modérée dans 92,30 et une activité élevée dans 7,70% des cas (tableau I).

Tableau I. Activité et retentissement du SGS primitif évalués respectivement par l'ESSDAI et l'ESSPRI

Retentissement et activité	Symptômes non supportables (score ≥5)	Symptômes supportables (score <5)	
ESSPRI	86,76%	13,24%	
ESSDAI	Activité faible (0-4)	Activité modérée (5-13)	Activité forte (>14)
Total	59,6%	32,70	7,70

La comparaison entre malades et témoins sains des scores des dimensions du SF-36 figure dans le tableau II.

Tableau II. Comparaison des domaines du SF-36 dans les deux groupes

Dimensions	Patients	Témoins	P
PF	62,32	80,90	0,0000
RP	48,27	85,70	0,0039
RE	57,31	92,46	0,0000
VT	51,60	61,96	0,0000
MH	57,35	66,90	0,0000
SF	60,15	78,07	0,0000
BP	45,89	78,97	0,0000
GH	44,31	67,65	0,0003

Discussion

Nous avons évalué le degré d'altération de la qualité de vie chez des patients atteints de SGS primitif en les comparant avec des sujets sains de même âge et de même sexe. L'activité de la maladie chez les patients n'était pas globalement sévère. En effet, l'ESSAI n'était élevé que dans 7,70% des cas. Cependant, l'appréciation des symptômes rapportés par les patients était jugée non supportable par l'ESPRIT (Rivière et al, 2022) dans 86,76% des cas. Ainsi, nous sommes en face d'une maladie inactive, mais qui présente un retentissement important attesté par les scores du syndrome sec, la douleur et l'asthénie (Rivière et al, 2022). Cette discordance dans le SGS primitif entre l'ESPRI (évaluant le retentissement) et l'ESSAI (appréciant l'activité) a été rapportée dans la littérature (Hatron et al ; 2016). C'est ainsi que certains auteurs qualifient cette maladie comme une pathologie ayant un double visage (Hatron et al, 2016). La proportion importante de symptômes non supportables chez ces patients suggère une altération de la qualité de vie chez nos malades.

Le questionnaire de qualité de vie SF-36 montre une absence d'altération de la qualité de vie si le score de la dimension évaluée est égal à 100. Lorsque celle-ci est nulle, la qualité de vie est jugée effondrée concernant le domaine étudié. Par le SF-36, des études ont montré que le SGS primitif est caractérisé par une importante altération de la qualité de vie (Barry et al, 2008 ;

Huang et al, 2022). Dans notre étude, les scores chez les témoins varient entre 61,96 et 80,90. Ils n'accèdent pas à 100, mais ils étaient tous supérieurs à 50 (la moitié du score total).

Chez les patients, les scores des domaines étaient tous inférieurs à ceux des témoins sains. Cela témoigne d'une altération de la qualité de vie des malades dans toutes les dimensions. Cette différence entre les deux bras était nettement significative dans tous les domaines avec un p inférieur à 0,05.

L'altération de la qualité de vie était plus accentuée chez nos malades dans les dimensions RP (limitation liée à l'état physique), BP (douleur physique) et GH (santé perçue) toutes marquées par des scores inférieurs à 50 (tableau 2). Cet important handicap physique corrobore avec l'atteinte articulaire qui concernait 80% des cas (Dia et al, 2021). Toutefois, bien que la plupart des «concepts» affectant la qualité de vie soient liés au domaine physique, ils ont un impact sur les domaines psychologique/émotionnel et social en raison d'un manque perçu de compréhension de la part des proches, ainsi que de difficultés au travail, d'une limitation de l'alimentation et d'une altération de la vie sociale (Lackner et al, 2017 ; Miyamoto et al, 2021). (Strombeck et al, 2000; Segal et al, 2009) ont montré que tous les 8 dimensions du SF-36 étaient significativement altérées dans leurs séries (Strömbeck et al, 2000 ; Segal et al, 2009).

Ainsi, outre les domaines physiques, étaient altérées chez nos patients les dimensions RE, VT et MH avec des scores inférieurs à 60. Cette dégradation de la capacité physique, de la vitalité associée à une instabilité émotionnelle sont en accord avec les données de la littérature. Selon certains auteurs, les domaines appréciant les retentissements, physique, psychologique et social font partie des dimensions les plus altérées dans le SGS primitif (Barry et al, 2008 ; Champey et al, 2006).

L'isolement social était cependant moins constaté chez nos malades. Cela pourrait être lié au mode de vie des populations africaines qui se fait dans la majorité des cas en communauté.

Conclusion

Notre étude montre une altération significative de la qualité de vie des patients dans toutes les dimensions du SF-36 par rapport aux témoins sains. Cette altération de la qualité était plus marquée dans les domaines RP, BP et GH avec des scores inférieurs à 50 sur 100.

Remerciements

A tous ceux qui ont participé à la prise en charge des patients d'une manière ou d'une autre particulièrement Dr Adama BAH qui a réalisé cette étude à travers les collectes aux domiciles des patients (les 100 cas) pour la part et d'autres dans le service.

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 relative aux participants humains: Cette étude a été approuvée par le service de rhumatologie où elle a été réalisée, après consentement de tous les participants (les 100 cas) et les principes de la déclaration d'Helsinki ont été respectés.

References:

1. Maldini C, Seror R, Fain O et al. Epidemiology of primary sjögren's syndrome in a French multiracial/multiethnic area. *Arthritis Care Res* 2014; 66(3): 454-63.
2. Mavragani CP, Moutsopoulos HM. Sjogren's syndrome. *Annu Rev Pathol* 2014;9:273–85.
3. Brito-Zeron P, Baldini C, Bootsma H, et al. Sjogren syndrome. *Nat Rev Dis Primers* 2016; 2: 16047.
4. Christodoulou MI, Kapsogeorgou EK, Moutsopoulos HM. Characteristics of the minor salivary gland infiltrates in Sjogren's syndrome. *J Autoimmun* 2010; 34: 400–7.
5. Desvaux E, Pers J-O. Physiopathologie du Sjögren primitif : une épithélite auto-immune. *Rev Rhum Monographies* 2022; 89: 156-61.
6. Mariette X. La maladie de Sjogren. *Rev Rhum Monographies* 2022; 89: 145-6.
7. Felten R, Meyer A, Gottenberg J-E. Sjögren primitif et Sjögren associé. *Rev Rhum monographies* 2022; 89: 147-51.
8. Rivière E, Belkhir R, Nocturne G, et al. Comment suivre un patient atteint du syndrome de Sjögren ? *Rev Rhum monographies* 2022; 89: 196-203.
9. Mahaman Salissou G, Niasse M, Condé C, et al. Le syndrome de Sjögren : aspects épidémiologiques, diagnostiques, thérapeutiques et évolutifs au CHU Aristide-Le-Dantec de Dakar, Sénégal (2012 2016). *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 2020; 113: 136-42.
10. Shiboski CH, Shiboski SC, Seror R, et al. 2016 American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism Classification Criteria for. *Arthritis & Rheumatology* 2016; 00: 00-00.
11. Segal B, Bowman SJ, Fox PC, et al. Health Qual Life Outcomes 2009;7: 46.

12. Bowman SJ, Booth DA, Platts RG, UK Sjögren's Interest Group. Measurement of fatigue and discomfort in primary Sjogren's syndrome using a new questionnaire tool. *Rheumatol Oxf Engl* 2004; 43: 758-64.
13. Hatron P-Y, Hachulla E. Les deux visages du syndrome de Gougerot-Sjögren. *Rev Med Interne* 2016; 37: 77-79.
14. Barry RJ, Sutcliffe N, Isenberg DA, et al. The Sjögren's Syndrome Damage Index—a damage index for use in clinical trials and observational studies in primary Sjögren's syndrome. *Rheumatology (Oxford)* 2008; 47(8): 1193–1198.
15. Champey J, Corruble E, Gottenberg J, et al. Quality of life and psychological status in patients with primary Sjögren's syndrome and sicca symptoms without autoimmune features. *Arthritis Care Res.* 2006; 55: 451-7.
16. Strömbeck B, Ekdahl C, Manthorpe R, et al. Health-related quality of life in primary Sjögren's syndrome, rheumatoid arthritis and Fibromyalgia compared to normal population data using SF-36. *Scand J Rheumatol* 2000; 29: 20–8.
17. Segal B, Bowman SJ, Fox PC, et al. Primary Sjögren's Syndrome: health experiences and predictors of health quality among patients in the United States. *Health Qual Life Outcomes* 2009;7: 46.
18. Huang T, Li Y, Luo Y, et al. Research progress on the pathogenesis and quality of life of patients with primary Sjögren's syndrome complicated by depression. *Clinical and Experimental Rheumatology* 2022; 40: 647-54.
19. Dia LH, Miyamoto ST, Giavelli RA, et al. Pain and fatigue are predictors of quality of life in primary Sjögren's syndrome. *Advances in Rheumatology* 2021; 61: 28.
20. Lackner A, Ficjan A, Stradner MH et al. It's more than dryness and fatigue: the patient perspective on health related quality of life in primary Sjo" gren's syndrome—a qualitative study. *PLoS One* 2017; 12: e0172056.
21. Miyamoto ST, Valim V, Fisher BA. Health-related quality of life and costs in Sjogren's syndrome. *Rheumatology (Oxford)* 2021; 18;60: 2588-2601.

Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de surface et des eaux des nappes au niveau de deux zones humides continentales en Mauritanie : Mahmouda et Tamourt Naaj

Bebeitt Mohameda

Brahim Dicka

Eby Bella

Département chimie,

Faculté des sciences et Techniques de Nouakchott, Mauritanie

Baba Aïnina Moulay Mhamed

Lemhaba Yarba

Abdellahi Mohamed Vall Hmeyada

Ahmed Aliyenne

Ecole Normale Supérieure, Nouakchott, Mauritanie

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p121](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p121)

Submitted: 30 July 2024

Accepted: 15 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Mohameda B., Dicka B., Bella E., Mhamed B.A.M., Yarba L., Hmeyada A.M.V. & Aliyenne A. (2025). *Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de surface et des eaux des nappes au niveau de deux zones humides continentales en Mauritanie : Mahmouda et Tamourt Naaj*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 121.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p121>

Résumé

Les zones humides continentales constituent les écosystèmes les plus productifs en Mauritanie, dans la zone de transition saharo-sahélienne. La présente étude cherche à évaluer la qualité physico-chimique des eaux de surface et des eaux des nappes au niveau de deux zones humides en Mauritanie : Mahmouda et Tamourt Naaj. De par leurs positions géographiques et stratégiques, ces deux zones humides offrent d'importantes fonctions hydrologiques et écologiques. Dans le but de mieux connaître l'aptitude des eaux à satisfaire les besoins domestiques des villages environnants, nous avons analysé de nombreux prélèvements d'eau, en utilisant un pH-mètre (HI 8314), un conductimètre (HI 8733), un Spectrophotomètre UV-Visible (WEG 7100), un photomètre de flamme et la méthode volumétrique Mohr pour le dosage des métaux alcalins. Les données ont été soumises à des logiciels de

traitement de données, et traduits en diagrammes (Piper, Schoeller) afin de ressortir les éléments majeurs pour une représentation des faciès des points d'eau. Les résultats d'analyses physico-chimiques montrent une minéralisation faible à moyenne (conductivité entre 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 237 $\mu\text{S}/\text{cm}$), un taux d'oxygène dissous élevé (5,3 et 18 mg/l) et un pH basique (7,8-9,3) pour la plupart des échantillons d'eau étudiés, ne dépassant pas la norme relative à la qualité des eaux superficielles. Cette eau peut être utilisée pour des fins domestiques en suivant un procédé de traitement de clarification et de désinfection. Cependant, et eu égard aux multiples services écosystémiques qu'elles offrent, ces zones humides restent très vulnérables à la pollution et à la dégradation, ce qui appellent des mesures urgentes et lucides de gestion intégrée, de protection et de conservation.

Mots-clés: Mahmouda, Mauritanie, Tamourt Naaj, Paramètres physico-chimiques, Zones humides

Assessment of the physicochemical quality of surface water and groundwater in two continental wetlands in Mauritania: Mahmouda and Tamourt Naaj

Bebeitt Mohameda

Brahim Dicka

Eby Bella

Département chimie,

Faculté des sciences et Techniques de Nouakchott, Mauritanie

Baba Aïnina Moulay Mhamed

Lemhaba Yarba

Abdellahi Mohamed Vall Hmeyada

Ahmed Aliyenne

Ecole Normale Supérieure, Nouakchott, Mauritanie

Abstract

Wetlands are among the most productive ecosystems that exist across the globe. The wetlands studied here are considered to represent the best examples of ecosystem with their geographical and strategic position and their hydrological and ecological functions in Mauritania. However, they are currently poorly conserved and protected due to overgrazing and poaching, which would cause pollution of these wetlands. The aim of this study is to assess the physico-chemical quality of surface water and groundwater of Mahmouda and Tamourt Naaj wetlands in Mauritania. In order to investigate

the suitability of these wetland waters as drinking water supply for the area, surrounding villages, livestock and agricultural purposes, efficient data processing software, such as the Piper and the Schoeller diagrams as well as other methods, are used to derive the key elements for a representation of the facies of water points. Likewise, the data processing from the measurement campaign would make it possible to guide the qualitative use of water from wetlands.

Keywords: Mahmouda, Mauritania, Tamourt Naaj, Physico-chemical parameters, Wetlands

Introduction

Les zones humides sont considérées comme les « reins de la Terre » en raison de leurs fonctions hydrologiques et chimiques (Keddy, 2010). Les zones humides sont connues comme des espaces de transition entre les milieux terrestres et aquatiques (Alard et al., 2002). Elles se distinguent par des sols hydro-morphes, une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année et abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces (Abloul et al., 2013). L'importance des zones humides ne tient pas à leur superficie globale, car elles couvrent seulement 1,5% environ de la planète (Brenda et al., 2008). Cependant, les zones humides sont parmi les écosystèmes les plus productifs du monde et sont des endroits de la biodiversité. Elles jouent un rôle important dans les processus vitaux et constituent également un habitat privilégié pour une flore et une faune très riche (Yoon, 2009). De manière plus générale, les zones humides interviennent dans le cycle de l'eau sur Terre, celui des éléments nutritifs ou encore les flux d'énergie (Mitsch et al, 2007). Leur haut niveau de biodiversité est peut-être la principale raison pour laquelle la protection des zones humides est devenue une priorité mondiale, soutenue par des accords internationaux tels que la convention de RAMSAR et la convention internationale de la diversité biologique (Yoon, 2009). De nombreux pays dans le monde sont confrontés à la menace de dégradation des zones humides due aux perturbations humaines et au changement climatique (Gong et al., 2010). Ce qui a attiré l'attention de plusieurs organismes et pays à l'établissement de règles régissant le contrôle, la gestion, la protection et la sauvegarde de ces écosystèmes continentaux (Sabri, 2011).

La Mauritanie recèle de nombreuses zones humides côtières et continentales principalement localisées dans les parties sud et sud-est du pays, entre les latitudes 15° et 18° (Amedi, 2014). Il s'agit le plus souvent de zones humides inondées d'eau douce, situées en domaines alluvial ou lacustre, quelques fois palustre, à caractère permanent ou temporaire (Amedi, 2014). Ces zones humides jouent un grand rôle pour l'épanouissement de certaines

activités socio-économiques en général et, plus singulièrement, les activités agro-sylvo-pastorales (Amedi, 2014). Malgré les bénéfices qu'apportent les zones humides, les pratiques culturelles, et en particulier l'emploi massif d'engrais, sont la cause principale d'une préoccupante pollution des nappes souterraines par les nitrates (Faurie et al., 2002). La dégradation des zones humides est principalement affectée par les activités humaines et le changement climatique (Zhao et al., 2018). Le problème de la pollution des eaux par les métaux lourds représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel par la civilisation contemporaine (Ramade, 2012). Les zones humides de la mare de Mahmouda et Tamourt Naaj représentent les meilleurs exemples à étudier afin d'évaluer l'impact des facteurs anthropiques sur le fonctionnement de ce bio-hydrosystème.

L'objectif de notre travail de recherche est de déterminer la qualité physico-chimique des eaux des zones humides étudiées et leurs impacts sur l'environnement. La détermination de la qualité physico-chimique de l'eau des zones humides a permis mieux comprendre la situation et l'évolution d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres comme le potentiel en hydrogène (pH), la conductivité électrique (CE), la température (T), l'oxygène dissous, NO_3^- (nitrate), NO_2^- (nitrite), NH_4^+ (ammonium), PO_4^{3-} (phosphate), SO_4^{2-} (sulfate), HCO_3^- (bicarbonate), Cl^- (chlorure), Ca^{2+} (calcium) et le Mg^{2+} (magnésium).

2. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. La mare de Mahmouda

Mahmouda est une grande mare qui se trouve dans la Wilaya du Hodh Chargui en Mauritanie, dans la Moughataa de Néma, commune de Bérivava, à la position de géoréférencement 16°20,226'N R 07°40,640'W (Hmeyada.A, et al., 2020).

2.1.2. Tamourt Naaj

La Tamourt Naaj est située dans la localité de Nbeika, commune de Tamourt Naaj, relevant de la Moughataâ de Mondjeria, (Wilaya du Tagant). Cette Tamourt est constituée d'un chapelet de zones humides qui s'étendent sur une longueur de 81 km, drainant des eaux depuis les hauteurs de Matmata à l'est vers la mare d'épandage de Guebou à l'ouest (Hmeyada et al., 2020).

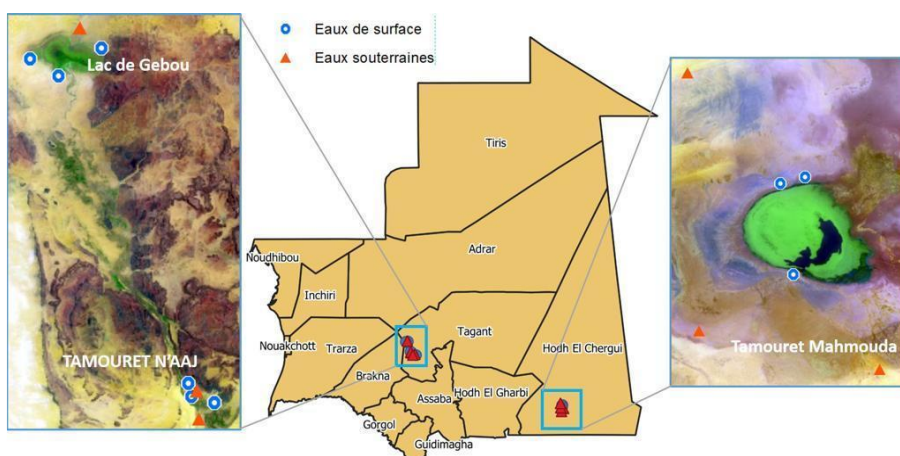


Figure 1: Localisation des points de prélèvement

2.2. *Echantillonnage et prélèvement*

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Dans le cadre de cette étude, un total de 23 échantillons a été prélevé (Tableau 1), dont 15 échantillons proviennent des eaux de surface et 8 échantillons des eaux souterraines. Les échantillons d'eau ont été pris dans des bouteilles de 1litre et transportés dans une glacière et conservés à une température d'environ 4 °C (Rodier et al., 2009).

Tableau des prélèvements – Codification des échantillons

Code Échantillon	
E1	Echantillon 1 eau de surface Mahmouda
E2	Echantillon 2 eau de surface Mahmouda
E3	Echantillon 3 eau de surface Mahmouda
E4S	Echantillon 4 eau souterraine Mahmouda
E5S	Echantillon 5 eau souterraine Mahmouda
E6S	Echantillon 6 eau souterraine Mahmouda
E7S	Echantillon 7 eau souterraine Mahmouda
E8S	Echantillon 8 eau souterraine Mahmouda
E1N	Echantillon 1 eau de surface Tamourt Naaj
E2N	Echantillon 2 eau de surface Tamourt Naaj
E3N	Echantillon 3 eau de surface Tamourt Naaj
E4M	Echantillon 4 eau de surface Tamourt Naaj
E5G	Echantillon 5 eau de surface Tamourt Naaj
E6G	Echantillon 6 eau de surface Tamourt Naaj
E7G	Echantillon 7 eau de surface Tamourt Naaj
E8E	Echantillon 8 eau de surface Tamourt Naaj
E9NS	Echantillon 9 eau souterraine Tamourt Naaj
E10NS	Echantillon 10 eau souterraine Tamourt Naaj
E11NS	Echantillon 11 eau souterraine Tamourt Naaj

E12MS	Echantillon 12 eau souterraine Tamourt Naaj
E13GS	Echantillon 13 eau souterraine Tamourt Naaj
E14ES	Echantillon 14 eau souterraine Tamourt Naaj
E15ES	Echantillon 15 eau souterraine Tamourt Naaj

2.3. Méthodes d'analyse

Au cours des prélèvements des échantillons d'eau, des mesures in situ ont été réalisées pour évaluer certains paramètres physico-chimiques. Sur le terrain, un appareil multifonction Palintest 900 a été utilisé pour mesurer plusieurs paramètres, tels que la température, le pH et la conductivité électrique (C.E). En complément, les concentrations en nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), ammonium (NH_4^+) et sulfates (SO_4^{2-}) ont été dosées en laboratoire par spectrophotométrie UV-Visible (WEG 7100). Les métaux alcalins, sodium (Na^+) et potassium (K^+), ont été quantifiés à l'aide d'un photomètre de flamme. Le titre alcalimétrique complet (TAC), la dureté totale (TH), le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), les chlorures (Cl^-), l'oxydabilité et les bicarbonates (HCO_3^-) ont été dosés par la méthode volumétrique de Mohr en présence de milieux adéquats. La matière en suspension a été déterminée par filtration d'un échantillon d'eau sur un filtre de porosité 0,45 μm .

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un traitement informatique par Excel et traduits en diagramme de Piper.

3. Résultats et Discussions

L'analyse de la qualité de l'eau a été abordée sur des stations réparties sur la zone humide Mahmouda et Tamourt Naaj. Aux vues de la multitude de paramètres pouvant être utilisés pour l'évaluation de la qualité de l'eau, on a opté pour certains, parmi ceux habituellement utilisés dans le diagnostic écologique :

3.1. Résultats des paramètres physiques de l'eau

3.1.1. pH

Les résultats de la mesure du pH des eaux de surface et souterraine des zones humides sont illustrées sur les figures (2et 3).

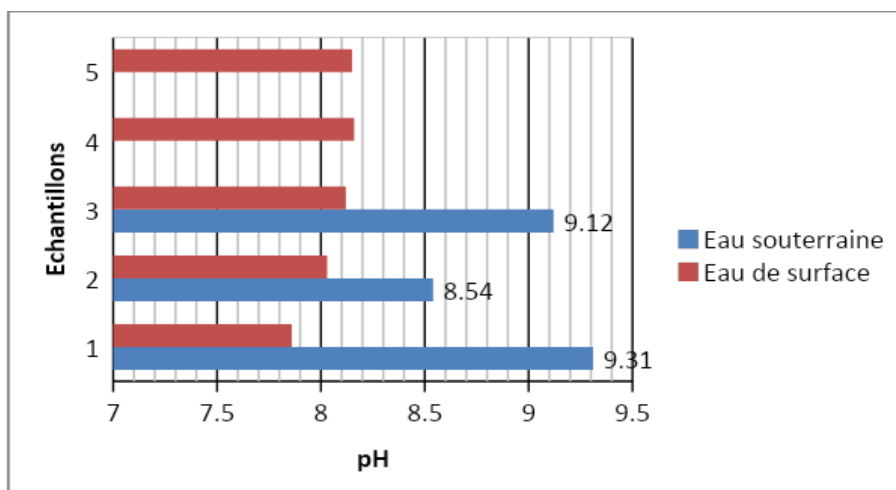


Figure 2: Variation des valeurs de pH des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Mahmouda

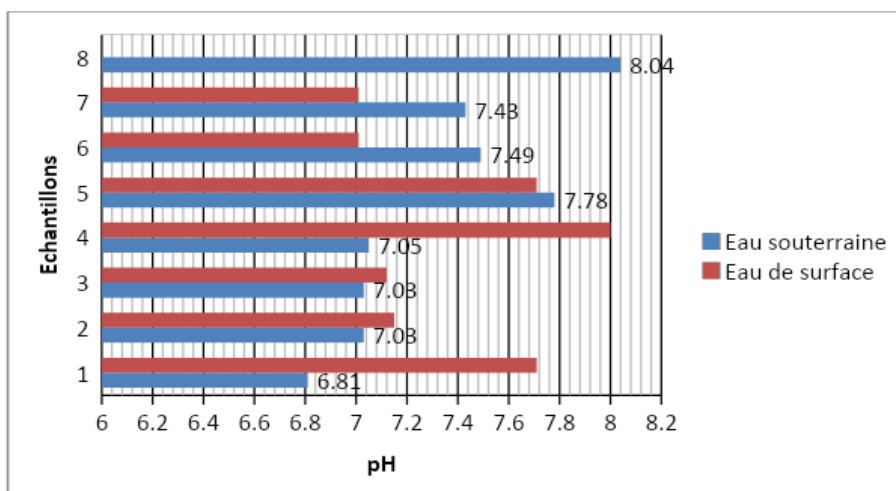


Figure 3: Variation des valeurs de pH des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Tamourt Naaj

Les variations du pH illustré sur la figure 2 montrent que les valeurs du pH s'échelonnent entre (7,8 et 9,3), ce qui indique que les eaux étudiées sont légèrement alcalines. D'après ces résultats, on observe que le pH dans E1 (Eau souterraine) et E3 (Eau souterraine) dépasse la norme des eaux naturelles (6,5 et 8,5).

D'après la figure 3, le pH des eaux étudiées varie entre (6,8 et 8,04), ces valeurs concordent parfaitement avec celles obtenues par des études qui trouvent des valeurs de 7,7 à 8,9 pour les eaux de surface au Maroc (Abboudi et al., 2014).

3.1.2. Température

La température enregistrée sur la figure 4 est comprise entre 29°C et 32°C. Cette augmentation est due au climat qui influe sur la couche superficielle de zone humide étudiée.

Pour la figure 5, le graphe montre que les valeurs de la température varient entre 30°C et 36,4°C, très proches de la température ambiante des sites étudiés.

Dans les pays de la sous-région, plusieurs auteurs ont étudié les paramètres physico-chimiques de l'eau de surface, des zones continentales et les valeurs enregistrées sont très variables (Zinsou et al.,2016).

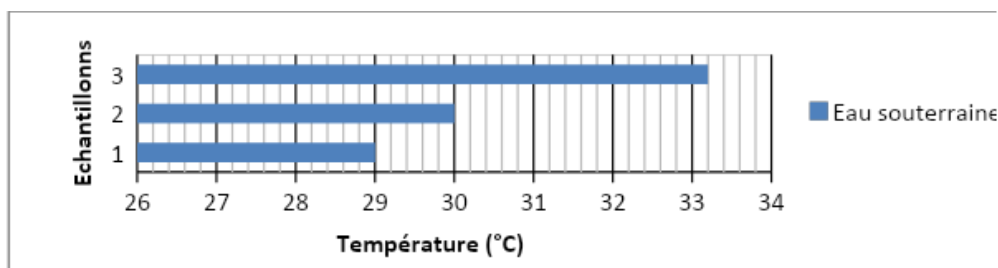


Figure 4: Variation de la température (°C) des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Mahmouda

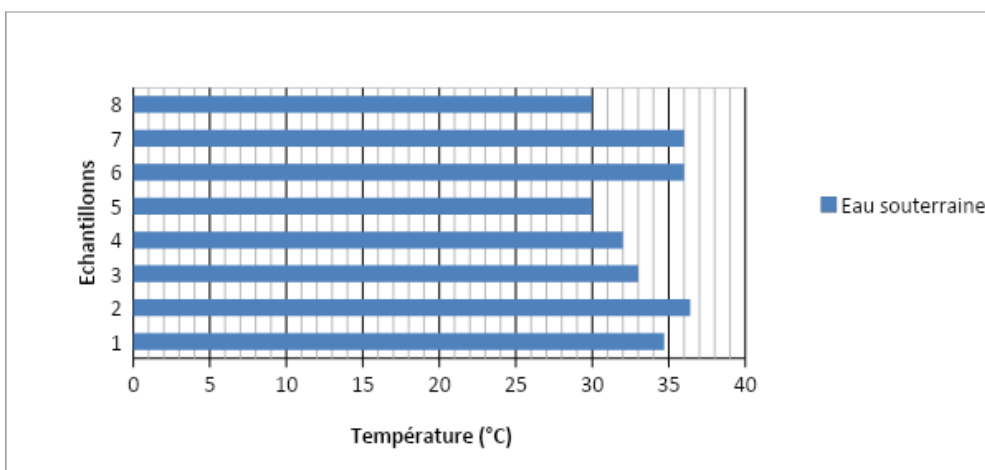


Figure 5: Variation de la température (°C) des eaux souterraines et de surfaces dans la zone humide de Tamourt Naaj

3.1.3. La conductivité

Les résultats de la mesure de la conductivité des eaux de surface et souterraine des zones humides sont illustrées sur les figures (6 et 7).

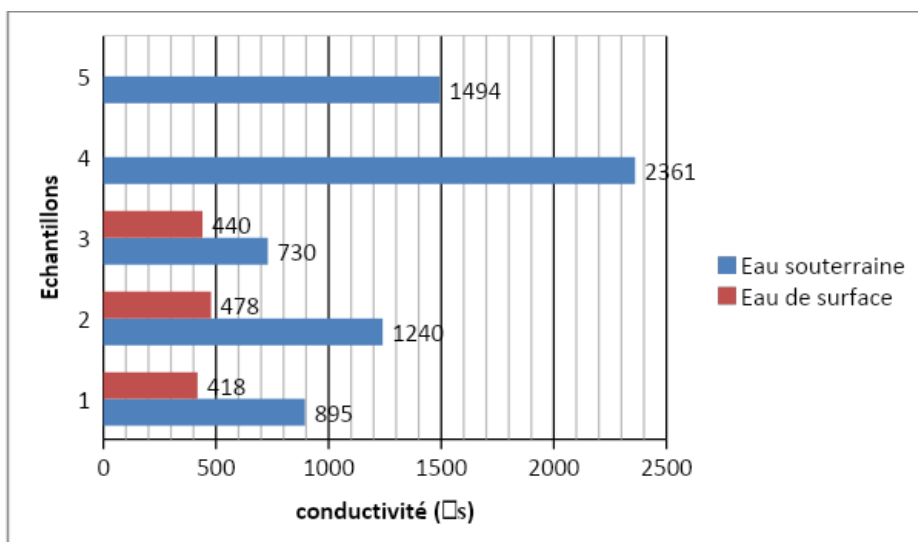


Figure 6: Conductivité des eaux à Mahmouda

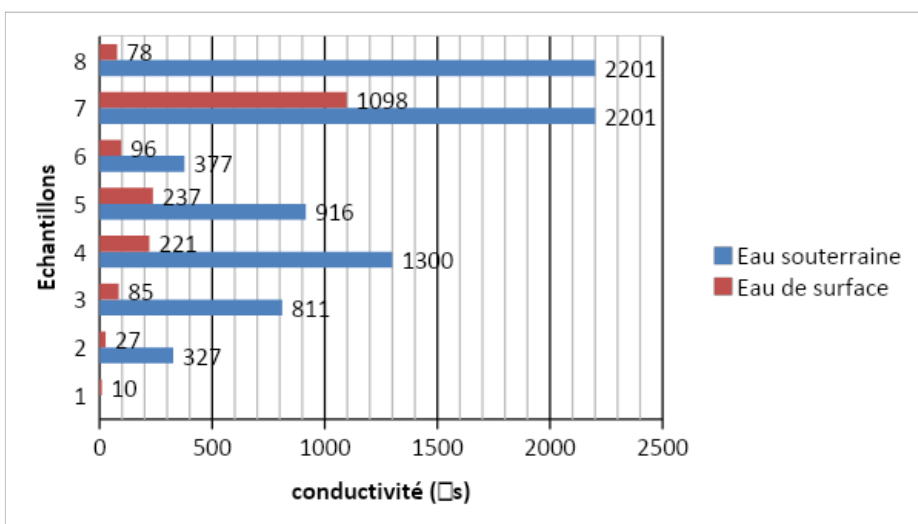


Figure 7: Conductivité des eaux à Tamourt Naaj

La figure 6, montre une petite variation de la conductivité entre les différents sites. La conductivité des eaux surface la plus faible a été enregistrée à E1 (418µs/cm) alors que la valeur la plus élevée a été enregistrée à E4 (Eau souterraine) (2361µs/cm).

Sur la figure 7, les valeurs de la conductivité des eaux fluctuent entre (10 µs/cm et 1098 µs/cm) pour les eaux de surface, ces valeurs restent en dessous de la norme de l'OMS. Pour les eaux souterraines la valeur de la conductivité varie entre (327 µs/cm et 2201).

En général les valeurs de la conductivité supérieure à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indiquent une très forte charge d'éléments minéraux.

D'une façon générale, la conductivité des eaux de surface dans les sites visités correspond à celle des eaux minérales qui se situe entre 200 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Hade et al., 2002).

3.1.4. Solide dissous totaux (TDS)

Sur les figures (8 et 9), on présente les variations des teneurs en TDS dans les eaux de surface et souterraine des zones étudiées.

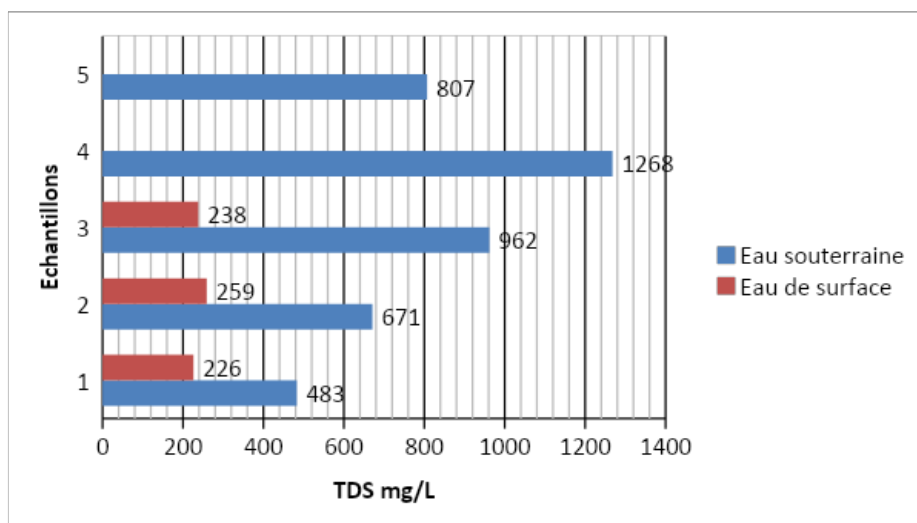


Figure 8: La teneur en solide dissous totaux dans les eaux de surface et souterraine de Mahmouda

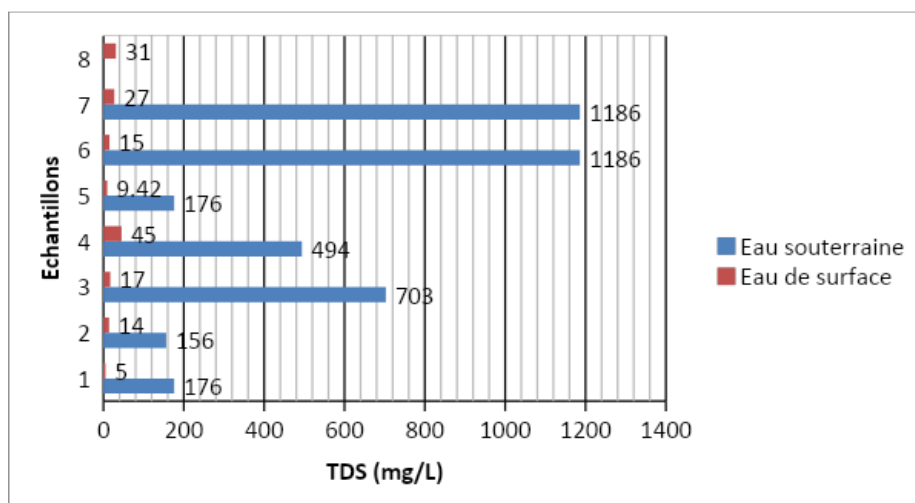


Figure 9 : La teneur en solide dissous totaux des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

La figure 8 montre que les valeurs du TDS de l'eau de surface enregistrées sont comprises entre (226 mg/L et 238 mg/L) et les valeurs du TDS des eaux souterraines varient entre (483 mg/L à E1 et 1268 mg/L à E4).

Pour la figure 9 montre que les valeurs de surface du TDS enregistré sont comprises entre 14 mg/L (E2) et 31 mg/L (E8). Dans les eaux souterraines ; les valeurs enregistrées varient entre 156 mg/L (E2) et 1186 mg/L (E6 et E7). *Les eaux souterraines affichent des valeurs de TDS supérieures à celles des eaux de surface, ce qui est cohérent avec les données publiées (Fetter, 2001). Cette différence s'explique principalement par leur temps de contact prolongé avec les formations géologiques.*

3.1.5. Salinité

Sur les figures (10 et 11), on présente les résultats de la mesure de la salinité des eaux de surface et souterraine des zones étudiées.

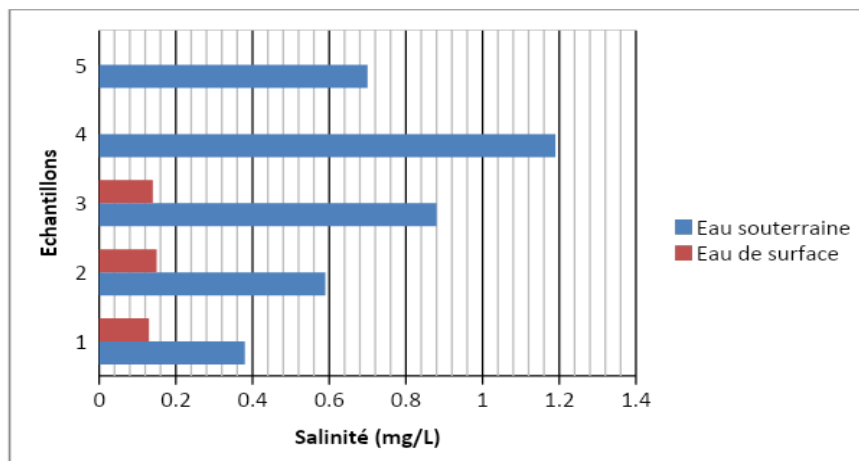


Figure 10 : Salinité des eaux de surface et souterraines à Mahmouda

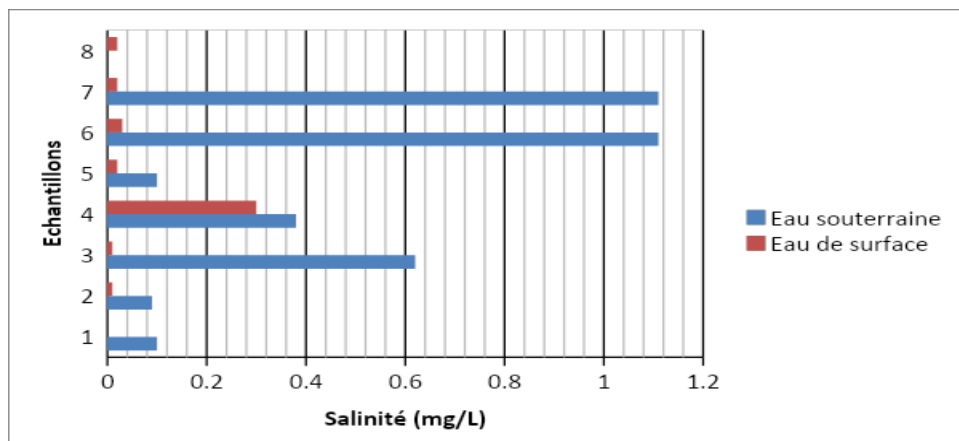


Figure 11: Salinité des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

Pour les eaux de surface, la figure 10, montre que la salinité varie entre 0,13 g/L (E1) et 0,15 g/L (E2). La figure 10, montre que la salinité varie des eaux souterraines varie entre à 0,38 g/L (E1) et 1,19 g/L (E4).

Les teneurs en sel des eaux de surface, sont illustrées sur la figure 11. Ils varient entre 0 g/L (E2) et 0,3 g/L (E4) pour les eaux souterraine la figure 11 montre que la salinité varie entre 0,09 g/L (E2) et 1,11g/L (E6 et E7).

3.1.6. Oxygène dissous

Sur les figures 12 et 13, présentent la teneur en oxygène dissous des eaux de surface et souterraine des zones étudiées.

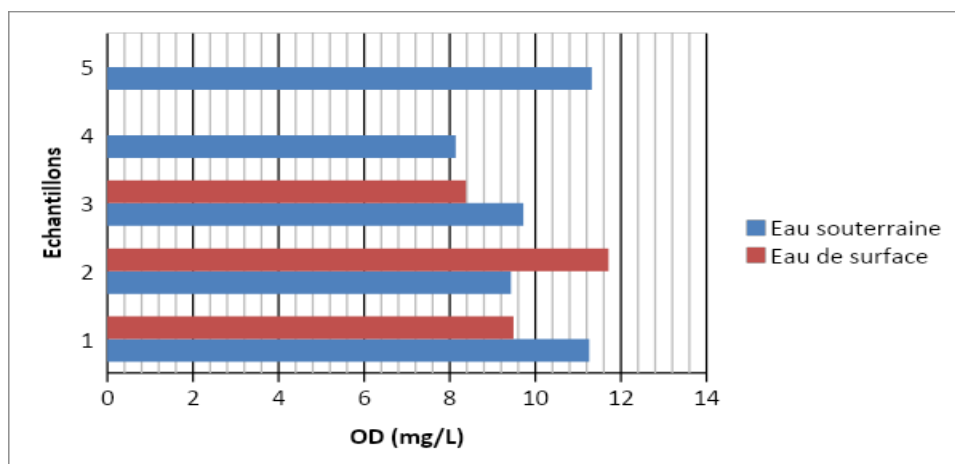


Figure 12: La teneur en oxygène dissous des eaux de surface et souterraine à Mahmouda

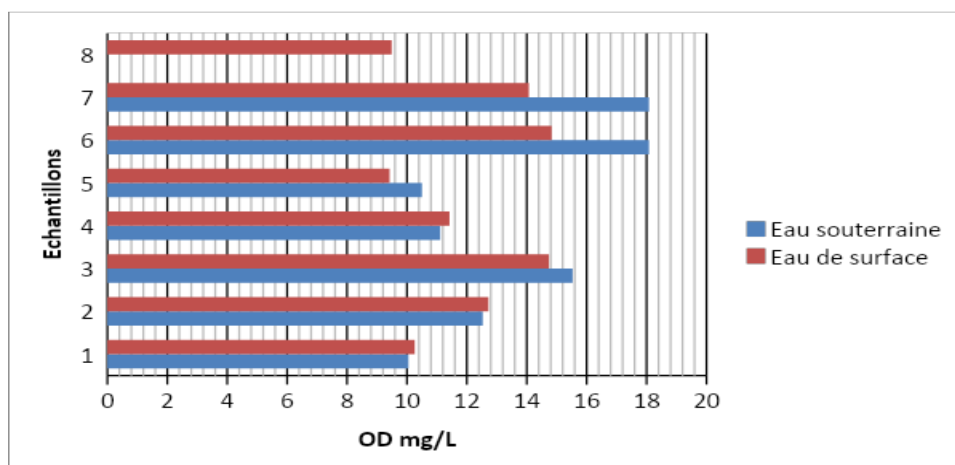


Figure 13 : La teneur en oxygène dissous des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

Pour les eaux de surface, la figure 12 de la variation du taux de l'OD enregistré varie entre 8,38(E1) et 11,7 (E2) mg/L, on note que la zone Sud de

la mare de Mahmouda est plus oxygénée que la zone Nord de la mare. Les teneurs en oxygène dans les eaux souterraines varient entre 8,14 (E4) et 11,32 (E5). Donc ces résultats ne sont pas en concordance totale avec la norme de l'OMS (5 et 7 mg/L).

La figure 13, montre que les valeurs d'oxygène dans les eaux de surface sont comprises entre (9,4 (E5) et 14,08 (E3) mg/L). Donc le site le plus oxygénée est Roudha Arrêt 2 Gebou et la plus faible teneur en oxygène correspond Djgra1. Pour les eaux souterraines, la valeur minimale (10 mg/L) d'OD enregistré à E1 et la maximale (18 mg/L) valeur à E6 et E7.

D'une manière générale, les résultats montrent que la teneur d'OD est élevée. Cela est due à l'absence des microorganismes dans les eaux analysées.

3.1.7. Titre alcalimétrique simple

Les résultats du dosage de la teneur de la TA des eaux de surfaces et souterraine des zones étudiées montrent que le TA est nul pour l'ensemble des zones étudiées. Ce qui confirme l'alcalinité des eaux étudiées.

3.1.8. L'alcalinité ou Titre alcalimétrique complet

Les résultats du dosage de la teneur de TAC des eaux de surfaces et souterraines des zones étudiées sont illustrés sur les figures 14 et 15.

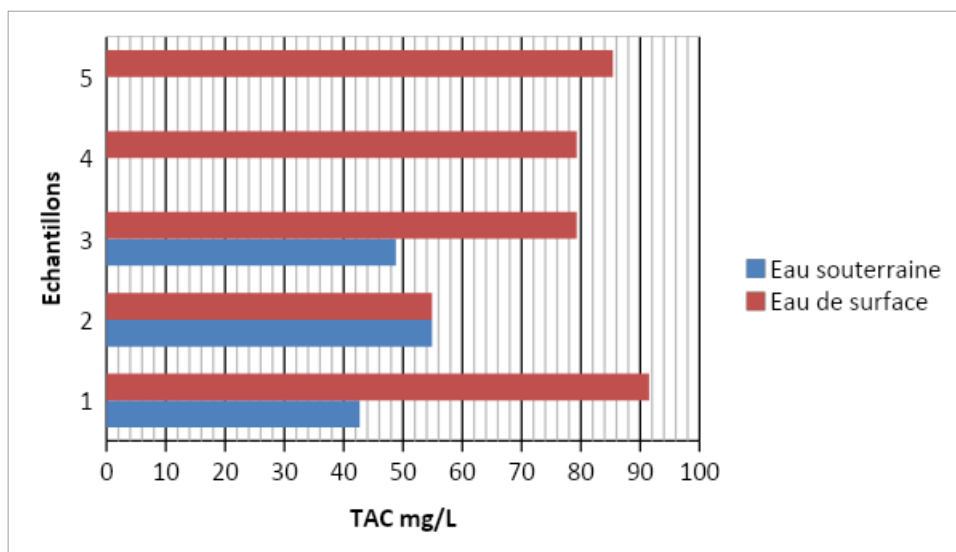


Figure 14: La teneur de TAC des eaux de surface et souterraine à Mahmouda

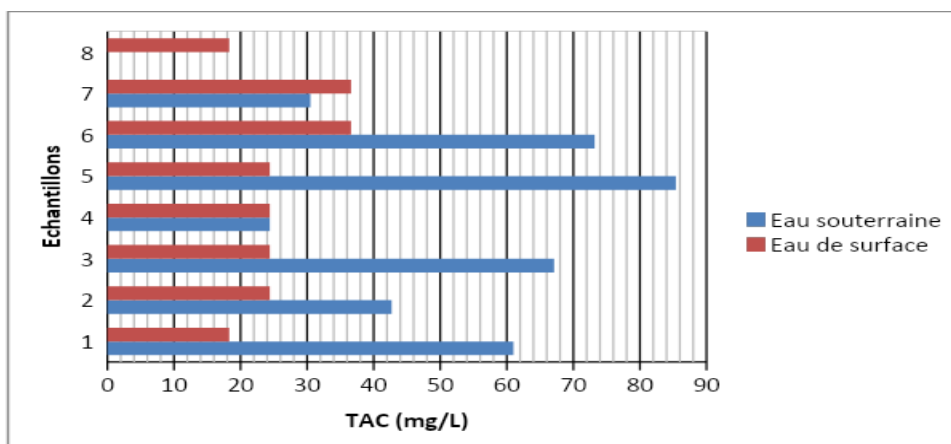


Figure 15 : La teneur de TAC dans les eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

La figure 14, montre qu'il y a une variation de TAC au niveau des eaux de surface et souterraine. Pour les eaux de surface les valeurs de TAC varient entre 42,7 mg/L (E2) à la mare de Mahmouda Est et 54,9 mg/L (E5) à la mare de Mahmouda Sud. Le taux du TAC des eaux souterraines varie entre 59,9 mg/L (E1) et 91,5mg/L (E2). D'après les résultats, les eaux analysées sont à la norme.

Nous observons que les valeurs des TAC des eaux de surface enregistrées sur la figure 15 varient entre 18,3 mg/L (E1) et 36,6 mg/L (E6 et E7). Pour les eaux souterraines les teneurs des TAC varient entre 24,4 mg/L (E4) et 85,4 mg/L (E5).

3.1.9. Dureté

Les résultats du dosage de la teneur de TH des eaux de surfaces et souterraine des zones étudiées sont illustrées sur les figures 16 et 17.

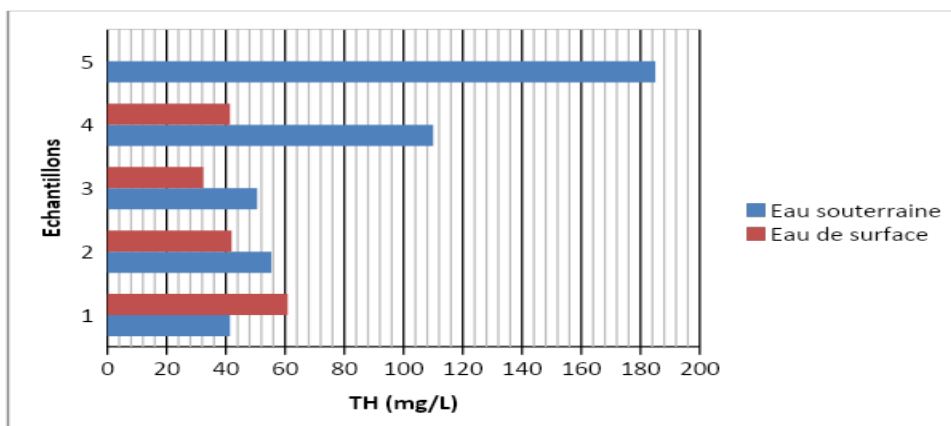


Figure 16: Dureté des eaux de surface et souterraine à Mahmouda

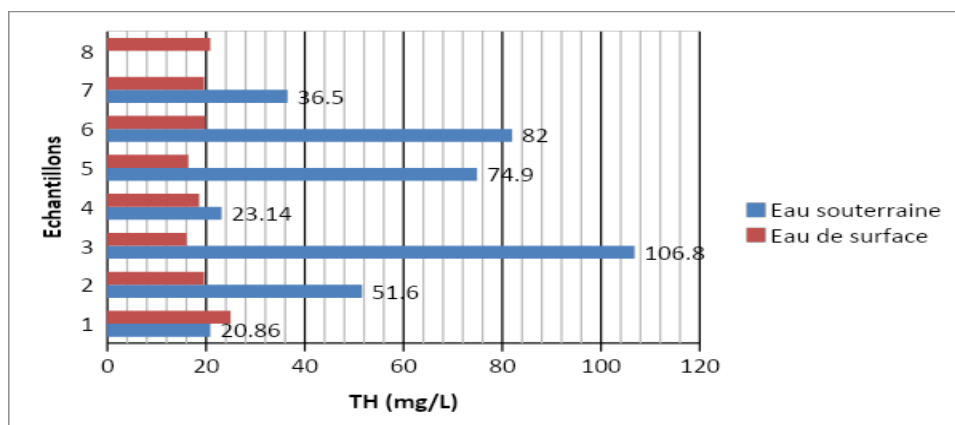


Figure 17: Dureté des eaux de surface et souterraine à Tamourt Naaj

Les valeurs de la dureté obtenues dans les eaux de surface sont comprises entre 32,4 mg/L (E3) et 68,86 mg/L (E1). Pour les eaux souterraines, les valeurs de la dureté sont comprises entre 55,3 (E1) et 185 mg/L (E5) (figure 16). On observe que les eaux souterraines sont plus dures que les eaux de surface.

La figure 17, représente la variation de la dureté obtenue dans les eaux de surface. Elle est comprise entre 16 mg/L (E3) et 24,9 mg/L (E1). Pour les eaux souterraines, les valeurs de la dureté varient de 20,14 mg/L (E1) à 106,8 mg/L (E3). Ces données montrent que les eaux souterraines sont plus dures que les eaux de surface. En générale, la dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés.

3.1.10. Teneurs en cations

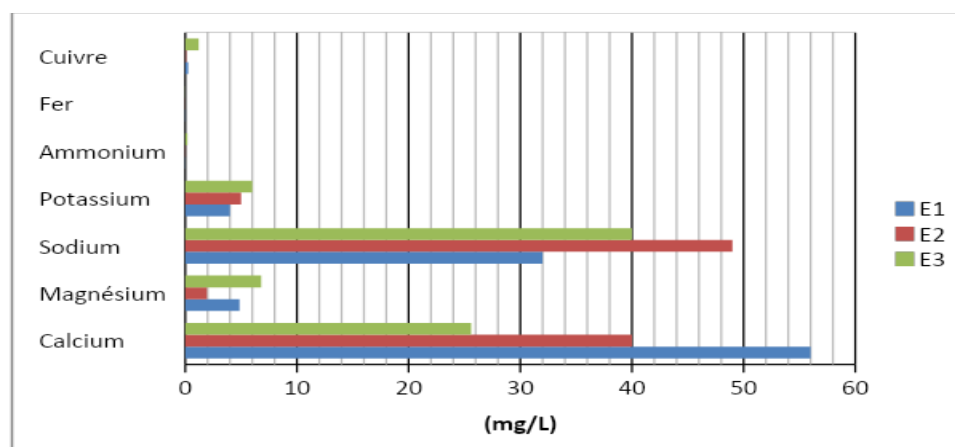


Figure 18 : Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux de surface à Mahmouda

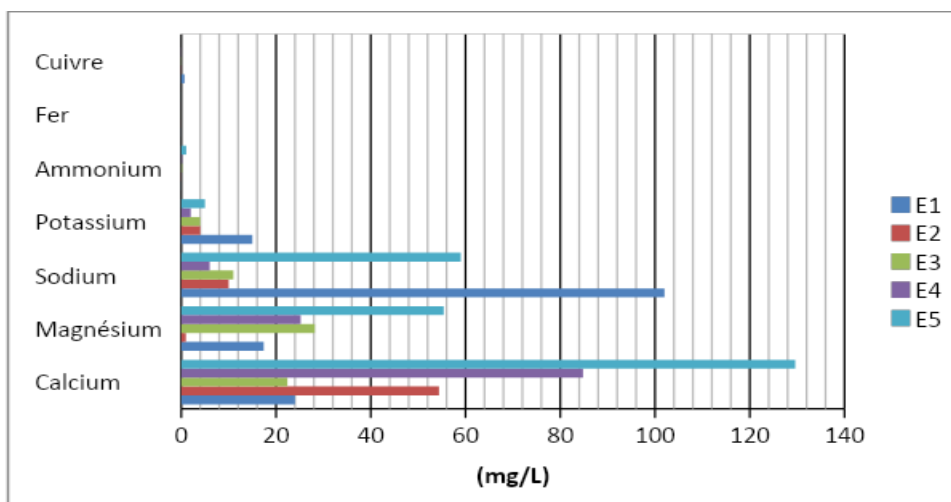


Figure 19 : Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux souterraines à Mahmouda

La figure 18, La teneur minimum du calcium (25,6 mg/L) enregistrée au niveau d'E3 que la zone E1, a une teneur la plus élevée en calcium (56 mg/L). La figure 18, Les teneurs en calcium des eaux souterraines varient entre (22,4 mg/L (E1) et 129,6 mg/L (E5)). On remarque que les eaux étudiées restent dans la norme (200 mg/L).

Les teneurs en Magnésium oscillent entre 1,94 mg/L (E2) et 6,8 mg/L (E3)) (figure 18). Pour les eaux souterraines le profil du teneur du magnésium oscille entre 0,97 mg/L (E2) et 55,4 (E5) (figure 19). Ces valeurs restent inférieures à la valeur admissible par les normes de l'OMS (50 mg/l), sauf à E5.

D'après la figure 18, les teneurs en sodium dans les eaux de surface varient entre 31 mg/L (E1) et 49 mg/L (E2). Dans les eaux souterraines (figure 19), la teneur en Sodium oscillait entre 6 mg/L (E4) et 102 mg/L (E1). Ces résultats des teneurs en sodium sont admis par l'OMS (inférieur à 200 mg/L).

La figure 18, montre que les valeurs de Potassium des eaux de surface varient entre 4 mg/L (E1) et 6 mg/L (E3). Les eaux souterraines, la variation de Potassium oscillant entre 2 mg/L (E4) et 15 mg/L (E1) (Figure 19). Ces valeurs respectent la norme de l'OMS (inférieur à 20 mg/L).

Les teneurs en ammonium varient entre 0,03 mg/L (E1) et 0,19 mg/L (E3) (figure 18). Pour les eaux souterraines (figure 19) les teneurs en ammonium sont comprises entre 0,03 (E1) et 1,04 mg/L (E5). D'après les résultats on remarque que la teneur en ammonium dans l'échantillon (E5) dépasse la norme de l'OMS (0,5 mg/l) ce qui n'est pas le cas pour les restes. La figure 18, montre que les teneurs en Fer des eaux de surface varient entre 0,02 mg/L (E1) et 0,04 mg/L (E2). Dans les eaux souterraines, les teneurs en

Fer varient entre 0,01 mg/L (Digra2 E6S, eau puits Souleimaniya Mahmouda E7S et Mahmouda Souleimaniya E8S) et 0,02 mg/L (Hassi Ehl Jamiaa E4S et Djgra1 E5S) (Figure 19). Ces résultats des eaux étudiées montrent que les eaux étudiées ne contiennent que très peu de fer.

La Figure 18, montre que les teneurs de cuivre des eaux de surface varient entre 0,08 mg/L (E1) et 1,2 mg/L (E3). Dans les eaux souterraines la teneur de cuivre varie entre 0 mg/L (E1) et 0,68 mg/L (E4) (Figure 19).

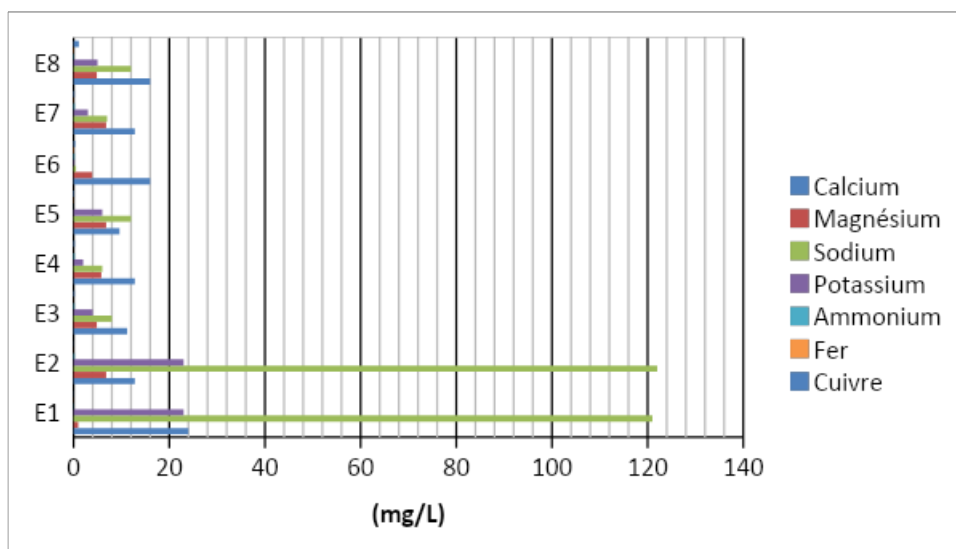


Figure 20: Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux de surface à Tamourt Naaj

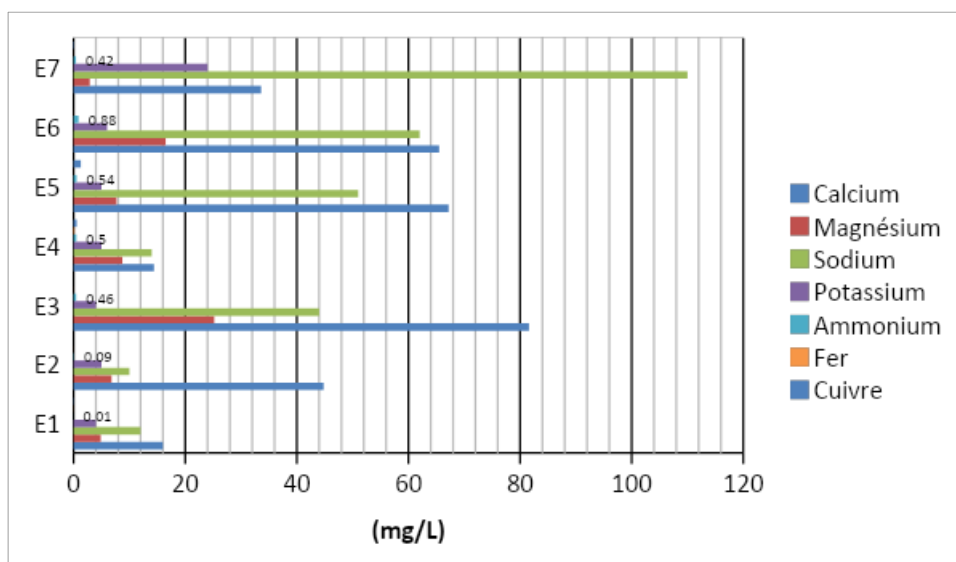


Figure 21 : Teneurs en cations de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux souterraines à Tamourt Naaj

Dans les eaux de surface, les résultats illustrés sur la figure 20, montrent que la teneur en calcium d'une part dans les eaux de surface est comprise entre 9,6 mg/L (E5) et 24 mg/L (E1), d'autre part la teneur en calcium des eaux souterraines varient de 14,4mg/L (E1) à 81,6 mg/L (E3). Ces valeurs restent conformes à la norme (200 mg/L). En générale, la présence de calcium dans les eaux a pour origine la dissolution des formations carbonatée et gypseuses.

La figure 20, montre que les valeurs des teneurs en Magnésium oscillent entre 0,97 mg/L (E1) et 6,8 mg/L (E7). Pour les eaux souterraines, le graphe montre que la variation des teneurs en Magnésium varie entre 2,9 mg/L (E7) et 25,2 mg/L(E3). On note que ces résultats ne dépassent pas la norme de l'OMS (50 mg/L) (Figure 21).

La figure 20, expose les valeurs du Sodium des eaux de surface qui varient entre 0,5 mg/L (E4) et 122 mg/L (E1 et E2). Dans les eaux souterraines les teneurs en Sodium varient entre 10 mg/L (E2) et 110 mg/L (E7) (Figure 21).

Dans la figure 20, on constate que les teneurs en Potassium des eaux de surface varient entre 0,2 mg/L (E4) et 23 mg/L (E1 et E2). La figure 21 montre que la teneur des eaux souterraines en Potassium varie entre 4 mg/L (E1) et 24 mg/L (E7). On constate que les teneurs en Potassium des eaux étudiées ne dépassent pas la norme sauf pour l'échantillon E7 (24 mg/L).

La figure 20, montre que les teneurs en ammonium des eaux de surface varient entre 0,03 mg/L (E5) et 0,24 mg/L (E7). Dans la figure 21, La teneur en ammonium varie entre 0,01 mg/L (E3) et 0,8 mg/L (E5) pour les eaux souterraines. Ces résultats montrent que la teneur d' NH_4^+ des eaux étudiées ne dépasse pas la norme (0,5 mg/L) sauf E7.

En générale, les eaux profondes peuvent être chargées en ammonium par réduction des nitrates sous l'action des bactéries.

La figure 20, montre que la teneur en Fer des eaux de surface varie entre 0,01 mg/L (E4) et 0,11 mg/L (E6). Dans les eaux souterraines, la variation du fer est comprise entre 0,01 mg/L (E6) et 0,17 mg/L (7). Ces résultats montrent que la teneur en fer ne dépasse pas 0,3 mg/L (Figure 21).

D'après la figure 21, les valeurs de cuivre dans les eaux de surface varient entre 0,04 mg/L E1N et E2) et 1,1 mg/L (E7). Les teneurs en Cuivre dans les eaux souterraines varient entre 0 mg/L (E2, E3 et E6) et 1,3mg/L (E5).

Teneurs en ANIONS

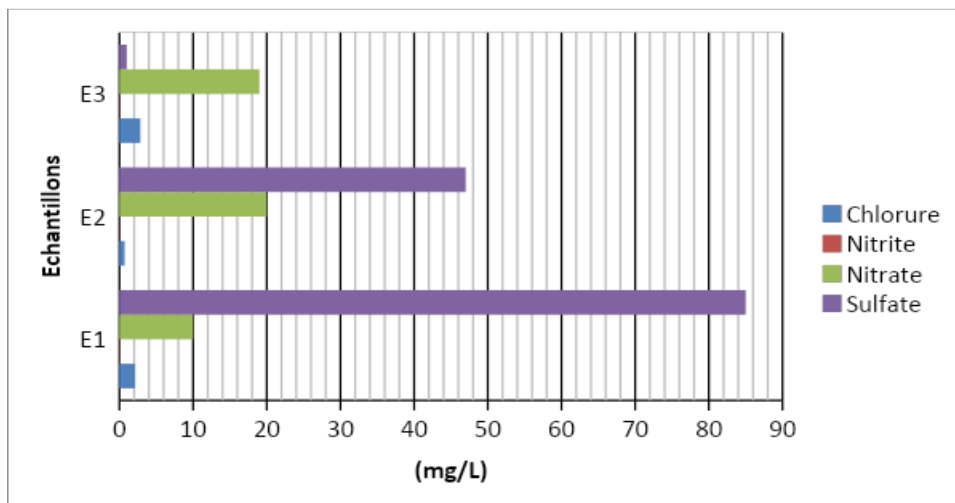


Figure 22: Teneurs en anions de Cl, Nitrite, Nitrate, So_4 des eaux de surface à Mahmouda

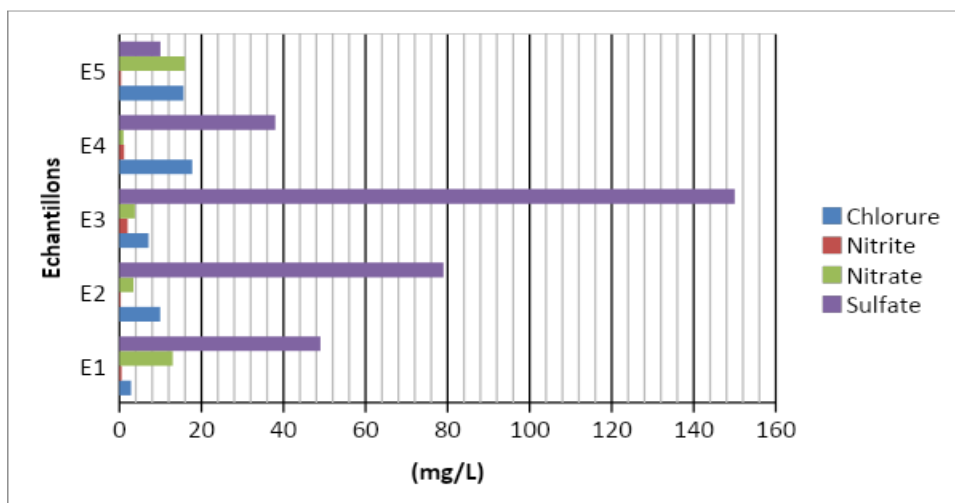


Figure 23: Teneurs en anions de Cl, Nitrite, Nitrate, So_4 des eaux de surfaces à Mahmouda

La teneur en Chlorure illustré sur la figure 22, montre que les valeurs de Chlorure des eaux de surface varient entre 0,71 mg/L (E2) et 2,84 mg/L (E3). Les taux de Chlorure au niveau des eaux souterraines sont supérieurs aux taux de Chlorure des eaux de surface (7,1 mg/L (E1) et 17,7 mg/L (E4) (figure 23)).

La teneur la plus élevée de Nitrite dans les eaux de surface est observée au niveau d'E1 (0,09 mg/l) et une minimale au niveau d'E2 (0,04 mg/l) (Figure 22). Pour les eaux souterraines les teneurs en nitrite oscillent entre 0,33 mg/L (E2) et 2 mg/L (E3) (Figure 23). On observe une augmentation de la teneur en

nitrate au niveau d'E6S, cette augmentation peut-être à cause de l'oxydation d'Ammonium dans les eaux profondes.

Les teneurs en Nitrate des eaux de surface sont de 10 mg/L (E1) et 20 mg/L (E2) (Figure 22). Dans les eaux souterraines les teneurs en Nitrate varient entre 1 mg/L (E4) et 16 mg/l (E5) (figure 23). On note que les eaux étudiées ne sont pas assujetties à un risque de pollution par les Nitrate car leurs teneurs dans les eaux étudiées ne dépassent pas la norme (50 mg/L).

L'allure de la figure 22, montre que les teneurs en Sulfate des eaux de surface varient entre 1 mg/L (E3) et 85 mg/L (E1). Pour les eaux souterraines, la teneur en sulfate varie entre 10 mg/L (E5) et 150 mg/L (E3) (figure 23).

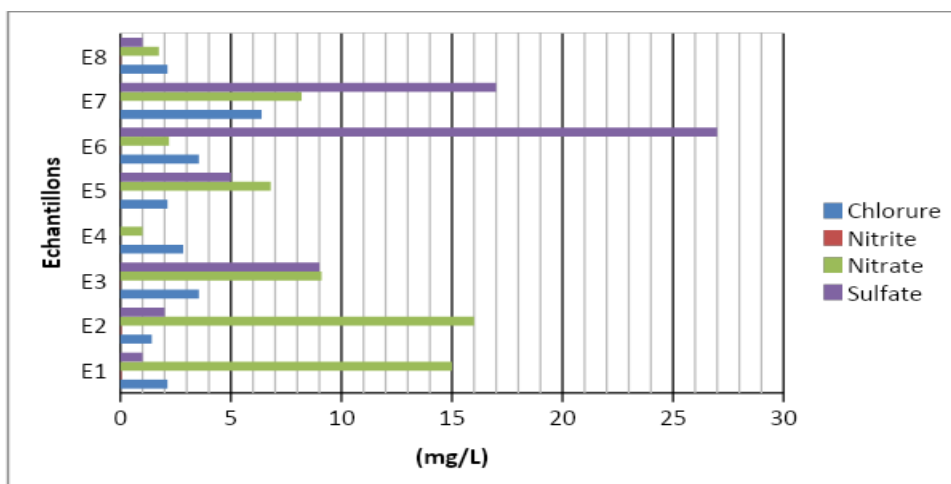


Figure 24: Teneurs en ANIONS de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux de surfaces à Tamourt Naaj

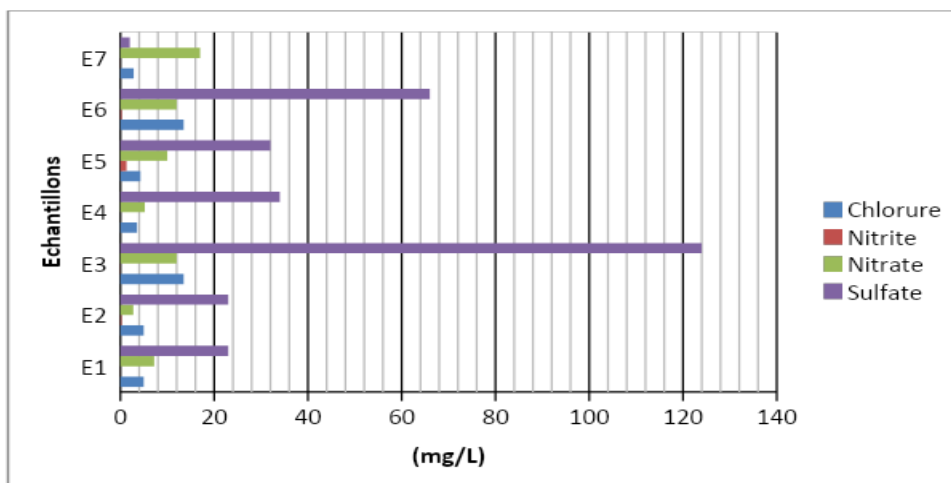


Figure 25: Teneurs en ANIONS de Ca, K, Na, Mg Ca, Fe, Cu et d'Ammonium des eaux souterraines à Tamourt Naaj

La figure 24, montre que les teneurs en chlorure des eaux de surface varient entre 1,42 mg/L (E2) et 6,39 mg/L (E7). Pour les eaux souterraines, les teneurs en Chlorure varient entre 2,84 mg/L (E7) et 13,49 mg/L (E3 et E6) (Figure 25).

Les teneurs en Nitrite des eaux de surface qui est illustré sur la figure 24, montrent que la teneur en Nitrite varie entre 0 mg/L (E4) et 0,05 mg/L (E1). Dans les eaux souterraines la teneur en Nitrite enregistrée est de 0 mg/L (E2) à 1,3 mg/L (E4) (Figure 25).

Il est considéré d'une manière générale que des teneurs supérieures à 0,1 mg/L sont signes de pollution. Il est probablement dû à l'infiltration des eaux des Oueds vers les nappes. La figure 24, montre que les teneurs en Nitrate des eaux de surface varient entre 1 mg/L (E4) et 16 mg/L (E2). Dans les eaux souterraines les teneurs en Nitrate varient entre 2,75 mg/L (E1) et 17 mg/L (E7) (figure 25).

Généralement la teneur en Nitrate des eaux est élevée en raison du ruissellement agricole et la filtration de la contamination avec les déchets animaux et végétaux. La teneur en sulfate des eaux de surface varie entre 1 mg/L (E1) et 27 mg/L (E6) (figure 24). Dans les eaux souterraines, la teneur en Sulfate oscille entre 2 mg/L (E7) et 124 mg/L (E3) (figure 25).

D'une manière générale l'augmentation des teneurs en sulfate dans les eaux résultent de la dissolution des formations gypseuses et l'oxydation de sulfure.

Conclusion

Les zones humides sont au cœur de l'économie rurale en Mauritanie. Pour la présente étude, on a contribué à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux des zones humides de Mahmouda et de Tamourt Naaj en Mauritanie. En effet, l'examen et l'interprétation des résultats d'analyses physico-chimiques montrent que: la minéralisation est faible à moyenne et augmente selon les sites, le taux d'oxygène dissous augmente également d'un site à l'autre ; les valeurs élevées des paramètres étudiés permettent de qualifier les eaux de bonne qualité pour la vie aquatique. Les valeurs du pH reflètent la caractéristique basique des eaux analysées et l'origine de cette alcalinité serait liée au lessivage des terrains géologiques des bassins versants. Les teneurs observées pour la plupart des paramètres physicochimiques étudiés ne dépassent pas la norme conventionnelle (OMS) relative à la qualité des eaux superficielles. Cette eau peut être utilisée pour la production d'eau potable en suivant un procédé de traitement de clarification et de désinfection.

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.

Remerciements

Nous exprimons nos vifs remerciements :

A Son Excellence, SIDINA OULD AHMED ELY, Directeur de l'ANGMV

Au Dr. HAMOUDI HAMADI, Directeur de l'ENS

A Monsieur DIA MOMOUDOU Coordinateur du PZHC (ANGMV)

Et à tous ceux qui ont aidé d'une manière ou d'une autre à la préparation de ce travail.

References:

1. Abboudi, A., Tabyaoui, H., & El Hamichi, F. (2014). Etude de la qualité physicochimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou (Maroc). *European Scientific Journal*, 10(23), 1-12.
2. Abloul, W., & Deghina, H. (2013). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux du sud d'Algérie. (p. 39). Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi.
3. Abouelouafa, M., El Halouani, H., Kharboua, M., & Berrichi, A. (2002). Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda: canal principal et Oued Bounaïm. *Notes et Mémoires de l'Institut Agronomique et Vétérinaire (Maroc)*, 22(3), 143-150.
4. Alard, D., & Bourcier, A. (2002). *Zones humides de la basse vallée de la Seine*. Quae.
5. Amedi, C. (2014). *Stratégie nationale de conservation des zones humides en Mauritanie* (pp. 33-46). Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Nouakchott.
6. Brenda, X., & Ochoa, S. (2008). *Étude conjugée géochimique/hydrologique des relations nappe-rivière dans une zone humide: Cas de la zone humide alluviale de Monbéqui, France* [Thèse de doctorat, Université de Toulouse].
7. Coulibaly, K. (2005). *Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako* [Thèse de doctorat, Université de Bamako].
8. Faurie, C., Médori, P., Dévaux, J., & Hemptinne, J. (2002). *Écologie: Approche scientifique et pratique* (5^e éd.). Éditions Tec & Doc.
9. Fetter, C. W. (2001). *Applied hydrogeology* (4th ed.). Prentice Hall.

10. Gong, P., Niu, Z., Cheng, X., Zhao, Y., Zhou, D. M., Guo, J. H., & Liang, L. (2010). China's wetland change (1990-2000) determined by remote sensing. *Science China Earth Sciences*, 53, 1036-1042.
11. Hade, A. (2002). *Nos lacs-les connaître pour mieux les protéger*. Open Edition Journals.
12. Hmeyada, A., Ould Yarba, L., Aliyenne, A., et al. (2020). *Réalisation d'une série d'études approfondies afin de mieux comprendre les problèmes de restauration, de maintien ou de gestion identifiés qui requièrent une attention particulière et afin d'éviter tout impact indésirable environnemental imprévu* (Rapport n°189). École Nationale Supérieure, Unité de recherche éducation-biodiversité et développement durable.
13. Keddy, P. A. (2010). *Wetland ecology: Principles and conservation* (2nd ed.). Cambridge University Press.
14. Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2007). *Wetlands* (4th ed.). John Wiley & Sons.
15. Ramade, F. (2012). *Éléments d'écologie: Écologie appliquée - Action de l'homme sur la biosphère* (7^e éd.). Dunod.
16. Rodier, J., Bazin, C., Broutin, P., Chambon, P., Champsaur, H., & Rodier, L. (2009). *L'analyse de l'eau* (8^e éd.). Dunod.
17. Sabri, S. (2011). *Caractérisation écologique d'un site Ramsar, le lac bleu Wilaya d'El Tarf* [Mémoire de master, Université Badji Mokhtar Annaba].
18. Souley, M. (2019). Caractérisation physicochimique des eaux aquifères du Continental Intercalaire de la région de Zinder (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5), 2395-2407.
19. Yoon, C. (2009). Wise use of paddy rice fields to partially compensate for the loss of natural wetlands. *Paddy and Water Environment*, 7(4), 357-366.
20. Zinsou, H., Léonce, A., Arthur, H., & [autres auteurs si nécessaire]. (2016). Caractéristiques physico-chimiques et pollution de l'eau du delta de l'Ouémé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 97, 9163-9173.
21. Zhao, D., Wang, J., Wang, L., Liu, K., & Zong, S. (2018). Predicting wetland distribution changes under climate change and human activities in a mid- and high-latitude region. *Sustainability*, 10(3), 863.

Mise en évidence d'une Triade Glaciaire néoprotérozoïque dans le secteur de Landiéné-Bandafassi, Bassin de Madina Kouta (Kédougou, Sénégal, Afrique de l'Ouest)

Youm Cheikh Ibrahimaa

Sow El Hadjia

Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar-Fann, Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p144](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p144)

Submitted: 17 January 2025

Accepted: 11 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Youm C.I. & Sow E.H. (2025). *Mise en évidence d'une Triade Glaciaire néoprotérozoïque dans le secteur de Landiéné-Bandafassi, Bassin de Madina Kouta (Kédougou, Sénégal, Afrique de l'Ouest)*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 144.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p144>

Résumé

Le Bassin de Madina Kouta, extension sud-ouest du Bassin de Taoudéni, affleure sur une mince bande au SE du Sénégal entre Walidiala à l'Ouest et Guémédji à l'Est le long de la frontière sénégal-guinéo-malienne. La partie sénégalaise de ce Bassin a fait l'objet de plusieurs travaux scientifiques mais réalisés surtout dans l'axe Ségou-Walidiala. Nous nous sommes intéressés à l'étude de la partie septentrionale de ce Bassin en territoire sénégalais. Nous avons ainsi effectué des analyses lithostratigraphiques à travers une dizaine de coupes, suivies d'analyses pétrographiques. L'étude a permis d'identifier dans le secteur de Landiéné/Bandafassi 4 unités lithostratigraphiques qui ont été parfaitement corrélées à celles connues dans la vallée de Walidiala. Elle nous a permis d'identifier pour la première fois dans ce secteur les trois marqueurs stratigraphiques caractéristiques des séries sédimentaires des bassins ouest africains « tillite, dolomie, cherts », connus sous l'appellation de Triade glaciaire. Le Supergroupe 1 est absent et les dépôts du Supergroupe des Mauritanides reposent ici directement sur le socle. Dans la tillite, la rareté de la composante carbonatée serait liée à un non-dépôt dans la zone du Groupe de Ségou fortement carbonaté alors que l'absence de turbidites y est

interprétée comme un indicateur du caractère continental des formations glaciaires dans cette zone.

Mots-clés: Bassin de Madina Kouta, Landiéné/Bandafassi, coupes, lithostratigraphie, pétrographie, triade glaciaire

Evidence of a Neoproterozoic Glacial Triad in the Landiéné-Bandafassi sector, Madina Kouta Basin (Kédougou, Senegal, West Africa)

*Youm Cheikh Ibrahimaa
Sow El Hadjia*

Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar-Fann, Sénégal

Abstract

The Madina Kouta Basin, a southwest extension of the Taoudéni Basin, crops out on a thin strip in the SE of Senegal between Walidiala to the west and Guémédji to the east along the Senegalese-Guinean-Malian border. The Senegalese part of this Basin has been the subject of several scientific works but mainly carried out in the Ségou-Walidiala axis. We have been interested in the study of the northern part of this Basin in Senegalese territory. We thus carried out lithostratigraphic analyses through around ten sections, followed by petrographic analyses. The study made it possible to identify 4 lithostratigraphic units in the Landiéné/Bandafassi sector which were perfectly correlated with those known in the Walidiala valley. It allowed us to identify for the first time in this sector the three stratigraphic markers characteristic of the sedimentary series of the West African basins “tillite, dolomite, cherts”, known as the Glacial Triad. Supergroup 1 is absent and the deposits of the Mauritanides Supergroup rest here directly in the basement. In the tillite, the rarity of the carbonate component would be linked to a non-deposition in this area of the Segou Group highly carbonated, while the absence of turbidites is interpreted as an indicator of the continental character of the glacial formations in this area.

Keywords: Madina Kouta Basin, Landiéné/Bandafassi, sections, lithostratigraphy, petrography, glacial triad

Introduction

La couverture sédimentaire de l'Afrique de l'Ouest est répartie dans plusieurs bassins extensifs d'âge Mésoprotérozoïque à Paléozoïque (Villeneuve & DA Rocha Araujo, 1984) parmi lesquels le Bassin de Madina Kouta (BMK). Ce Bassin constitue l'extension sud-ouest du bassin de Taoudéni. Il couvre une superficie de 30 000 km² et s'étend au NE de la Guinée Conakry et sur une mince bande au SE du Sénégal.

La partie sénégalaise de ce bassin est située à l'Est du méridien 12°25' et sa limite septentrionale oscille entre les parallèles 12°10' à l'Ouest et 12°25' à l'Est (Figure 1). Il est orienté Est-Ouest avec 115 km de long entre Walidiala à l'Ouest et Guémédji à l'Est le long de la frontière sénégal-guinéo-malienne et 10 km de large (Deynoux et al., 1993). Ce Bassin a fait l'objet de plusieurs travaux scientifiques (Bassot, 1966 ; Culver et Hunt, 1991 ; Deynoux et al., 1993 ; Culver et al., 1996 ; Villeneuve, 1981 et 2006 ; Villeneuve & Cornée, 1994 ; Shields et al., 2007a et b ; Sarr et al., 2012 ; Fullgraf et al., 2010a et b ; Youm et al., 2018 ; Youm, 2019). Ces travaux ont été réalisés surtout sur l'axe Ségou-Walidiala. Les recherches que nous avons menées ces dernières années sur ce Bassin ont permis de mettre en évidence dans la partie septentrionale de cette partie sénégalaise du Bassin les trois termes de la Triade glaciaire néoprotérozoïque. Ces résultats permettent de corréler les dépôts de cette partie du Bassin à ceux affleurant dans la vallée de Walidiala. Nous présentons ici le résultat de ce travail basé sur une analyse lithostratigraphique et pétrographique de plusieurs coupes levées dans le secteur de Landiéné-Bandafassi.

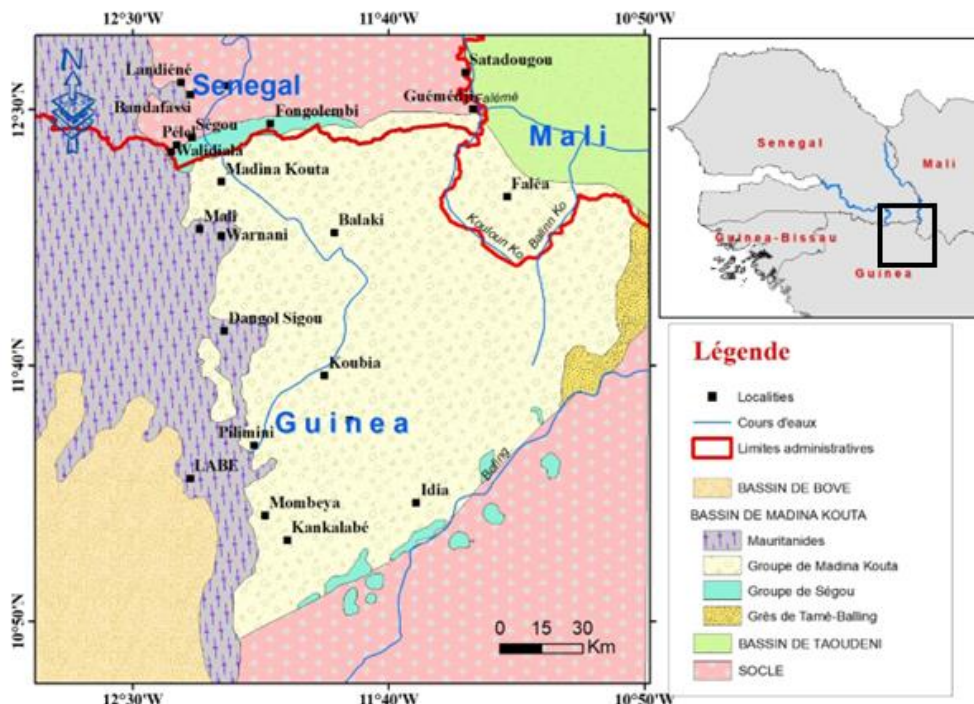


Figure 1 : carte géologique du BMK (modifiée, d'après Deynoux et al., 1993)

Contexte géologique du Bassin de Madina Kouta

Les dépôts du BMK sont formés d'alternances grés-silteuses parfois carbonatées. Ils sont datés de la fin du Mésoprotérozoïque au Néoprotérozoïque et comprennent deux Supergroupes : Ségou-Madina Kouta et Mauritanides ou Mali (Figure 1). Ils constituent les séries sédimentaires non plissées avec une structure monoclinale légèrement pentée de 5 à 10° vers le SE. Le Supergroupe de Ségou Madina-Kouta est constitué de deux groupes : le groupe de Ségou et celui de Madina Kouta (Villeneuve, 1984 et 1989). Le Groupe de Ségou repose en discordance sur le substratum Birimien et s'étend sur une ligne allant de Fongolembi à Pélel. Il forme l'essentiel de la couverture sédimentaire méso-néoprotérozoïque en territoire sénégalais. Il est subdivisé par Deynoux et al. (1993) en deux formations : un conglomérat de base discordant sur le socle, surmonté par des calcaires algaires et oolitiques (F. de Pélel) et des barres gréseuses décimétriques à plurimétriques alternant avec de minces interbanes argilo-silteux (F. de Dindéfelo). Delor et al. (2010a et b) ont décrit en détail le conglomérat de base et en ont fait une troisième formation, celle de Kafori. Le Groupe de Madina Kouta est transgressif sur celui de Ségou et parfois discordant sur le socle. Il affleure sur une emprise restreinte au Sénégal oriental et n'est observé que sur le plateau de Fongolembi et à la frontière avec la Guinée au Sud de Ségou. Il est constitué de trois Formations : (i) la Formation de Fongolembi constituée de grès fins argilo-silteux

surmontés d'une alternance silto-gréseuse ; (ii) la Formation de Kanta constituée de grès fins à moyens silteux à stratifications obliques entrecroisées ; (iii) la Formation de Dira constituée de siltites et grès parfois calcaires, surmontés de grès grossiers jaune à intercalations silteuses puis de grès fins et siltites violettes. Le Supergroupe de Mali appelé également Supergroupe des Mauritanides a été divisé par Culver et Hunt (1991) en deux formations : la Formation de Hassana Diallo renfermant les membres de Pelel et Diagoma tous d'origine glaciaire et la Formation de Nandoumari regroupant les membres de Tanagué, Bowal et Fougou, tous d'origine marine probable. Ce découpage lithostratigraphique a été repris par Delor et al. (2010a) qui y ont distingué deux groupes (i) le Groupe de Walidiala selon Youm, (2019) débute par une alternance de tillite massive et d'argilites silteuses laminées à dropstones (F. de Walidiala 1) surmontée par des argilites silto-gréseuses calcareuses en plaquettes centimétriques (F. de Walidiala 2) et des arénites quartzueuses à litages convolutés (F. de Walidiala 3) ; (ii) le Groupe de Mali subdivisé en trois formations : la Formation des dolomies calcaires de Mali 1, la Formation des cherts de Mali 2 et la Formation des pélites violettes de Mali 3. Pour la suite, nous nous référerons à ce dernier découpage pour une meilleure harmonisation de nos descriptions. Ce litage de base du Supergroupe de Mali, constitué de la « triade » (tillite, dolomie et chert) n'a jamais été décrit au complet dans la zone de Landiéné-Bandafassi.

Matériel et méthodes

Le présent travail a été réalisé à la suite de plusieurs missions de terrain qui nous ont permis de lever dix coupes lithostratigraphiques dont les trois les plus représentatives sont présentées sur la figure 2. Le long de chacune des coupes des échantillons ont été prélevés dans chaque faciès rencontré et amenés au laboratoire pour des analyses minéralogiques et pétrographiques. Les lames minces destinées à l'étude pétrographique ont été établies à la Faculté des Sciences de l'Université Chouaïb Doukkali d'El Jadida (Maroc). L'observation des lames ainsi que les prises de photos ont été effectuées au microscopiques binoculaire Leica DM 750 P, équipé d'une caméra de type ICC 50 HD à l'Institut Fondamental d'Afrique Noir (IFAN) de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Pour le présent travail, une vingtaine de lames a été étudiée.

Etude lithostratigraphique et pétrographique du secteur de Landiéné-Bandafassi

Les travaux de recherche effectués sur le BMK ont été réalisés surtout dans la vallée de Walidiala. Hormis les travaux de cartographie du Projet d'Appui au Secteur Minier (Delor et al., 2010b), seuls des recherches anciennes ont touché le secteur de Landiéné-Bandafassi du Mont Bassari.

Parmi eux, on peut citer Arnould et al. (1960), Diallo (1983) qui situent les formations sédimentaires peu ou pas déformées de la zone, dans les séries birimiennes du Dialé et de Mako pendant que d'autres auteurs comme Bassot (1966) les ont placés dans le Paléozoïque.

La corrélation des trois coupes a permis de visualiser la répartition des différents faciès dans l'espace (Figure 3) mais également d'en tirer la coupe lithostratigraphique synthétique du secteur (Figure 4).

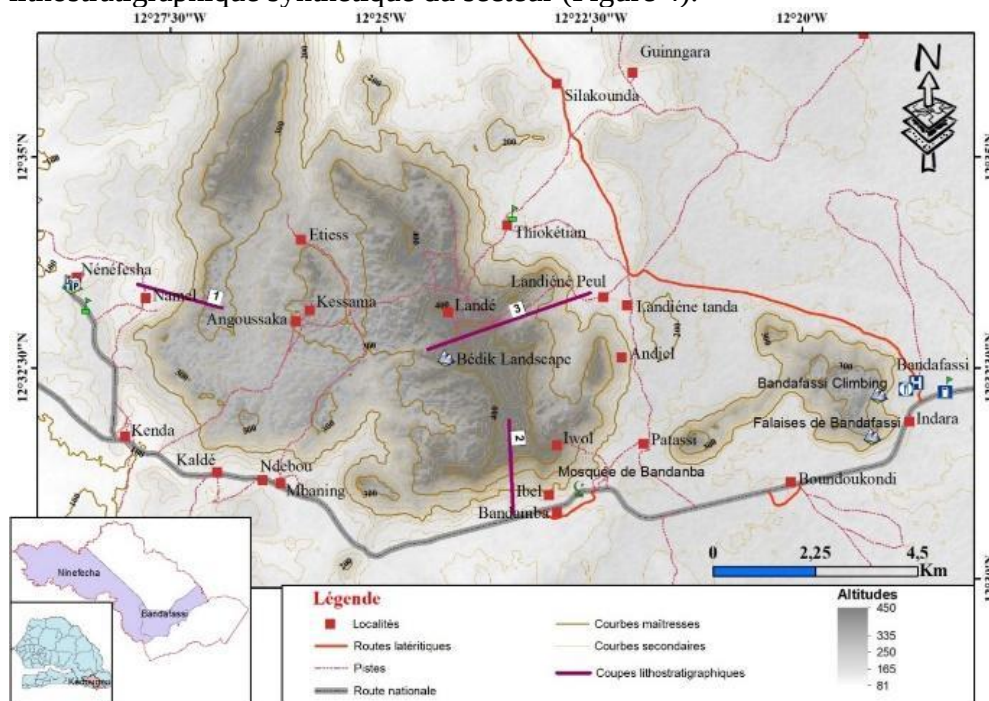


Figure 2 : Carte de localisation des coupes lithostratigraphiques effectuées dans le secteur de Landiéné-Bandafassi

Le long de cette coupe, quatre unités lithostratigraphiques ont été identifiées : (i) un conglomérat polygénique surmonté de niveaux gréseux et pélitiques à dropstones, puis de pélites verdâtres intercalées de niveaux grès fins (U1) ; (ii) des microconglomérats arkosiques à galets de schistes surmontés de conglomérats noirs à galets de feldspaths et de quartz (U2) ; (iii) des calcaires et dolomies concrétionnées (U3) et (iv) des siltites argileuses violettes à intercalations de niveaux de silexites et de grès. Sur chacune d'elle, l'étude pétrographique des différents faciès rencontrés a été effectuée.

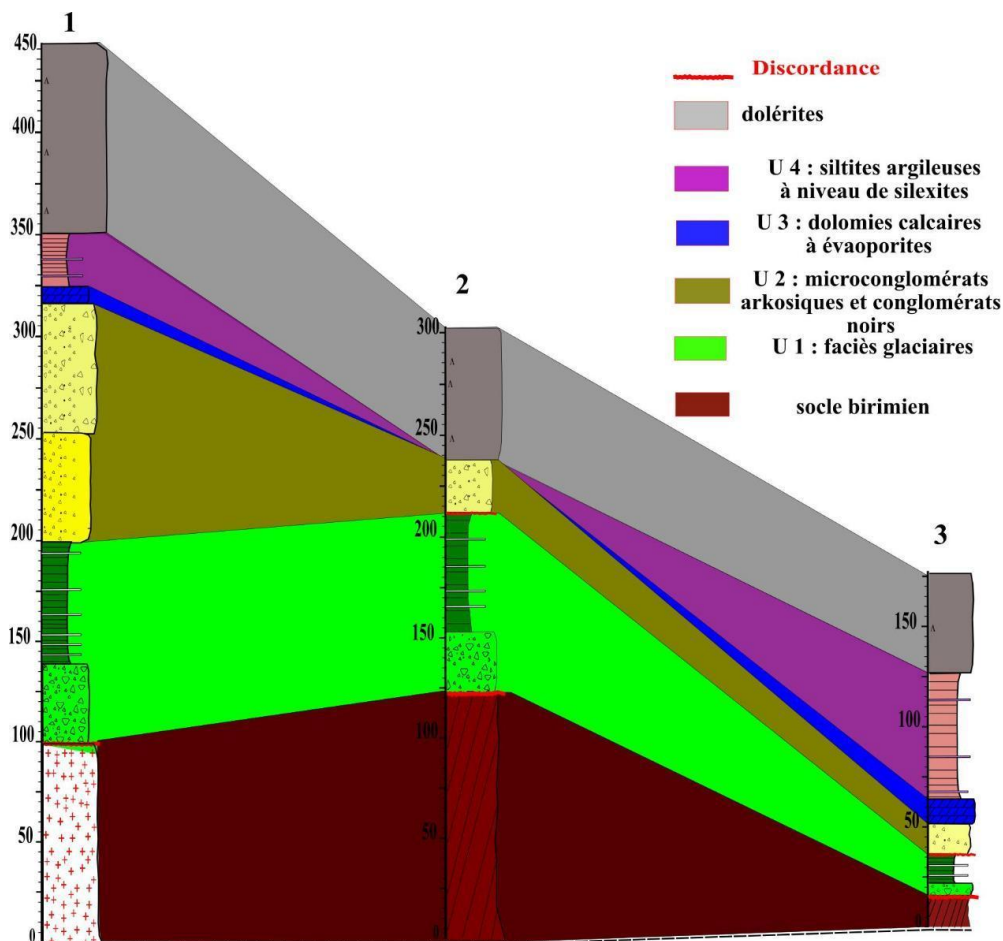


Figure 3 : Corrélation des trois coupes lithostratigraphiques synthétiques du secteur de Landiéné-Bandafassi

L'unité 1 (U1). Elle affleure sur environ 100 m, principalement dans la rivière Madindin sur la route de Landé. Elle repose en discordance sur le socle birimien composé essentiellement des schistes sub-verticaux (Delor et al., 2010b) avec des intercalations parfois importantes de niveaux de marbres et de conglomérats polygéniques, ainsi que des grauweekes verts à éléments conglomératiques blanchâtres. U1 montre, du bas vers le haut, un conglomérat polygénique surmonté d'intercalations pélitiques et des bancs de grès finement stratifiés à galets lâchés (dropstones) (U1a) surmonté d'argilites silteuses à intercalations de bancs de grès fins (U1b).

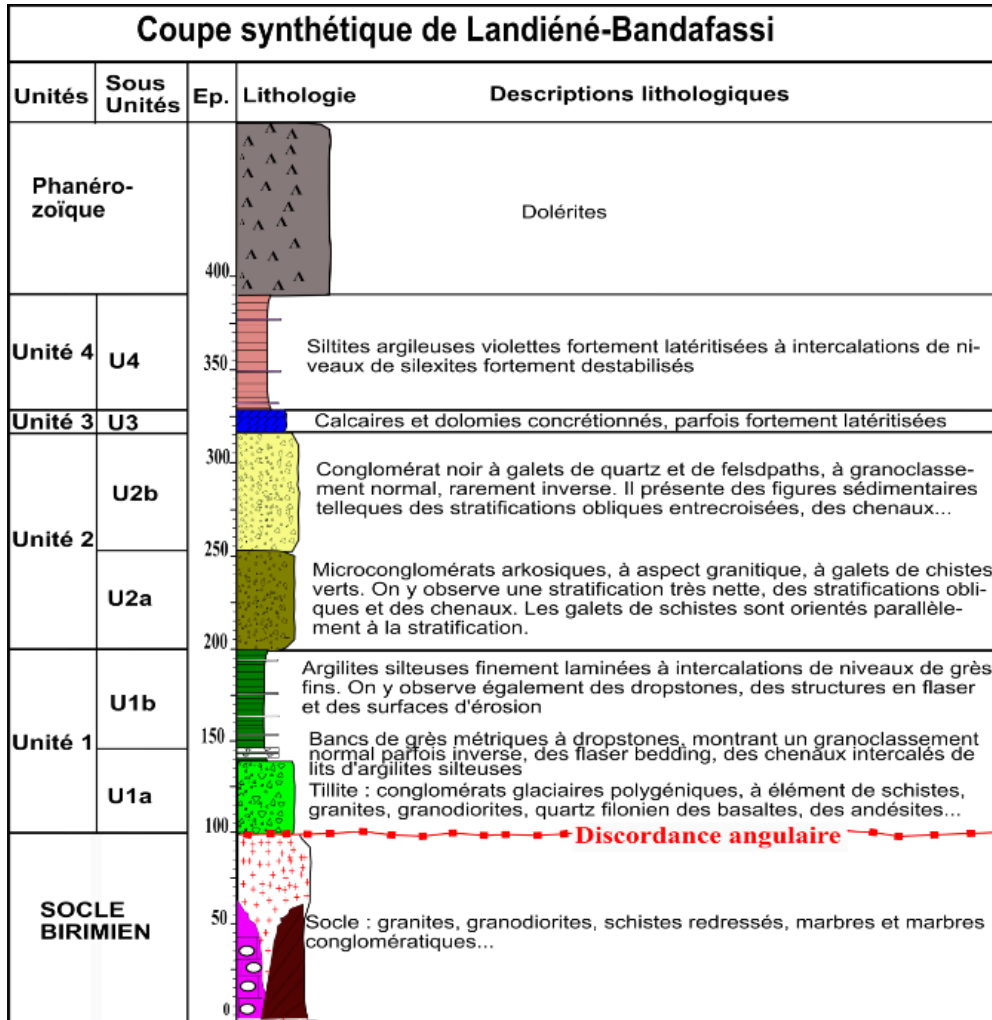


Figure 4 : Coupe lithostratigraphique synthétique de la zone de Landiéné-Bandafassi

U1a (40 m) commence par un conglomérat polygénique de couleur verdâtre à brunâtre, qui affleure d'une manière discontinue au Sud-Ouest du village de Landiéné dans le lit de la rivière Madidin où il repose en discordance sur le socle schisteux birimien (Figure 5a). Il est observé également au Sud du village de Tiokétian et repose parfois sur les cipolins birimiens fortement redressés, des marbres conglomératiques. Leur contact latéral avec des pélites (U1b) et des quartzarénites (U2a) suppose l'existence d'une faille dans cette zone. Les éléments figurés, anguleux à subanguleux, de taille centimétrique à décimétrique (Figure 5b), sont constitués de granites, de granodiorites, de schistes, de grauwwacks, de gneiss, de basaltes, de marbres, d'andésites, de quartzites et de grès. La roche est débitée en blocs polygonaux d'environ 1 m par des diaclases. Au Nord-ouest d'Ibel, le conglomérat subhorizontal repose

également en discordance sur le socle birimien. A sa base, les éléments figurés sont essentiellement des schistes millimétriques alors qu'au sommet ils sont constitués de galets de quartz, de roches volcaniques et schistes plus grossier (centimétriques).

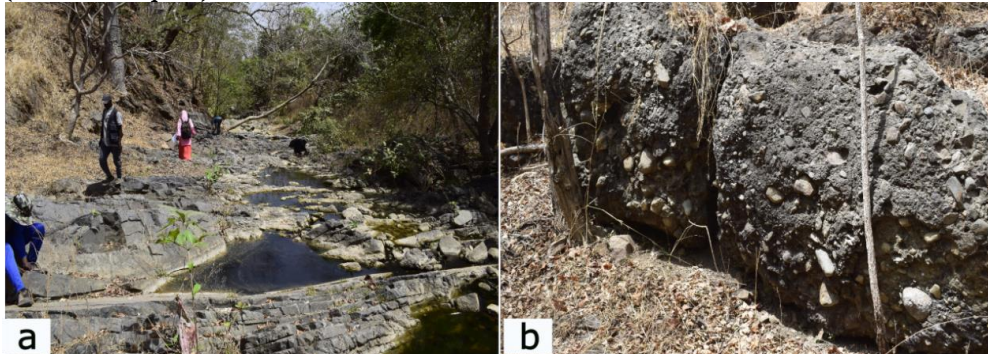


Figure 5 : Socle schisteux (a) et conglomérats massifs polygéniques de Landiéné (b)

Dans sa partie supérieure, U1a montre des intercalations pélitiques et des bancs de grès finement stratifiés à dropstones (Figure 6a). Les bancs de grès métriques à plurimétriques à la base, diminuent d'épaisseur vers le haut. Ils montrent un granoclassement normal, parfois inverse et sont parfois microconglomératiques. On y observe des surfaces de ravinement à la base des bancs gréseux, des chenaux à remplissage granodécroissant, des litages flaser (flaser beddings) et des litages lenticulaires (lentilles de sables ou de microconglomérats préservées dans les argilites gréseuses). Il arrive parfois d'y observe des fentes de dessiccations (mud cracks).

Au microscope, la matrice du conglomérat polygénique est grésio-argileuse et calcaire, gris-claire à verte, fine à moyenne, à graviers et granules de quartz, de feldspath, de fragments de roches et à litage discret. Ces éléments sont anguleux à subarrondis. Dans la partie supérieure de U1a on observe des lits fins clairs constitués de quartz anguleux, parfois arrondis, associés à des minéraux argileux et des lits grossiers constitués de quartz et de plagioclases associés à de l'épidote et des paillettes de micas. Ces grains déforment souvent les laminations internes et correspondent à des dropstones de petite taille (Figure 6b).

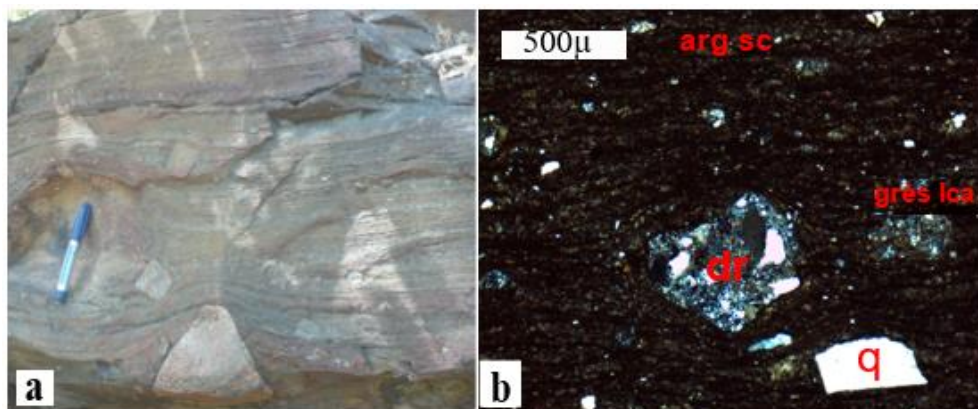


Figure 6 : Faciès de la partie supérieure de U1a. **a :** Interactions de bancs de grès conglomératiques à dropstones ; **b :** Microscopie des interactions pélitiques à dropstones.
 q : quartz, dr : dropstones, arg sc : argilites silto-carbonatées, grès lca : grès lithiques carbonatés

U1b est constituée d'argilites silteuses à intercalations de niveaux gréseux très fins qui reposent en concordance sur U1a. Ces argilites silteuses verdâtres affleurent presque dans toute la zone d'étude avec des épaisseurs qui peuvent dépasser soixante mètres. Les plans de stratification sont parfois inclinés. Le débit est en plaquettes, parfois en boules ou ovoïdes (Figures 7). Les bancs gréseux intercalaires sont également de couleur vert sombre et parfois microconglomératiques. Leur épaisseur varie entre 10 et 30 cm et leur espacement est métrique à plurimétrique. On y observe des minéraux de quartz et de feldspaths. Des figures et bases érosives y sont très fréquentes.



Figure 7 : Argilites silteuses à débit en plaquettes de l'unité U1b de Landiene-Bandafassi

Le sommet de U1 est caractérisé par une alternance d'argilites silteuses et de microconglomérats blanchâtres.

L'unité 2 (U2). Elle est constituée, sur une centaine de mètres, de microconglomérats arkosiques à galets de schistes (U2a) surmontés de conglomérats noirs à galets de feldspaths et de quartz (U2b).

U2a. Les affleurements les plus importants sont rencontrés sur la route Andjel-Landiéné Peulh où ils arment une spectaculaire falaise de plus de 40 m de haut sous forme de plusieurs tonneaux alignés sur plusieurs centaines de mètres (Figure 8a). Ce sont des grès microconglomératiques arkosiques dont les éléments sont constitués essentiellement de feldspaths de très grande taille (centimétriques) et de quartz montrant un granoclassement normal. La roche, massive dans l'ensemble, montre par endroits une stratification soulignée par des galets centimétriques à décimétriques de schistes verdâtres d'orientation N45 avec un pendage de 10^0 . Les fragments de schistes sont souvent accompagnés de galets de basaltes centimétriques et rarement de granites et dolérites. On observe également ce faciès à Landiéné-Est avec des stratifications obliques et quelques chenaux. La roche est fortement fracturée et le débit est en blocs très volumineux, en forme de tonneaux. A la base, les éléments conglomératiques sont de petite taille et dispersés dans la roche alors qu'au sommet, leur taille augmente et devient centimétrique. Les galets de schistes orientés parallèlement à la stratification indiquent des paléo-courants orientés principalement vers l'Ouest.

Sur la route Landiéné-Bandé, les microconglomérats à galets de schistes verts passent à des arénites quartzeuses, parfois grossières. Les figures sédimentaires sont représentées par du litage plan horizontal et plus rarement du litage oblique de grande amplitude qui comble de grands chenaux de profondeur plurimétrique (Figure 8b).

Au microscope, le quartz est xénomorphe et polycristallin, à extinction toujours ondulante, aux contours ovales ou arrondis. Les feldspaths (plagioclases, orthose et microcline) forment les espèces minérales les plus abondantes et de très grandes tailles (centimétriques) (Figure 9a-b). Leurs macles sont visibles sur presque toutes les sections. Le microcline montre un début d'altération. Les plagioclases forment des baguettes à section parfois rectangulaire plus ou moins fraîche et certains sont altérés en illite et chlorite. Les micas détritiques, muscovite et biotite, sont en voie d'altération en chlorite.



Figure 8 : Microconglomérats à galets de schistes verts de Landiéné. **a :** microconglomérats arkosiques (hauteur de la case 2 m) ; **b :** quartzarénites et microconglomérats à chenaux

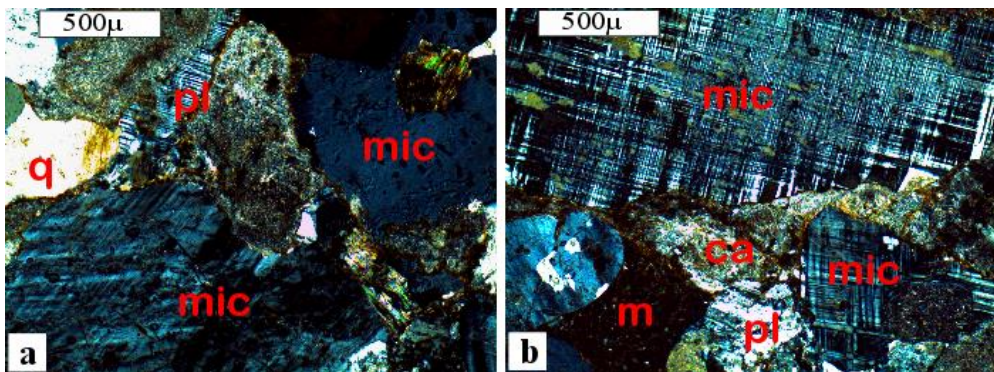


Figure 9 : Microscopie des microconglomérats arkosiques de Landiéné. ca : calcite, m : matrice, mic : microcline, q : quartz, pl : plagioclases

Au sein des minéraux de grande taille se trouvent en inclusion de petites baguettes de plagioclase et de zircon. Ces inclusions minérales proviendraient des roches magmatiques et s'interprèteraient comme des indices de magmatisme provenant de l'altération du socle qui affleure non loin à l'Ouest de Landiéné ou des intrusions magmatiques connues dans la zone et parfois traversant tout le bassin. La matrice peu importante et mal classée, est formée par de petits grains de quartz, de calcite (micritique), de feldspaths (paillettes de séricite) et de chlorite. Des minéraux lourds (apatite, tourmaline, zircon) sont présents. Le ciment est ferrugineux et localement carbonaté. Il s'agit d'un microconglomérat arkosique à matrice grésocalcaro-argileuse.

U2b. Elle affleure surtout à Bandemba et à Landiéné-Est mais également sur la route Ndébou-Ibel. C'est un conglomérat de couleur noire, parfois brunâtre à rougeâtre, renfermant des éléments anguleux à subarrondis centimétriques à décimétriques (Figure 10a-b) d'orthose, de plagioclases, de quartz, de micas et de rares fragments d'autres roches (basaltes, schistes...) disposés en bancs horizontaux métriques à plurimétriques. Il présente sur son toit de petits reliefs rectilignes, étroits, régulièrement espacés. Ces conglomérats sont traversés par de nombreux filons de quartz.

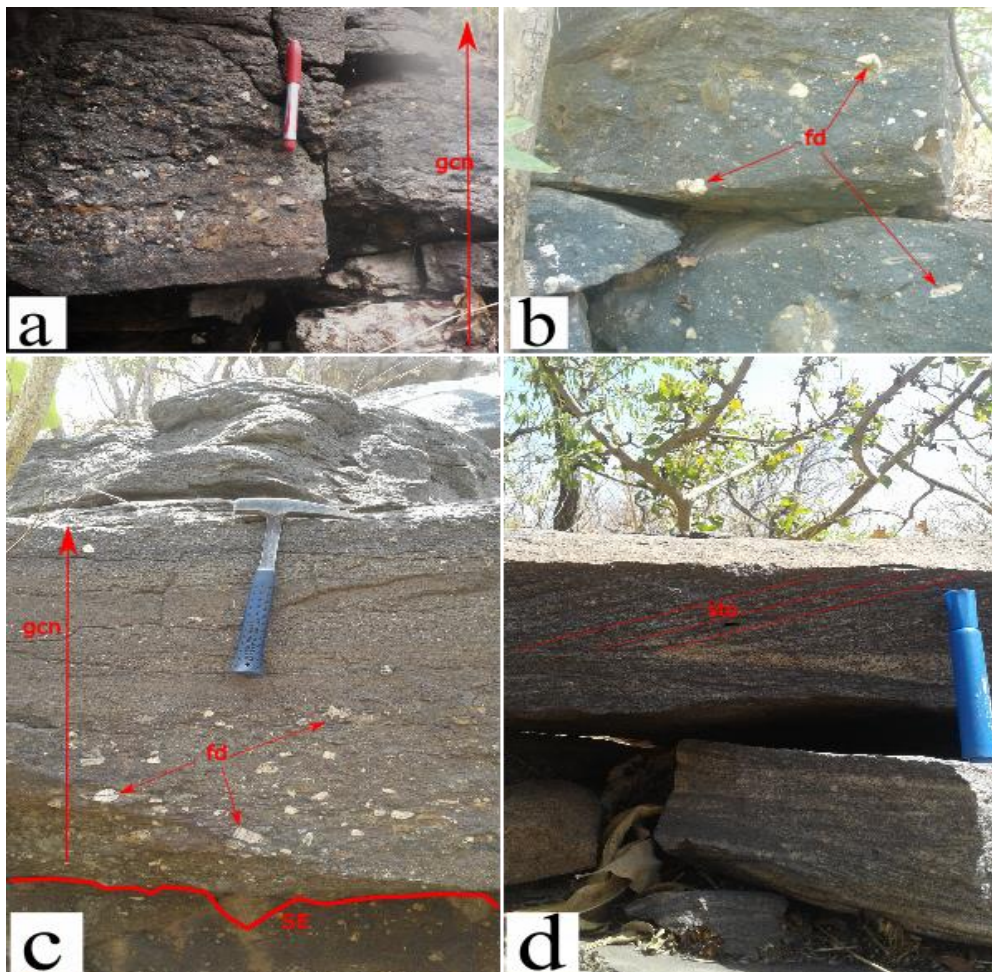


Figure 10 : Conglomérat noir de U2b de Landiéné. **a & c :** chenaux à remplissage granodécroissant ; **b :** conglomérats à galets de feldspaths et fragments de roches ; **d :** stratifications obliques, en arêtes de poisson. Fd : Feldspaths, Gcn : granoclasement normal, so : stratifications obliques, SE : Surface d'érosion

La roche présente des chenaux à remplissage conglomératique granodécroissant (Figure 10a et c). Dans les parties plus fines, elle présente un rubanement constitué d'une alternance de bandes sombres, riches en minéraux noirs et de bandes claires quartzueuses. Elle présente des stratifications obliques, entrecroisées et parfois en arêtes de poisson (Figure 10d) et rarement un granoclasement inverse, parfois un débit en blocs et des crochons de faille. En lames minces (Figure 11a-b), les éléments sont des quartz, des feldspaths de grande taille, des agrégats de grains très fins non identifiés. Les quartz sont sub-anguleux, monocristallins ou polycristallins. Les feldspaths sont constitués de plagioclases et de microclines.

La matrice est constituée de cristaux de très petite taille de mica blanc en paillettes ou en aiguilles (séricite), de rares tablettes de micas fortement chloritisés, de fins cristaux de quartz et de la micrite.

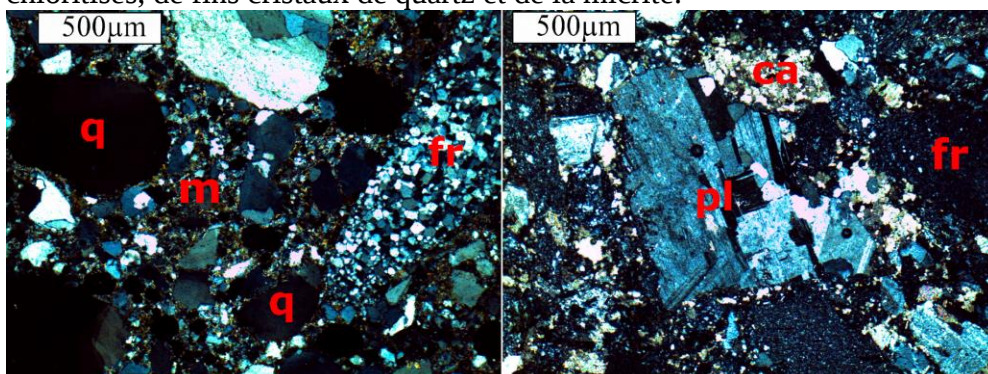


Figure 11 : Vue au microscope des conglomérats de Landiéné. ca : carbonates, fr : fragments de roches, m : matrice, q : quartz, pl : plagioclases

L'unité 3 (U3). Elle est constituée de calcaires et dolomies concrétionnées formant un horizon discontinu épais de quelques mètres, très localisé dans le secteur de Landiéné. Elle est également observable dans le secteur de Namel où elle passe latéralement à des phosphates et des schistes graphiteux (Bassot, 1966 ; Villeneuve, 2006 ; Delor et al., 2010b) mais également sur la route de Ndébou-Salémata. Il s'agit d'une roche compacte, blanchâtre à gris-verdâtre et à surface mamelonnée (Figure 12a). La structure est parfois concentrique, rappelant celle des stromatolites. La recrystallisation est très marquée. La barytine et les filonnets de chert parfois bréchiques observés à Pelloungue y sont absents. Le litage est plan, rarement oblique. Elle présente des fractures, des structures de flambage, et des slumps. Ces niveaux sont très souvent mollement ondulés et montrent souvent de très beaux synclinaux.

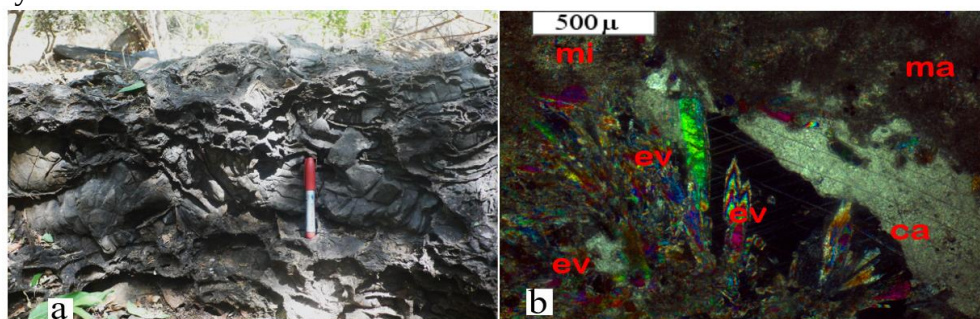


Figure 12 : Calcaires dolomitiques de U3. **a** : surface mamelonnée stromatolitique avec recrystallisations de silice et calcite ; **b** : vue microscopique montrant la présence de cristaux d'évaporites. ca : calcite, ev : évaporites, ma : matière organique, mi : micrite

Au plan microscopique, la roche est constituée de minéraux de calcite fortement déformés et de dolomite de très petite taille (Figure 12b). Elle est parfois entièrement constituée de dolomicrite à oxydes de fer. On y observe des filonnets de calcite et de silice. Mais également des cristaux d'évaporites multicolores, allongés, aciculaires. Il s'agit d'une dolomie calcaire à évaporites.

L'unité 4 (U4). Cette unité, discontinue, repose sur les unités antérieures. Elle est constituée de siltites argileuses à intercalations de niveaux de silexites (Figure 13a-b). Son épaisseur maximale est observée dans la zone de Ndébou-Namel. Ce niveau est décrit pour la première fois dans la zone de Landiéné. Ces siltites argileuses sont très finement litées. Leurs teintes mauves à violettes, parfois blanchâtres sont liées à la présence de la muscovite. Elles sont parfois associées à des grès fins, feldspathiques et argileux, souvent sous l'aspect de grauwacke. Ces grès sont disposés en bancs centimétriques à métriques avec des surfaces érosives ; on y observe des slumps de petite taille, des convolutes et des fantômes de HCS. Les niveaux de silexites intercalaires présentent des litages en mamelon, des structures oeilées et rubanées, des slumps, ainsi que des fracturations conjuguées. Contrairement à la Vallée de Walidiala, les premiers niveaux repères métriques de silexites n'affleurent pas dans la zone de Landiéné-Bandafassi.

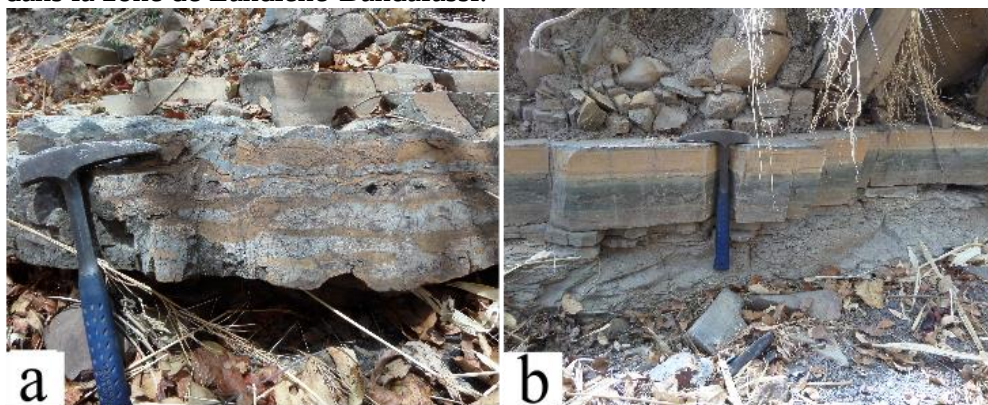


Figure 13 : Niveaux de silexites de Landiéné. **a :** Silexites oeilées ; **b :** Silexites rubanées.

Microscopiquement, les niveaux de silexites sont constitués de petits cristaux de quartz et de plagioclases. Le ciment est microcristallin et constitué principalement de silice mais aussi d'oxyde de fer (Figure 14a). On y observe aussi des HCS à éléments d'origine volcanique (Figure 14b). Il s'agit de silexites à faible proportion détritique et volcanogène.

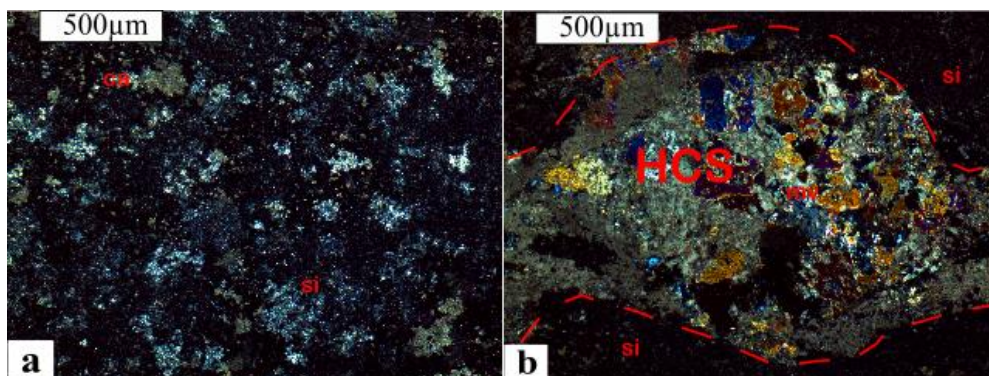


Figure 14 : Vue au microscope des niveaux de silexites avec structure en mamelon. ca : calcite, HCS : hummocky Cross Stratification (Litage en Mamelon), mv : matériel volcanique, si : silice

Discussion

Les caractéristiques des dépôts de l'unité 1 de Bandafassi-Landiéné (conglomérat à éléments anguleux à subanguleux et à matrice grés-argileuse faiblement calcaire surmonté de pélites à débit en plaquettes alternant avec des bancs de grès) sont similaires à celles de la Formation de Walidiala 1 observée dans la vallée de Walidiala et interprétées comme déposées dans un environnement glacio-marin (Culver & Hunt 1991 ; Shields et al., 2007a ; Delors et al., 2010b). L'origine glaciaire des conglomérats est confirmée par la présence dans les niveaux sus-jacents (grès du sommet de U1a et argilites de U1b) de blocs lâchés (dropstones) recoupant ou déformant le litage originel (Biju-Duval et Gariel, 1969 ; Culver & Hunt 1991 ; Delors et al., 2010b). L'Unité 1 correspond donc à un dépôt glaciaire. Par rapport à la vallée de Walidiala, des différences existent : (i) les éléments du conglomérat sont ici tous originaires du socle granitique ou métamorphique sur lequel ils reposent ; (ii) l'absence de phases carbonatées dans l'Unité 1b et (iii) l'absence de dépôts turbiditiques à Bandafassi-Landiéné. Du premier cas, nous pouvons déduire que le Supergroupe de Ségou-Madina Kouta ne s'est pas déposé dans cette partie du Bassin et que le Supergroupe des Mauritanides s'est déposé directement sur le socle dont il a mobilisé, à sa base, sur une courte distance, les matériaux constituant ses éléments figurés et sa matrice. L'absence, dans cette partie du bassin, du Groupe de Ségou fortement carbonaté, est à mettre en rapport avec la rareté dans l'unité 1 de la composante carbonatée qui, dans la vallée de Walidiala, serait remobilisée à partir des dépôts sous-jacents. L'absence de turbidites dans cette partie du Bassin est interprétée par Villeneuve (2006) comme des dépôts effectués dans la partie amont d'une paléo-vallée coulant vers l'Ouest (Namel et Walidiala) en direction du sillon falémien très profond. Ceci atteste du caractère continental des formations glaciaires dans la zone de Landié-é-Bandafassi (Affaton, 1990).

Dans l'Unité 2, l'abondance des feldspaths, des minéraux lourds (zircon) et des micas dans les microconglomérats arkosiques de l'Unité 2 confirme leur caractère continental prononcé, souligné par des stratifications planes et obliques de toutes tailles. Ces faciès proviendraient du transport en masse sur de très faibles distances d'un matériel d'une importante arène granitique ou dioritique, imbibée d'eau, qui s'est déposé dans des lacs périglaciaires peu étendus (Villeneuve, 2006 ; Shields et al., 2007a et b). Cette arène pourrait correspondre aux massifs de granodiorites claires situés quelques kilomètres à l'Est de Landiéné. Les caractères des galets rencontrés vers le toit des arkoses peuvent éventuellement indiquer un environnement périglaciaire (Biju-Duval et Gariel, 1969). Les galets de schistes orientés parallèlement à la stratification indiquent des paléocourants orientés principalement vers l'Ouest.

Les conglomérats noirs à éléments anguleux à subarrondis de quartz, d'orthose, de plagioclases, de micas et de rares fragments d'autres roches, présentant des stratifications obliques, entrecroisées parfois en arêtes de poisson et des chenaux à remplissage conglomératique granodécroissant sont interprétés comme des dépôts deltaïques à fluviaux (Shields et al., 2007a). Ils témoigneraient d'un maximum de régression et/ou du rebond isostatique succédant au retrait des glaces (Shields et al., 2007a). Avec la présence de microreliefs rectilignes, étroits à crêtes aigues orientées, de stries et cannelures plus ou moins bien conservées, ce conglomérat pourrait être interprété comme une moraine continentale ayant été modelée par une avancée de la glace (Biju-Duval et Gariel, 1969).

Les dépôts de l'unité 2 se sont donc produits dans une ancienne vallée glaciaire dont les moraines tapissaient le fond et les parois, vallée qui a été ensuite envahie par la mer pour devenir un fjord (Villeneuve, 2006). Ces conclusions sont en adéquation avec celles de Fullgraf et al. (2010a et b) qui ont avancé une mise en place en contexte fluvio-glacio-lacustre. Au niveau séquentiel, l'unité 2 de Landiéné marque un épisode de progradation majeur corrélé à la régression majeure reconnue régionalement, aussi interprétée comme la réponse au rebond isostatique succédant au retrait des glaces (Shields et al., 2007a et b).

Les calcaires et dolomies concrétionnés de Landiéné-Namel (Unité 3) correspondraient à des dépôts post-glaciaires reposant sur les diamictites continentales de Landiéné et des bassins de Taoudéni et des Voltas en général (Shields et al., 2007b). La particularité de ce dépôt est l'existence des évaporites jamais signalés dans le Bassin. Le milieu de dépôt de cette unité correspond à un milieu peu profond : subtidal à supratidal avec des périodes d'émersion allant à des milieux évaporitiques.

Au Sénégal oriental, l'ensemble des structures et figures sédimentaires rencontrées dans les grès et silexites de l'Unité 4 de Landiéné (slumps de petite

taille, laminations convolutées HCS, plis et failles syn-sédimentaires) suggèrent un environnement de dépôt distal (plateforme externe) (Villeneuve, 1984 ; Brinkmann et Meinhold, 2007) avec des faciès d'affinité turbiditique. En Mauritanie, Lahondère et al. (2005) y décrivent la présence de turbidites à composante volcano-sédimentaire et interprètent la Formation comme typique d'un domaine de talus océanique.

Bien que les faciès de la base du BMK soient absents, les faciès rencontrés dans le secteur de Landiéné ont leurs équivalents dans la vallée de Walidiala et dans les bassins africains. Ils correspondent aux dépôts du Supergroupe 2 de Villeneuve (1989), Culver et Hunt (1991) et Shields et al. (2007a et b), équivalent du Supergroupe des Mauritanides de Delors et al. (2010b) (Tableau 1).

Les trois termes de la série de référence de ce Supergroupe « tillite, dolomie, cherts (ou silexites) » sont ainsi identifiés dans la zone de Landiéné - Bandafassi. Si les deux premiers termes étaient déjà cités dans certains travaux, le troisième terme vient d'être cité pour la première fois dans cette partie du Bassin. Il s'agit d'une série de base reconnue presque partout dans la couverture du Craton Ouest Africain (Bassot, 1966 ; Trompette, 1973 et 1981 ; Deynoux, 1980 et 1983 ; Deynoux et al., 2006 ; Le Page, 1983 ; Affaton, 1990 ; Culver et Hunt, 1991 ; Lahondère et al., 2005 ; Shields et al., 2007a et b ; Delors et al., 2010b ; Fullgraff et al., 2010b). Elle est datée partout du Néoprotérozoïque, précisément du Cryogénien-l'Ediacarien (720 à 542 Ma). Ceci montre que les bassins africains (Taoudéni, Voltas, Gourma...), bien que séparés dans l'espace, ont eu la même évolution durant le Néoprotérozoïque.

Tableau 1 : Corrélation entre la zone de Landiéné-Bandafassi et la vallée de Walidiala

Zone de Landiéné-Bandafassi			Vallée de Walidiala		Age	
			Culver & Hunt (1991)	Delor & <i>al.</i> (2010a)		
Unités	Sous-unités	Lithologie	Formation	Membre	Formation	
Unité 4		Siltites argileuses violettes à intercalations de niveaux de silexites	Nandoumari	Fougon	M2	EDIACARIEN (635-542 Ma)
Unité 3		Calcaires et dolomies concrétionnés et évaporitiques		Bowal	M1	
Unité 2	U2b	Conglomérat noir à galets de quartz		Hassana Diallo	Tanagué	W3
	U2a	Microconglomérats arkosiques à galets de schistes verts				
Unité 1	U1b	Argilites silteuses à intercalations de niveaux gréseux très fins			Diagoma	W2
	U1a	-Argilites silteuses finement laminées -Bancs de grès-pélites conglomératiques par endroits -Conglomérat polygénique				

Conclusion

La présente étude a permis d'identifier dans le secteur de Landiéné/Bandafassi 4 unités lithostratigraphiques qui ont été parfaitement corrélées à celles connues dans la vallée de Walidiala. Ainsi, les trois marqueurs stratigraphiques caractéristiques des séries sédimentaires des bassins ouest africains « tillite, dolomie, cherts », connus sous l'appellation de Triade ont été identifiées. Ces dépôts du Supergroupe des Mauritanides (Supergroupe 1 des bassins africains) reposent ici directement sur le socle. La rareté, dans l'unité 1 de la composante carbonatée, serait liée à un non-dépôt dans la zone de Landiéné-Bandafassi du Groupe de Ségou fortement carbonaté. L'absence de turbidites dans cette même unité 1 est interprétée comme un indicateur du caractère continental des formations glaciaires dans cette zone.

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. Affaton, P. (1990). *Le bassin des Volta (Afrique de l'Ouest) : une marge passive, d'âge protérozoïque supérieur, tectonisée au Panafricain (600 ± 50Ma)*. Editions ORSTOM, Collection Etudes et Thèses, Paris, 500 pp.
2. Arnould, M., Ayme, J. M., et Guillaume, R. (1960). *Nouvelle stratigraphie des séries primaires du Nord du Fouta Djallon (Guinée-Sénégal)*. Bulletin de la Société Géologique de France, Série 7, Vol. 1, 631-634.
3. Bassot, J. P. (1966). *Etude géologique du Sénégal oriental et de ses confins guinéo-maliens*. Mémoires du B.R.G.M., Vol. 40, 322 p.
4. Biju-Duval, B. et Gariel, O. (1969). *Nouvelles Observations sur les Phénomènes Glaciaires « Eocambriens » de la Bordure Nord de la Synéclyse de Taoudeni, entre le Hank et le Tanérouft, Sahara Occidental*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 6, 283-315. Elsevier Publishing Company, Amsterdam - Printed in The Netherlands.
5. Brinckmann, J. et Meinhold, K. D. (2007). *La géologie de la chaîne des Bassarides et des terrains environnants au Nord-Ouest de la Guinée*. Geologische Jahrbuch. Hannover, B, SB1, 446 p.

6. Culver, S. J. et Hunt, D. (1991). *Lithostratigraphy of the Precambrian-Cambrian boundary sequence in the southwestern Taoudéni Basin, West Africa*. Journal of African Earth Sciences, Vol. 13, 407-413.
7. Culver, S. J., Repetski, J. E., Pojeta, Jr. et Hunt, D. (1996). *Early and Middle (?) Cambrian Metazoan and Protistan fossils from West Africa*. Journal Paleontology, 70, 1-6.
8. Delor, C., Couëffé, R., Goujou, J. C., Diallo, D. P., Théveniaut, H., Fullgraf, T., Ndiaye, P. M., Dioh, E., Barry, T. M. M., Le Métour, J. et Martelet, G. (2010a). *Carte géologique à 1/200 000 du Sénégal, feuille Saraya-Kédougou Est*. Ministère des Mines, de l'Industrie, de l'Agro-Industrie et des PME, Direction des Mines et de la Géologie, Dakar.
9. Delor, C., Couëffé, R., Goujou, J. C., Diallo, D. P., Théveniaut, H., Fullgraf, T., Ndiaye, P. M., Dioh, E., Blein, O., Barry, T. M. M., Cocherie, A., Le Métour, J., Martelet, G., Sergeev, S. et Wemmer, K. (2010b). *Notice explicative de la carte géologique à 1/200 000 du Sénégal, feuille Saraya-Kédougou Est*. Ministère des Mines, de l'Industrie, de l'Agro-Industrie et des PME, Direction des Mines et de la Géologie, Dakar.
10. Deynoux, M. (1980). *Les Formations glaciaires du Précambrien terminal et de la fin de l'Ordovicien en Afrique de l'Ouest. Deux exemples de glaciation d'inlandis sur une plateforme stable*. Thèse, Université d'Aix-Marseille, 553 pp.
11. Deynoux, M. (1983). *Glaciations du Précambrien terminal et de la fin de l'Ordovicien dans le bassin de Taoudéni, Afrique de l'Ouest*. Introduction à l'excursion scientifique du symposium « Till. Mauritania 83 ». 85 pp.
12. Deynoux, M., Affaton, P., Trompette, R. et Villeneuve, M. (2006). *Pan-African tectonic evolution and glacial events registered in Neoproterozoic to Cambrian cratonic and foreland basins of West Africa*. Journal of African Earth Sciences 46, 397-426
13. Deynoux, M., Düringer, P., Khatib, R., Villeneuve, M. (1993). *Laterally and vertically accreted tidal deposits in the Upper Proterozoic Madina-Kouta Basin, southeastern Senegal, West Africa*. Sedimentary Geology, 84, 179-188.
14. Diallo, D. P. (1983). *Contribution à l'étude des séries de Dialé (Birimien) dans les Monts Bassaris, Sénégal oriental (secteur de Bandafassi, Ibel, Ndébou, Landienné)*. Thèse, Université de Dakar, 185 pp.
15. Fullgraf, T., Ndiaye, P. M., Buscail, F., Caby, R., Lahondère, D., Le Métour, J., Martelet, G. et Villeneuve, M. (2010a). *Carte géologique à 1/200000 du Sénégal, feuille Linkering/KoldaKédougou Ouest*.

- Ministère des Mines, de l'Industrie, de l'Agro-Industrie et des PME, Direction des Mines et de la Géologie, Dakar.
16. Fullgraf, T., Ndiaye, P. M., Couëffé, R., Buscail, F., Caby, R., Blein, O., Lahondère, D., Le Métour, J., Martelet, G., Sergeev, S., Tegye, M. et Villeneuve, M. (2010b). *Notice explicative de la carte géologique à 1/200000 du Sénégal, feuille Linkering/Kolda-Kédougou Ouest*. Ministère des Mines, de l'Industrie, de l'Agro-Industrie et des PME, Direction des Mines et de la Géologie, Dakar.
 17. Lahondère, D., Roger, J., Le Métour, J., Donzeau, M., Guillocheau, F., Helm, C., Thiéblemont, D., Cocherie, A. et Guerrot, C. (2005). *Notice explicative des cartes géologiques à 1/200 000 et 1/500 000 de l'extrême sud de la Mauritanie*. DMG, Ministère des Mines et de l'Industrie, Nouakchott, Rapport BRGM/RC-54273-FR, 610 p.
 18. Le Page, A. (1983). *Les grandes unités des Mauritanides, aux confins du Sénégal et de la Mauritanie. L'évolution structurale de la chaîne, du Précambrien supérieur au Dévonien*. Thèse, Université de Marseille (France), 518 p.
 19. Sarr, D., Fall, M., Ngom, P. M., Ndiaye, P. M., Kane, C. H., Ba, M. (2012). *Geomechanical Characterization of Sandstones Cliffs of Segou (Senegal, West Africa) in the Madina Kouta Basin*. *International Journal of Geosciences*, 3, 166-174.
 20. Shields, G. A., Deynoux, M., Culver, S. J., Brasier, M. D., Affaton, P. et Vandamme, D. (2007a). *Neoproterozoic glaciomarine and cap dolostone facies of the southwestern Taoudéni Basin (Walidiala Valley, Sénégal/ Guinea, NW Africa)*. *C. R. Geoscience* 339, 186-199.
 21. Shields, G. A., Deynoux, M., Strauss, H., Paquet, H. et Nahon, D. (2007b). *Barite- bearing cap dolostone of the Taoudéni Basin, northwestern Africa: Sedimentology and isotopic evidence for methane seepage after a Neoproterozoic glaciation*. *Precambrian Research*, 153, 209-235.
 22. Trompette, R. (1973). *Le Précambrien supérieur et le Paléozoïque inférieur de l'Adrar de Mauritanie (bordure occidentale du bassin de Taoudéni, Afrique de l'Ouest). Un exemple de sédimentation de craton. Etude stratigraphique et sédimentologique*. Trav. Lab. Sci. Terre, Univ. St Jérôme, Marseille, B, 7, 702 pp.
 23. Trompette, R. (1981). *Late Precambrian Tillites of the Volta Basin and the Dahomeyides orogenic belt (Benin, Ghana, Niger, Togo and Upper- Volta)*. In: Harland, W.B., Hambrey, M.J. (Eds.), *Earth's Pre-Pleistocene Glacial Record*. Cambridge Univ. Press, 135-139.
 24. Villeneuve, M. (1981). *Résultats préliminaires d'une Synthèse géologique du Sud du Fouta Djallon (Guinée)*. *Comptes Rendus Sommaires Société Géologique de France* 2, 55-59.

25. Villeneuve, M. (1984). *Etude géologique de la bordure SW du craton ouest-africain-La suture panafricaine et l'évolution des bassins sédimentaires protérozoïques et paléozoïques de la marge NW du continent de Gondwana*. Thèse de Doct., Université d'Aix-Marseille III, 552 p.
26. Villeneuve, M. (1989). *The geology of the Madina-Kouta basin (Guinea-Senegal) and its significance for the geodynamic evolution of the western part of the West African Craton during the Upper Proterozoic period*. Precambrian Research, Vol. 44, 305-322.
27. Villeneuve, M. (2006). *Les dépôts glaciaires du Néoprotérozoïque à l'Ordovicien supérieur dans la partie sud-ouest du craton Ouest-africain : cadre géodynamique et paléogéographique*. Africa Geoscience Review, Vol. 13, No. 2: 185- 210 pp.
28. Villeneuve, M. et Cornée, J. J. (1994). *Structure, evolution and palaeogeography of the West African craton and bordering belts during the Neoproterozoic*. Precambrian Research 69, 307-326.
29. Villeneuve, M. & Da Rocha Araujo, P. T. (1984). *La stratigraphie du bassin paléozoïque de Guinée (Afrique de l'Ouest)*. Bulletin Société Géologique France 26, 1033-1039.
30. Youm, C. I. (2019). *Le bassin de Madina Kouta (Sénégal oriental) : contribution à l'étude lithostratigraphique sédimentologique et pétrographique. Valorisation géopatrimoniale et développement*. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 291 p.
31. Youm, C. I., Errami, E., Sow, E. H. (2018). *Neoproterozoic Dindéfelo waterfall geosite (DCNR, Bassari country, Eastern Senegal): biodiversity and geodiversity between conservation and valorization*. Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences An International Peer Review E-3 Journal of Sciences, Vol. 8(3), 197-224.

Etude socio démographique des maraichers, leurs pratiques culturelles et de fertilisation à Franceville et Moanda, au Sud-Est du Gabon

Yaëlle Christie Massounga

Ranaud Allogo Abessolo

Armel Mouketou

Antoine Mitte Mbeang Beyeme

Henri Nzandi

Ice Okili Okie

Phalonne Manguila Mboukou

Maurice Ognalaga

Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB),
Université des Sciences et Technique de Masuku (USTM), Gabon

Norbert Ondo Zue Abaga

Stephane Mombo

Faculté des Sciences (FS), Université des Sciences et Techniques de Masuku
(USTM), Franceville, Gabon

Lin Randy Essono Mbengha

Institut de Recherche en Sciences Humaines (IRSH),
Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
(CENAREST), Libreville, Gabon

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p166](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p166)

Submitted: 29 August 2024

Accepted: 08 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Massounga Y.C., Allogo Abessolo R., Mouketou A., Mbeang Beyeme A.M., Nzandi H., Okili Okie I., Manguila Mboukou P., Ognalaga M., Ondo Zue Abaga N., Mombo S. & Essono Mbengha L.R. (2025). *Etude socio démographique des maraichers, leurs pratiques culturelles et de fertilisation à Franceville et Moanda, au Sud-Est du Gabon*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 166. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p166>

Résumé

Une étude sociodémographique des maraichers, leurs pratiques culturelles et de fertilisation a été menée à Franceville et Moanda. L'objectif visé était d'actualiser les connaissances sur le maraichage et la gestion des engrais. L'étude a consisté à un recensement de tous les sites de production et

une enquête individuelle. La superficie totale est de 84,1 ha soit $0,491 \pm 0,57$ ha par maraicher. L'enquête a permis de recenser 171 maraichers, en majorité allogènes 83 %, de sexe masculin (88 %), sans niveau d'étude (56 %) et aucune formation aux bonnes pratiques culturales (78 %). L'âge des producteurs varie de 20 à 65 ans. La main d'œuvre est familiale (44 %), l'acquisition des terres est précaire, avec 73 % des producteurs qui sont gardiens des terrains. Dix familles botaniques des cultures maraichères ont été recensées dont les plus cultivées sont Solanacées et les Malvacées. La gestion des engrais est influencé par le pays d'origine et le niveau d'instruction. Les engrais de synthèse sont utilisés deux fois plus que les engrais organiques. Les doses moyennes varient de 800 à 1200 kg/ ha respectivement pour l'urée (46 % N) et NPK 15-15-15 soit $107,08 \pm 13,26$ g/ m². La dose des fientes, qui est l'engrais organique le plus utilisé est de 1580 ± 480 g/ m². Les engrais sont utilisés de façon empirique, sans respect des doses recommandées. Cela pourrait avoir des conséquences néfastes sur les sols et l'environnement. Des alternatives agro- écologiques comme l'usage des composts et des engrais verts devraient être proposées aux agriculteurs, pour une agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

Mots-clés: Maraichage, pratiques culturales, engrais minéraux et organiques

Socio-demographic study of market gardeners, their cultivation and fertilization practices in Franceville and Moanda, in the Southeast of Gabon

Yaëlle Christie Massounga

Ranaud Allogo Abessolo

Armel Mouketou

Antoine Mitte Mbeang Beyeme

Henri Nzandi

Ice Okili Okie

Phalonne Manguila Mboukou

Maurice Ognalaga

Institut National Supérieur d'Agronomie et de Biotechnologies (INSAB),
Université des Sciences et Technique de Masuku (USTM), Gabon

Norbert Ondo Zue Abaga

Stephane Mombo

Faculté des Sciences (FS), Université des Sciences et Techniques de Masuku
(USTM), Franceville, Gabon

Lin Randy Essono Mbengha

Institut de Recherche en Sciences Humaines (IRSH),
Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
(CENAREST), Libreville, Gabon

Abstract

A socio-demographic study of vegetable farms and their farming and fertilization practices was conducted in Franceville and Moanda. The aim was to update knowledge on vegetable farming and fertilizer management. The study consisted of the identification of all production sites and the administration of an individual survey. The total area is 84.1 ha or 0.491 ± 0.57 ha per market gardener. The survey identified 171 market gardeners, the majority of whom were foreigners (83%), male (88%), with no level of education (56%) and no training in good farming practices (78%). The age of the farmers ranges from 20 to 65 years. The workforce is mainly family labor (44%), and land acquisition is precarious, with 73% of producers being security guards. Ten botanical families of crops were identified, the most cultivated of Solanaceae and Malvaceae. Fertilizer management is influenced by the country of origin and the level of education. Synthetic fertilizers are used twice as much as organic fertilizers. Average doses vary from 800 to 1200 kg/ha respectively for urea (46% N) and NPK 15-15-15, or 107.08 ± 13.26 g/m². The dose of fowl droppings, the most used organic fertilizer by

95% of producers, is 1580 ± 480 g/m². Fertilizers are used subjectively, without respecting the prescribed recommended doses. This could have harmful consequences on the soil and the environment. Agro-ecological alternatives should be proposed to farmers as the use of compost and green fertilizers, for sustainable and environmentally friendly agriculture.

Keywords: Vegetable farming, cultural practices, mineral and organic fertilizers

Introduction

La population des villes augmente de façon très rapide ces dernières années en Afrique Subsaharienne. Les causes d'une telle urbanisation sont liées au taux de natalité en milieu urbain qui reste élevé et le flot de migrants nationaux et internationaux qui vient gonfler l'effectif des chômeurs et des déflatés urbains (Avenot, 2008). Selon Ouattara (2016) il s'en suit une dégradation continue des conditions de vie des populations, surtout les couches les plus pauvres. Soucieux de leur survie, bon nombre de ces personnes vulnérables exercent des activités informelles. Tandis que certains trouvent leur salut dans l'exercice du petit commerce, d'autres trouvent leur compte dans l'agriculture urbaine (Ondo 2011). La production maraîchère est une composante importante de l'agriculture urbaine. Elle fait partie de l'environnement des villes africaines. Plusieurs études menées en Afrique soutiennent que le maraîchage est la principale activité agricole (Ouédraogo, 2008). Elle occupe donc une place importante dans l'alimentation des populations urbaines. Définie comme une agriculture fortement spécialisée, le maraîchage est l'un des systèmes agricoles les plus productifs d'Afrique (FAO, 2012). Il consiste à la production des légumes frais, qui contribuent à l'amélioration de la santé des consommateurs à travers la satisfaction de leurs besoins en vitamines et minéraux (Bayedi Loudit et *al.*, 2017). Les maraîchers approvisionnent en légumes, des villes de plus en plus peuplées car la population mondiale est croissante, elle est estimée à 8 milliards d'habitants en 2022 (Gross, 2023). Ainsi, l'augmentation de la production agricole et l'amélioration de la nutrition végétale est un défi majeur pour ces systèmes agricoles (Smith, 2021).

Toutefois, l'un des défis majeurs à relever par les producteurs maraîchers urbains est la gestion durable de la fertilité des sols qu'ils utilisent. En effet, les pratiques actuelles des producteurs présentent de réelles menaces pour la santé de l'environnement et la durabilité des agrosystèmes maraîchers.

Plusieurs études ont fait le point sur les pratiques culturelles et les éventuels risques qu'elles ont sur l'environnement, ou encore se sont penchées sur les aspects de la durabilité (Lompo, 2009; Abdulkadir, 2012 ; Kiba, 2012).

En Afrique subsaharienne en général, la fertilisation des sites de production et la protection phytosanitaire se font essentiellement via l'usage des intrants chimiques de synthèse (engrais et pesticides). Pour raison de faible niveau de connaissances, l'emploi de ces intrants chimiques se fait le plus souvent de manière inappropriée (non respect des doses recommandées, inadéquation des produits utilisés, etc.). Ces pratiques présentent des risques élevés d'affection de la santé de l'homme (producteurs et consommateurs) et celle de l'environnement (Abdulkadir *et al.*, 2012 ; Son *et al.*, 2017).

Par ailleurs, dans les villes de Franceville et Moanda, au Sud Est du Gabon, aucune étude ne traite des caractéristiques des maraichers, des activités de production et la fertilisation des sols.

De ce fait, la problématique de la gestion des engrais dans ces zones conduit aux questions suivantes : quels sont les profils sociodémographiques des maraichers du Haut Ogooué ? Quelles sont les pratiques culturelles et les engrais utilisés ? Quels sont les facteurs qui influencent le choix des engrais ? L'hypothèse principale est que le niveau d'instruction des maraichers et leurs pays d'origines influencent l'utilisation des engrais.

Ainsi, cette étude vise à faire un état de lieu de la pratique du maraichage dans le Haut-Ogooué. Plus précisément, il s'est agit pour cette étude de (i) caractériser la pratique du maraîchage à Franceville et à Moanda et (ii) d'appréhender les régimes de fertilisation par les producteurs maraîchers. Pour atteindre ces objectifs, les méthodes suivantes ont été combinées, à savoir : les enquêtes de terrain, les entretiens relatifs à la caractérisation du maraichage, ainsi qu'à l'utilisation des engrais.

Matériel et Méthodes

Zones d'étude

L'étude a été menée dans la province du Haut-Ogooué, au Sud-Est du Gabon, principalement dans les communes de Franceville et Moanda, distantes l'une de l'autre de 45 km. Cette région compte 11 départements dont les plus peuplés sont la Mpassa (Franceville) avec 54 033 habitants, Lébombi Leyou (Moanda) 41 583 habitants et Sébé Brikolo (Okondja) 12 992 habitants (M.E.D.D, 2013). Le climat est de type équatorial avec quatre saisons, deux saisons de pluie (de septembre à décembre et de mars à mai) et deux saisons sèches (de janvier à février et de juin à septembre) avec plus 3000 mm de précipitation par an (Mangombi *et al.*, 2016; Bush *et al.*, 2020).

A Franceville, la végétation est composée de savane arbustive caractérisée par la dominance des espèces herbacées telles que *Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf, *Schizachyrium platyphyllum* (Franch.) Stapf, *Setaria restioidea* (Franch.) Stapf (Nguema, *et al.*, 2022). Les espèces arbustives sont représentées par *Bridelia ferruginea* Benth, *Hymenocardia acida* Tul, *Annona senegalensis* Pers (Boupassia, 2004). La présence des galeries forestières le

long des cours d'eau se démarque par l'apparition des grands arbres comme *Aucoumea klaineana*, *Dacryodes buettneri* (Engel.) H.J. Lam, *Tieghemella africana* *Sapotaceae*) (Ndiade-Bourobou et al. 2010).

A Moanda, la végétation est mixte, on y trouve deux types d'écosystèmes : la savane avec une végétation herbeuse et la forêt, exploitée par de nombreux maraichers. De plus, la ville de Moanda dispose des cours d'eaux, situés dans les fonds des vallées souvent marécageuses et certains sont intermittentes saisonniers (Kanga Mouyendi, 2012). c'est dans ces endroits que le maraichage est le plus souvent pratiqué, surtout en saison sèche, pour faciliter l'arrosage des plantes.

La localisation spatiale de chaque site ainsi que leurs contours ont été faits à l'aide d'un Global Positioning System (GPS) de marque Garmin 64 X (figure 1).

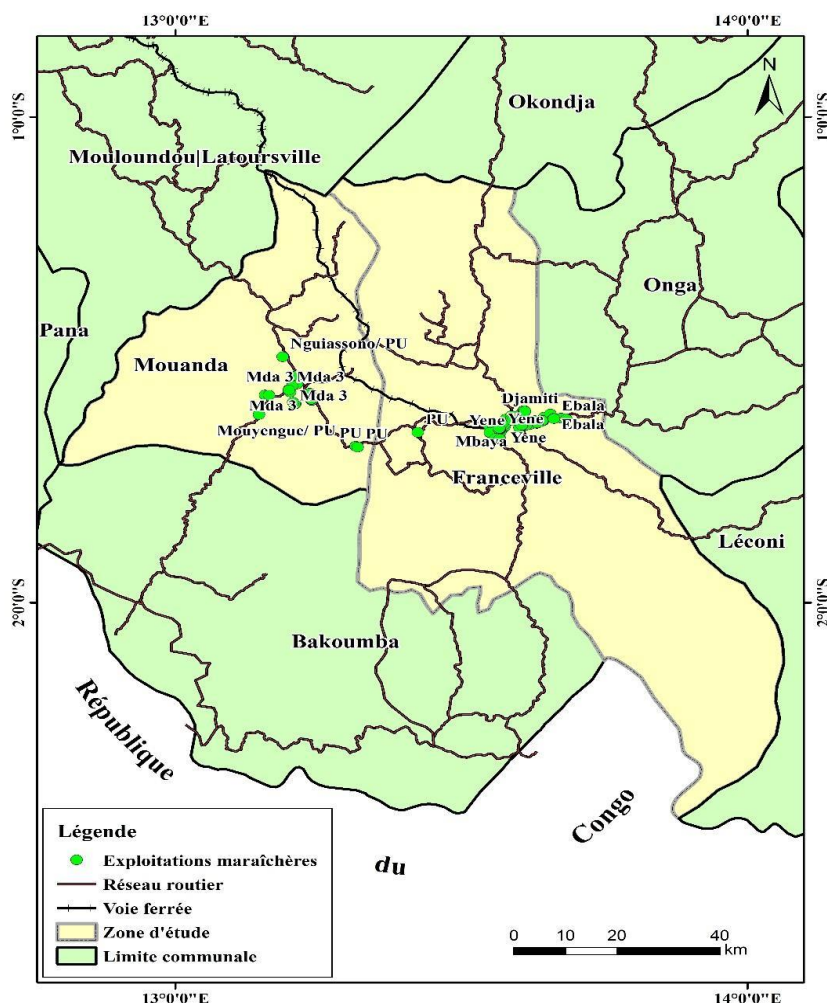


Figure 1. Localisation des zones des exploitations maraichères en 2023

Enquête sur les exploitations maraîchères

La production maraîchère fait partie des activités agricoles exercées en zones urbaines et péri urbaines des communes de Franceville et Moanda. Au total 171 exploitants maraîchers ont été recensés sur 20 sites en zone urbaine (71 %) et péri urbaine (29 %), sur une superficie totale de 84,1 ha de maraîchage. Ce qui correspond à une superficie moyenne de $0,491 \pm 0,57$ ha par exploitant.

L'étude a été menée de juillet à septembre 2023 dans toutes les exploitations maraîchères des zones urbaines et péri urbaines de Franceville et Moanda. La démarche méthodologique utilisée, essentiellement qualitative, est basée sur un recensement de tous les sites de production maraîchère et sur des entretiens avec tous les acteurs concernés par cette activité. Les données ont été collectées par les méthodes « d'enquête individuelle » : il s'agit de récolter les avis des enquêtés de manière individuelle à l'aide des fiches d'enquête. Cette approche permet d'évaluer les connaissances, les aptitudes, les pratiques par rapport aux questions posées (Congo Abdou, 2013).

Les informations collectées sont relatives aux caractéristiques sociodémographiques, aux pratiques culturelles et à la gestion des engrais. Ainsi, les doses moyennes d'engrais appliquées par les maraîchers ont été calculées à l'unité de surface (g/m^2).

Analyse des données

Les données d'enquête ont été dépouillées puis analysées avec le logiciel Excel 2013. Toutes les proportions sont calculées par rapport au nombre total des interviewés. Une comparaison entre les différents sites a été effectuée. Les données collectées par GPS ont été transférées directement sur l'ordinateur puis traitées avec le logiciel Excel 2013. La table résultante a été récupérée sous le logiciel ARCGIS Version 10.3, afin de visualiser sur un fond de carte les points qui ont été relevés sur le terrain. Ces points ont servi de base pour la reconstitution des limites des sites agricoles. Les sources de données complémentaires qui ont été utilisées pour l'élaboration de la carte sont des données de terrain et celles de la plateforme World Ressources Institute (WRI).

Une comparaison des proportions et une analyse des correspondances multiples ont été réalisées sur R studio.

Résultats

Caractéristiques sociodémographiques des maraichers

Caractéristiques sociodémographiques des exploitants maraichers de Franceville et Moanda (tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques des maraichers de Franceville et Moanda

Critères de classification		Franceville (n=116)	Moanda (n=55)	Total (n=171)	Pourcentage %
Pays d'origine	Gabon	15	14	29	17
	Burkina Faso	69	11	80	47
	Congo				
	Brazzaville	11	18	29	17
	Autres	21	12	33	19
Niveau d'instruction	Aucun	83	13	96	56
	Primaire	7	9	16	9
	Secondaire	17	25	42	25
	Universitaire	9	8	17	10
sexe	Homme	113	37	150	88
	Femme	3	18	21	12
Tranche d'âge (ans)	20 - 30	19	10	29	17
	30 - 40	49	7	56	33
	40 - 55	38	27	65	38
	55 - 65	10	11	21	12
Situation matrimoniale	Marié	97	25	122	71,34
	célibataire	15	28	43	25,15
	veuve/ Veuf	2	0	2	1,17
	concubinage	2	2	4	2,34
Formation aux bonnes pratiques culturelles	oui	21	16	37	22
	non	95	39	134	78

Les caractéristiques sociodémographiques des exploitants maraichers mettent en évidence un pourcentage élevé d' allogènes (83%) par rapport aux nationaux (17%) et un faible niveau de scolarisation des agriculteurs (56%). Suivant les nationalités, 47% des exploitants exerçant dans les sites de Franceville et Moanda sont des Burkinabés, suivi des Congolais et Gabonais à proportion égale (11%). Les hommes représentent une proportion de 88% contre 12% des femmes. Trente-huit pour cent (38%) des producteurs ont un âge compris entre 40 et 55 ans contre 17% dont l'âge est compris entre 20 et 30 ans (Tableau 1).

La situation matrimoniale montre que 71,34% des exploitants sont mariés, 25,15 % des célibataires et 2,34 % sont en concubinage. Les exploitants installés sur les sites de production n'ont pas reçu de formation agricoles pour la plus part (78%), seul 22 % ont reçu une formation des pratiques culturelles de base (tableau 1).

Par ailleurs, la comparaison des proportions (figure 2) montre qu'il y a plus d'exploitants autochtones à Moanda qu'à Franceville. De plus, le niveau d'instruction est plus élevé dans cette localité.

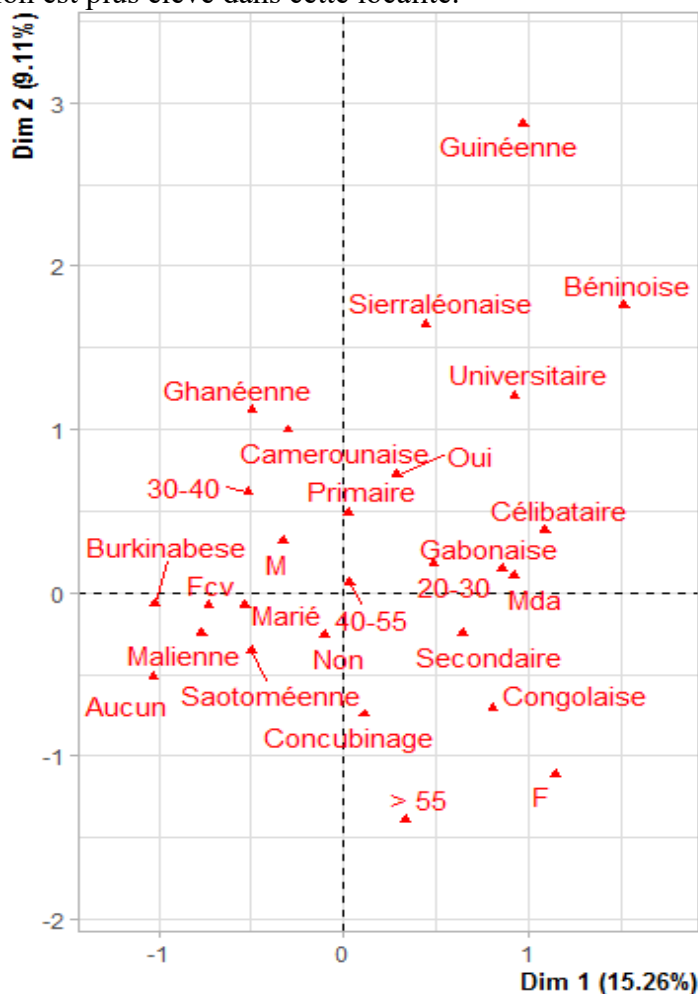


Figure 2. Comparaison des proportions des nationalités et niveaux d'instruction entre Franceville et Moanda

Caractéristiques des exploitations maraichères

Les caractéristiques des exploitations maraichères de Franceville et Moanda sont variées (tableau 2).

Tableau 2. Caractéristiques des exploitations maraichères de Franceville et Moanda

Tableau 2: Caractéristiques des exportations maraîchères de Franceville et Moanda					
Critères de classification		Franceville (n=114)	Moanda (n=57)	Tous (n=171)	Pourcentage %
Acquisition des parcelles	Propriétaire	10	21	31	18
	Gardien de la parcelle	98	27	125	73
	Locataire	6	9	15	9
Superficie des parcelles (m2)	<1000	16	13	29	17
	[1000-5000[	59	25	84	49
	[5000-10000[	25	10	35	20
	>10000	17	6	23	13
Main d'œuvre	Familiale	54	22	76	44
	Salariale	42	24	66	39
	Mixte	23	6	29	17
Production mensuelle (kg)	<100	35	12	47	27
	[100-500[	64	31	95	56
	>500	17	12	29	17
Lieu de vente	Sur site	6	6	12	7
	Au marché	30	11	41	24
	Sur site/au marché	80	38	118	69
Revenus mensuels (1000 Francs CFa)	[50-150[	52	18	70	41
	[150-500[	34	20	54	32
	>500	30	17	47	27

Les exploitations maraichères de Franceville et Moanda sont caractérisées par un pourcentage élevé d'exploitants qui gardent les parcelles de leurs patrons (73 %), suivis de 18 % de ceux qui possèdent leurs propres parcelles et 9 % des locataires (tableau 2).

La main d'œuvre est à 44 % familiale, car la plupart de temps les producteurs travaillent seuls ou avec leurs frères ; 39 % emploient les gens qui travaillent à temps plein dans leurs exploitations, pendant qu'eux-mêmes sont occupés ailleurs dans les affaires ou l'administration. Ces derniers sont payés au prorata de la production ou ont un revenu hebdomadaire ou mensuel allant de 80 à 150 mille francs. De plus, les exploitants (17 %) emploient les jeunes et les étudiants pendant les vacances pour des tâches bien définies telles que la confection des planches, le sarclage, le repiquage et la récolte (tableau 2).

Sur les parcelles cultivées, 56 % des producteurs récoltent entre 100 et 500 kg de légumes par mois contre 17 % qui ont moins de 100 kg. Cela dépend de la superficie, du type de culture et de la disponibilité en eau surtout en saison sèche ou ce liquide précieux se fait rare. Ceux qui ont plus de moyens achètent les motopompes pour prélever de l'eau dans les rivières ou les lacs environnant, tandis que d'autres préfèrent réduire la surface de culture en attendant les pluies, ou encore cultivent les plantes moins exigeantes en eau

(tableau 2). Les récoltes sont vendues sur les sites de production et au marché pour 69% des producteurs.

Les revenus des exploitants dépendent des quantités de récolte, des prix sur le marché et la clientèle. Pour 41 % des producteurs, les revenus mensuels varient de 50 à 150 mille Francs CFA contre 27 % qui ont de revenus de plus de 500 mille Francs CFA.

Les producteurs de Moanda ont les plus grands revenus car ils exploitent des superficies plus grandes en zone périurbaine que ceux de Fanceville qui pour la plus part cultivent en ville avec des superficie plus petites (figure 3).

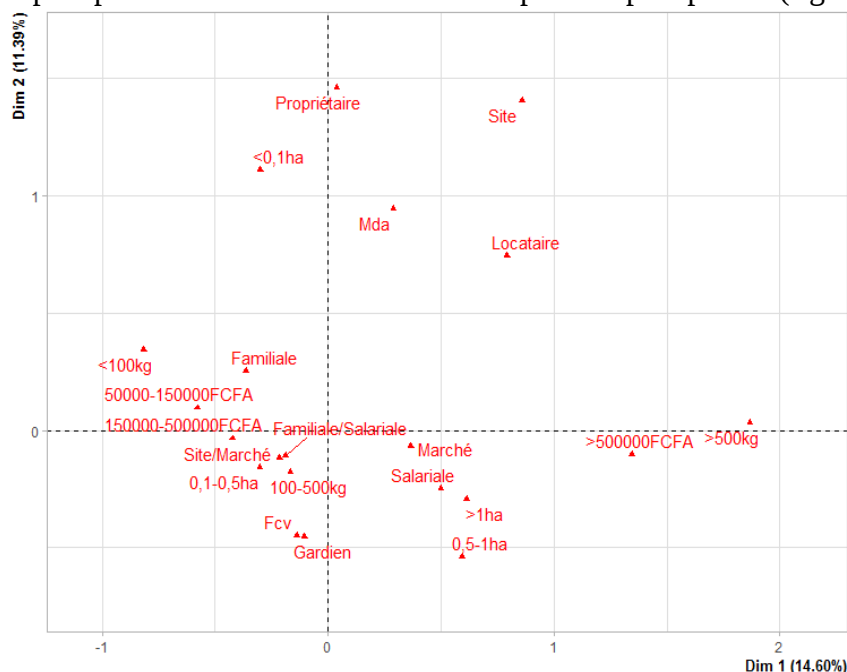


Figure 3. Comparaison des superficies et revenus entre Franceville et Moanda

Pratiques culturelles dans le Haut-Ogooué en 2023

Production des légumes

Dix familles des cultures maraîchères sont cultivées dans la région. Le test de Khi-2 a révélé des différences significatives (figure 4).

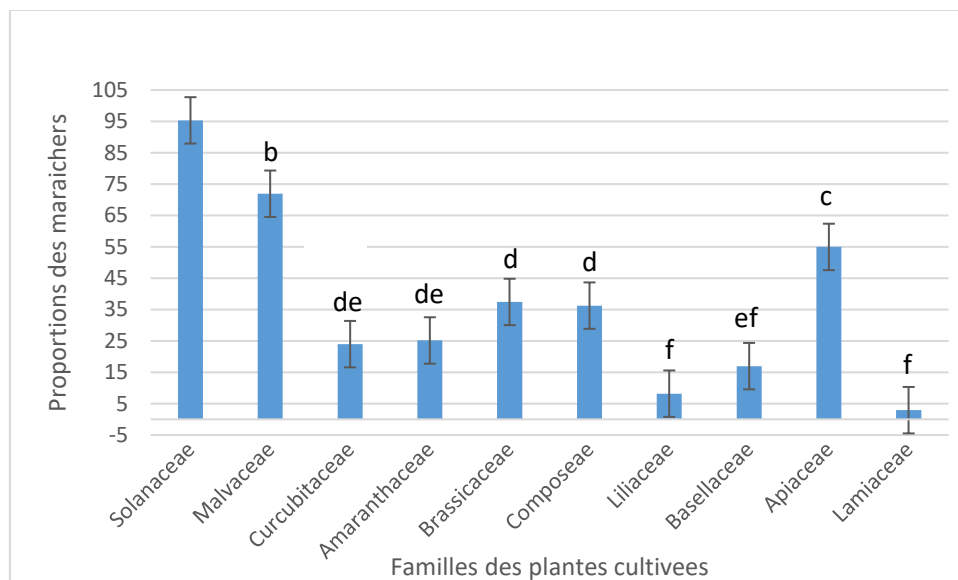


Figure 4. Proportion des maraichers par familles des plantes cultivées

La famille des Solanacées représentées par les cultures telles que la tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), le poivron (*Solanum annuum* L.), le piment (*Capsicum frutescens* L. ; l'aubergine africaine (*Solanum aethiopicum* L., l'aubergine violette (*Solanum melongena* L.) et la morelle noire (*Solanum nigrum* L), sont majoritairement cultivées par 95 % des producteurs, suivies des Malvacées (72 %) avec l'oseille de guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.) et le gombo (*Abelmoschus esculentus*) et des Apiacées (55 %) tels que le persil (*Petroselinum crispum* Mill) et le céleri (*Apium graveolens* L.). Enfin les lamiacées qui ne comptent que pour (3 %) avec le basilic (*Basilic ocimum* L.), la carotte (*Daucus carota* L.) et la menthe (*Mentha spicata*).

Par ailleurs, pour produire ces plantes, les maraichers utilisent divers systèmes et modes de cultures (tableau 3).

Tableau 3. Systèmes et modes de cultures à Franceville et Moanda

Types	Caractéristiques	Franceville n=116	Moanda n=55	Total n=171	Pourcentage (%)
Mode de culture	Planche	74	38	112	65,45
	Plat	34	6	40	23,39
	Billon	8	11	19	11,07
Système de culture	Monoculture	6	0	6	3,5
	Polyculture	110	55	165	96,6

Trois modes de culture ont été identifiés, la conduite de culture sur planche (65,45%), à plat ou plein champ (23,39%) et sur billon (11,07%). Le système de culture principale est la polyculture pratiquée par 96,5% des maraichers et seuls 3,5% pratiquent la monoculture (tableau 3).

Les mêmes systèmes de cultures sont pratiqués dans les deux localités. Par contre le mode diffère d'une ville à l'autre (figure 5). A Moanda les cultures sont beaucoup plus cultivées sur les billons surélevés à cause des inondations vu que la plus part des parcelles sont dans des fonds des vallées souvent marécageuses.

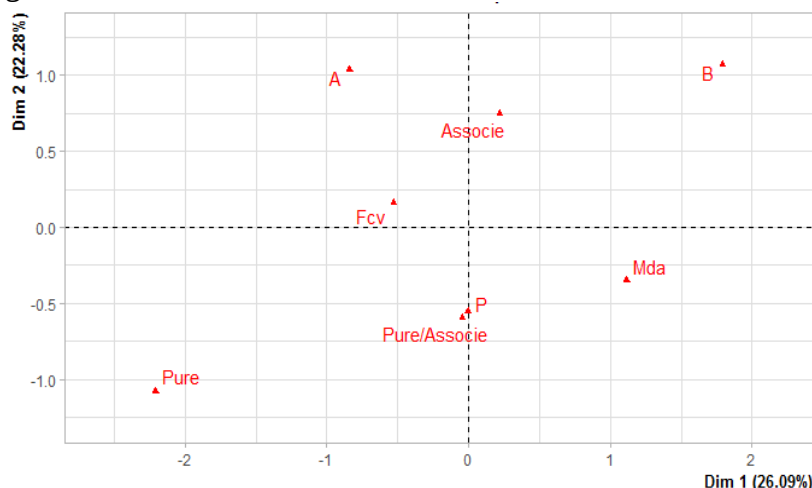


Figure 5. Comparaison des proportions des modes et systèmes de cultures entre Franceville et Moanda

Pour lutter contre les insectes et acariens qui constituent la plus grande menace pour ces cultures, plusieurs produits phytopharmaceutiques sont utilisés (figure 6).

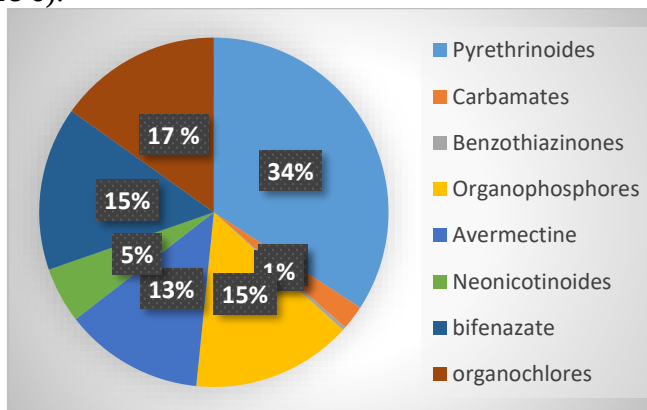


Figure 6. Proportion des maraichers par familles des produits phytosanitaires utilisés dans la zone d'étude

L'enquête a révélé que 100 % des maraichers de Franceville et Moanda utilisent les produits phytosanitaires pour lutter contre les ennemis des cultures. Huit (8) principales familles sont régulièrement utilisées par les exploitants dont: les Pyrethrinoides (34 %), les organochlorés (17 %), les

organophosphorés et Bifenazate (15 %), avermectine (13%), constituent les principales familles d'insecticides les plus utilisées sur les criquets, les pucerons, les chenilles, la mouche des fruits, les acariens. Les néonicotinoides (5%), carbamates (2%) et benzothiazinone (1%) ont également été identifié mais sont les moins utilisés.

Gestion de la fertilisation des sols par les producteurs de Franceville et Moanda

Les systèmes agricoles des exploitations maraîchères de Franceville et Moanda sont intensifs, caractérisés par des successions de cultures rapides sur la même parcelle, avec une durée de jachère très courte de 1 à 2 mois. De ce fait, les exportations conséquentes et les besoins ponctuels importants de certaines cultures entraînent très souvent à l'utilisation des engrais organiques et minéraux dans le but d'améliorer les rendements des cultures (figure 7).

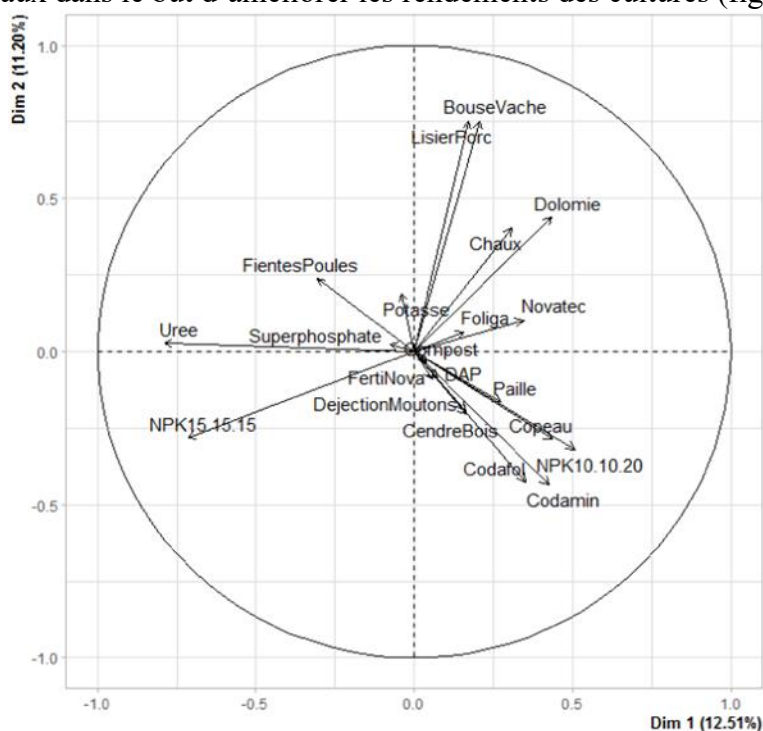


Figure 7. Engrais utilisés par les maraîchers de Franceville et Moanda

Les maraîchers de Franceville et Moanda utilisent principalement les fientes de poules comme engrais organique, le NPK 15-15-15 et Urée comme engrais minéraux seuls ou combinés (fertilisation mixte), car ceux sont les engrais les plus disponibles dans la région. La matière organique végétale (pailles et composts des plantes) est très peu valorisée.

Par ailleurs, les doses d'engrais utilisées par exploitant sur les cultures telles que les Solanacées qui sont les plus représentées sont souvent supérieures à celles recommandées, en fonction du pays d'origine et du niveau d'instruction (tableau 4).

Tableau 4. Quantité d'engrais apportée sur la tomate et le poivron en fonction du pays d'origine et du niveau d'instruction

Critères de classification		Fientes (g/ m ²)	Urée (46 %) (g/ m ²)	NPK (g/ m ²)	15-15-15
Pays d'origine	Gabon	250± 25	10±5	10±5	
	Burkina Faso	3500±450	80± 12	120±15	
	Congo	300±5	15±8	20±8	
	Brazzaville				
	autres	3000±350	50±10	60±13	
Niveau instruction	Aucun	3300±230	70±18	110±10	
	Primaire	3000±480	60±9	100±10	
	Secondaire	1500±400	20±8	50±8	
	Universitaire	150±15	10±2	10±5	

Les maraichers du Burkina Faso utilisent les plus grandes quantités moyennes d'engrais, soit 80 à 120g/ m² d'engrais minéraux et 1500 à 3500 g/ m² de fumier de ferme. Les quantités d'engrais utilisées pour fertiliser le sol tomate diminuent avec le niveau d'instruction. Ainsi, plus le niveau est faible plus les quantités d'engrais minéraux et organiques appliquées sont élevées.

Difficultés rencontrées par les producteurs de Franceville et Moanda

En ce qui concerne les contraintes de production, la figure 8 présente les types de difficultés rencontrées par les maraichers du Haut Ogooué.

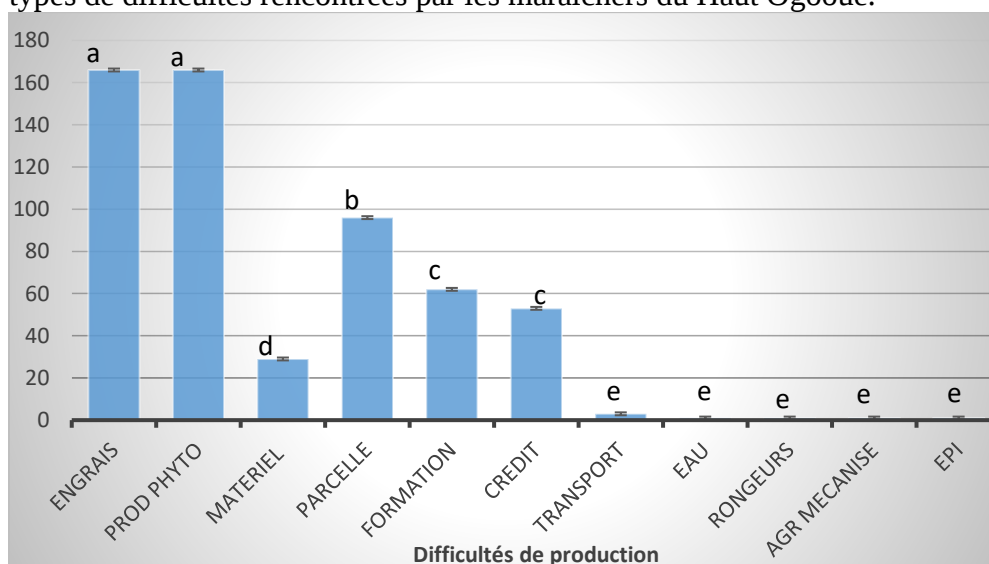


Figure 8. Contraintes de productions énoncées par les maraichers du Haut-Ogooué

La disponibilité des intrants agricoles et l'obtention des parcelles pour l'agriculture restent des problèmes cruciaux dans cette partie du Gabon, car 97 % des maraichers disent avoir besoins d'engrais et de produits phytosanitaires pour fertiliser et lutter contre les ennemis de culture, et 56 % désirent avoir leur propre terrain pour cultiver en toute quiétude. De plus, les maraichers ont aussi besoin d'être formé (62%) sur l'utilisation de nouveau produits fertilisants et phytopharmaceutiques qui sont mis sur le marché ; ainsi que le crédit (45,29%) pour agrandir leurs surfaces de production.

Discussion

La présente étude a été initiée dans le but de mettre en évidence les pratiques culturales et la gestion des engrais par les maraîchers de Franceville et de Moanda. Les résultats auxquels elle est parvenue permettent de faire plusieurs observations et de tirer plusieurs conclusions.

L'étude a mis en évidence le faible niveau de scolarisation des agriculteurs. Cela a été observé par d'autres auteurs (Diao, 2004; Ondo, 2011 ; Bayendi Loudit et *al.*, 2017).

Le maraîchage dans le Haut Ogooué est pratiqué majoritairement par les allogènes notamment des Burkinabés qui occupent une part importante dans le secteur. Le maraîchage est une occupation à part entière qui leur permet de vivre et faire vivre leurs familles comme toutes autres activités génératrices de revenus (Conchita et *al.*, 2010). En revanche, la proportion des Gabonais dans ce secteur est encore très faible, ceux qui s'intéressent à cette activité sont des jeunes sortis des écoles de formation professionnelle et ceux ayant été formés par l'Institut Gabonais d'Appui au Développement (IGAD) restés sur les anciens sites. Ces derniers sont réunis en collectifs des jeunes producteurs pour offrir des bons produits sur le marché.

L'absence de motivation des gabonais dans ce secteur serait la conséquence logique du manque d'intérêt porté au secteur agricole par les habitants. En effet, dès la décolonisation en 1960, ce secteur a pratiquement été abandonné au profit des activités minières et pétrolières, dans la mesure où la manne pétrolière évaluée était assez consistante pour soutenir les importations des denrées alimentaires, laissant tout de même les populations rurales dans une pauvreté absolue (Magnagna Nguma, 2005).

De plus, l'irrégularité et le faible revenu moyen mensuel (150 000 FCFA) que génère cette activité n'encouragent pas les nationaux qui doivent répondre aux dépenses quotidiennes et aux pressions familiales (Bayendi Loudit, 2017). Par conséquent, ces derniers préfèrent s'investir dans les activités plus rémunératrices dans les domaines de la foresterie, des mines et de l'administration publique. C'est pourquoi, pour beaucoup de maraichers, la production des légumes est une activité qui procure un revenu d'appoint et de ce fait est exercée comme une activité secondaire. Ainsi, il s'agit de trouver

de quoi subvenir à ses besoins en attendant de trouver un autre emploi ; cela concerne beaucoup plus les nationaux. On rencontre aussi dans cette catégorie des étudiants en quête d'emploi, les enseignants et les travailleurs d'autres secteurs d'activités, qui pratiquent le maraîchage surtout pour l'autoconsommation et pour s'occuper pendant les périodes de vacances et de congé pour la consommation de la famille et vendent le surplus, car pour eux acheter les légumes revient trop cher.

L'âge moyen des producteurs est de 45 ans, les jeunes sont moins nombreux. Ce résultat se rapproche de celui de Bayendi Loudit et *al.*, (2017), mais diffère des résultats de Kasanda Mukendi et *al.*, (2016), qui ont montré que l'âge moyen des agriculteurs pour tous les sites étudiés était de $36,21 \pm 13,41$ ans. Le maraîchage reste une activité qui touche un large panel de tranches d'âge de 16 à 63 ans à Garoua et Ngaoundéré, deux villes du Cameroun, et au Bénin, la filière du maraîchage reste dominée par les jeunes de 21 à 40 ans formant plus de 67% de la population des exploitants. Aussi, le taux non négligeable d'adultes de plus de 40 ans dans ce type d'activité est la preuve que le maraîchage intéresse tous les âges de la société (Allagbé et *al.*, 2014).

Le niveau d'implication des femmes dans le maraîchage au Haut-Ogooué est faible (22 %). Cela est lié à la difficulté d'accès à la terre et au financement; mais aussi à la pénibilité des travaux de confection des planches et les billons (Ondo, 2011 ; Koffie-Bikpo et Adaye, 2014).

La terre est un facteur de production important dans toute activité agricole. Le gardiennage des terrains est le mode d'accès le plus fréquent dans la région, qui permet aux gardiens notamment les étrangers de jouir temporairement d'un droit d'usage en attendant que le propriétaire revienne vivre dans la contrée ou qu'il soit prêt à y investir. A cet effet, 73 % des producteurs enquêtés exploitent les terrains qu'ils gardent. Le fait de confier les terres ou de les faire garder par des personnes est une stratégie des propriétaires pour les sécuriser en attendant de les mettre en valeur. Le terrain étant exploité en permanence, il est difficile qu'on assiste à des remises en cause de titre de propriété. Les maraîchers rencontrés sur ces terres affirment que les clauses qui les lient aux propriétaires ne font jamais l'objet d'un contrat signé. Ils sont souvent amenés à libérer les lieux chaque fois que les propriétaires veulent installer un bâtiment sur le terrain ou lorsqu'une offre plus intéressante de mise en valeur leur est faite.

Le maraîchage est une activité génératrice d'importants revenus aux dires des exploitants. Cependant, aucun d'eux n'a révélé le montant exact de ses avoirs. Néanmoins, plus de la moitié des producteurs affirme avoir des revenus mensuels dépassent 150 000 FCFA (54 %). Ce qui représente le Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti (SMIG) au Gabon. Dans une étude réalisée à Ouagadougou au Burkina Faso, Illy et *al.*, (2007) ont montré

que les revenus des producteurs maraîchers sont compris entre 45 000 FCFA et 100 000 FCFA par mois. Ce revenu est fonction de la superficie emblavée et à plusieurs autres paramètres endogènes et exogènes au secteur (Verheij et Henk., 2008).

Concernant les spéculations cultivées, 24 cultures maraîchères ont été recensées appartenant à 10 familles botaniques. Cette gamme variée et multiforme de légumes recensés dans les communes de Franceville et de Moanda est conforme aux travaux de Cissé *et al.*, (2002) ; Diao, (2004) et Madjouma *et al.*, (2009). En effet, ces auteurs ont étudié respectivement les systèmes de culture des maraîchers de la région dakaroise au Sénégal et de la ville de Lomé au Togo et ont montré que les maraîchers de ces villes cultivent plusieurs espèces de légumes. L'étude révèle en outre que la production de légumes sur les différents sites est permanente et intensive (N'Dienor *et al.*, 2011). La production des légumes-feuilles et des légumes-fruits est liée à la demande des consommateurs, à la grande communauté culturelle vivant dans la région et à la disponibilité en eau d'arrosage en saison sèche (Kanda *et al.*, 2009). Ainsi, pour l'irrigation de ces cultures, les principales sources d'approvisionnement sont les puits et les rivières. Les maraîchers en zone périurbaine sont installés dans les bas-fonds. Ils utilisent l'eau de rivière et du puits, alors qu'en zone urbaine, ils utilisent l'eau de robinet. Cette situation est différente de celle décrite par Ouédraogo (2008) qui a montré que les puits et puisards étaient les principales sources d'eau pour le maraîchage dans les villes de Koudougou et d'Ouahigouya.

L'absence de formation au métier du maraîchage conduit au non-respect des bonnes pratiques culturales, c'est-à-dire à l'utilisation non raisonnée des engrais et des produits phytopharmaceutiques.

De plus, la production maraîchère est caractérisée par l'utilisation des engrais minéraux et organiques. La majorité des producteurs combinent fertilisation organique et minérale, comme cela a été observé ailleurs (Abdulkadir *et al.*, 2012 ; Ahouangninou, 2013). Car l'association de ces engrais chimiques et organiques apporte des rendements meilleurs. Ces résultats sont en accord avec ceux de Ouédraogo *et al.* (2019) qui ont montré que 92 % des maraîchers de la zone de Bobo-Dioulasso associent les substrats organiques aux fumures minérales.

Les engrais minéraux constituent la source majeure de la fertilisation des cultures maraîchères, quel que soit le type de nutriment principal (N, P, K). Les maraîchers utilisent 1070 kg/ha de ces engrais et 15,8 tonne/ha de fumier de ferme. Selon Fall (2001), il est recommandé d'apporter entre 15 à 40 t/ha de fiente de poules pour un bon amendement du sol.

Par contre, les doses d'engrais minéraux apportées aux cultures montrent que ces dernières sont largement supérieures aux doses d'urée (75 kg/ha) et de NPK (150 kg/ha) admises et recommandées par la recherche sur

les légumes feuilles au Bénin (Avadí *et al.*, 2020). Or l'apport excessif d'engrais minéraux par les maraîchers rejoint le constat fait antérieurement par Assogba-Komlan *et al.*, (2007). Les apports d'azote varient de 125 à 654 kg N/ha par cycle de production en fonction des cultures et de la zone.

Concernant la gestion des engrais dans les zones de production maraîchère, l'étude a révélé que le taux élevé d'analphabétisme chez les agriculteurs, combiné à un manque de prise de conscience, pourrait être la cause du manque de considération de la précaution d'emploi des produits agrochimiques ce qui menace la durabilité de l'agriculture (Lompo, 2009 ; Predotova *et al.*, 2010). Cet usage excessif et empirique des engrais minéraux n'est pas en adéquation avec les besoins des sols, et cela représente un danger pour les eaux de surface, entraînant un problème d'eutrophisation ainsi que la pollution de la nappe phréatique (Adjagodo *et al.*, 2016).

Il a ainsi été observé que les apports en engrais minéraux azotés sur les sols agricoles sont aujourd'hui dominants (58 %) par rapport aux autres intrants naturels tels que les effluents d'élevage et résidus de culture (Bayendi Loudit, Ndoutoume Ndong et Francis, 2017 ; Oikoun *et al.*, 2019). La gestion de ces engrais s'avère difficile, car la plupart des producteurs maraîchers manquent de formation appropriée. On assiste à une utilisation non raisonnée des engrais azotés au fil du temps.

En effet, lorsque l'engrais azoté est épandu, il y a un risque, en fonction des caractéristiques physico-chimiques des sols, qu'une partie de ces fertilisants se perdent par percolation vers les nappes souterraines (Choudhury et Kennedy, 2007 ; Bhagowati et Ahamad, 2019 ; Ahmad *et al.*, 2022). Cela pourrait avoir des répercussions néfastes sur l'environnement en contribuant à l'eutrophisation des plans d'eaux, par les eaux de ruissellement concentrées en azote (Lawani *et al.*, 2017; Rolle Longley *et al.*, 2019).

Conclusion

Ce travail avait pour objectif de faire un état des lieux de l'activité maraîchère et de comprendre la gestion des engrais par les producteurs dans les communes de Franceville et Moanda. De ce fait, les enquêtes de terrain et les entretiens avec les acteurs de ce secteur ont permis de constater que le maraîchage intéresse un grand nombre, notamment les allogènes de divers pays. Ces derniers ne sont pas formés aux bonnes pratiques culturales, ce qui conduit à une utilisation non raisonnée des engrais chimiques. Ainsi, les doses d'engrais minéraux appliquées sont deux fois supérieures à celles recommandées sur les cultures maraîchères. Cet état de cause pose la problématique du devenir de ces engrais dans le sol si ces mauvaises pratiques persistent. Il est plus qu'impérieux que des actions de vulgarisation des pratiques agro-écologiques soient menées auprès de ces producteurs pour une agriculture urbaine durable et saine vis à vis de l'environnement.

Remerciements : Nos remerciements vont à l'endroit des producteurs maraichers des villes de Franceville et Moanda au Gabon, qui ont bien voulu répondre à nos questions. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre gratitude.

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. Abdulkadir, A., Dossa, L. H., Lompo, D. J.-P., Abdu, N. et Van Keulen, H. (2012). Characterization of urban and peri-urban agroecosystems in three West African cities. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(4), 289-314. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.663559>.
2. Adjagodo, Antoinette, Tchibozo, Micheline Agassounon Djikpo, Kelome, Nelly C. et Lawani, Rébecca. (2016). Flux des polluants liés aux activités anthropiques, risques sur les ressources en eau de surface et la chaîne trophique à travers le monde: synthèse bibliographique. *International journal of biological and chemical sciences*, 10(3), 1459-1472.
3. Ahmad, Javed, Yasmeen, Rubina, Irfan, Mohammad, Al-Huqail, Asma A. et Qureshi, Mohammad Irfan. (2022). Assessment of health risk, genotoxicity, and thiol compounds in *Trigonella foenum-graecum* (Fenugreek) under arsenic stress. *Environmental Science and Pollution Research* 2022, 1-15. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-22269-5>.
4. Ahouangninou, Claude. (2013). *Durabilité de la production maraîchère au sud-Bénin: un essai de l'approche écosystémique* [PhD Thesis, UAC]. <https://agritrop.cirad.fr/572410>.
5. Allagbé, H., Aitchedji, M. et Yadouleton, A. (2014). Genèse et développement du maraîchage urbain en République du Bénin. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 7(1), 123-133.
6. Assogba-Komlan, F. V., Bello, S. et Baco, M. N. (2007). Sélection participative au champ de quelques cultivars d'oignon de jours courts pour le département de l'Alibori. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 58, 745-755.

7. Avadí, Angel, Hodomihou, Richard et Feder, Frédéric. (2020). Maraîchage raisonné versus conventionnel au sud-Bénin: comparaison des impacts environnementaux, nutritionnels et socio-économiques. *INRA et CIRAD, Métaprogramme GloFoodS* ([http://www. glofoods.inra.fr](http://www.glofoods.inra.fr)). <https://www.academia.edu/download/116978325/333556321.pdf>.
8. Avenot, Aimé Félix. (2008). *La décentralisation territoriale au Gabon: Entre mimétisme et mystification*. <https://www.torrossa.com/it/resources/an/5100236>.
9. Bayendi Loudit, Sandrine Mariella, Ndoutoume Ndong, Auguste et Francis, Frédéric. (2017). Le maraîchage périurbain à Libreville et Owendo (Gabon): Pratiques culturelles et durabilité. *Cahiers Agricultures*, 26(4). <https://doi.org/10.1051/CAGRI/2017026>.
10. Beniston, Joshua W., Lal, Rattan et Mercer, Kristin L. (2016). Assessing and Managing Soil Quality for Urban Agriculture in a Degraded Vacant Lot Soil. *Land Degradation & Development*, 27(4), 996-1006. <https://doi.org/10.1002/LDR.2342>.
11. Bhagowati, Biswajit et Ahamad, Kamal Uddin. (2019). A review on lake eutrophication dynamics and recent developments in lake modeling. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 19(1), 155-166. <https://doi.org/10.1016/J.ECOHYD.2018.03.002>.
12. Boupassia, Christian. (2004). *Etude des sols et des résidus miniers de la région de Moanda au Sud-Est du Gabon: perspectives de réhabilitation du plateau manganésifère de Bangombé* [Université de Bourgogne]. <https://doi.org/2004DIJOS017>.
13. Bush, Emma R., Jeffery, Kathryn, Bunnefeld, Nils, Tutin, Caroline, Musgrave, Ruth, Moussavou, Ghislain, Mihindou, Vianet, Malhi, Yadvinder, Lehmann, David, Ndong, Josué Edzang, Makaga, Loïc et Abernethy, Katharine. (2020). Rare ground data confirm significant warming and drying in western equatorial Africa. *PeerJ*, 2020(4), 1-29. <https://doi.org/10.7717/peerj.8732>.
14. Choudhury, A. T.M.A. et Kennedy, I. R. (2007). Nitrogen Fertilizer Losses from Rice Soils and Control of Environmental Pollution Problems. <http://dx.doi.org/10.1081/CSS-200059104>, 36(11-12), 1625-1639. <https://doi.org/10.1081/CSS-200059104>.
15. Cissé, Guéladio, Kientga, Mathieu, Ouédraogo, Boureïma et Tanner, Marcel. (2002). Développement du maraîchage autour des eaux de barrage à Ouagadougou: quels sont les risques sanitaires à prendre en compte? *Cahiers agricultures*, 11(1), 31-38.
16. Diao, Maty Ba. (2004). Situation et contraintes des systèmes urbains et périurbains de production horticole et animale dans la région de Dakar. *Cahiers agricultures*, 13(1), 39-49.

17. Gross M., 2023. Human population at the crossroads, 2023. *Current Biology*, Volume 33, Issue 1, 9 January 2023, Pages R1-R3.
18. Illy, L., Belem, J., Sangaré, N. et Kaboré, M. (2007). Contribution des cultures de saison sèche à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration de la sécurité alimentaire. *Rapport d'étude du Centre d'Analyse des Politiques Economiques et Sociales, Ouagadougou, Burkina Faso*.
19. Kanda, Madjouma, Wala, Kperkouma, Batawila, Komlan, Djaneye-Boundjou, Gbandi, Ahanchede, Adam et Akpagana, Koffi. (2009). Le maraîchage périurbain à Lomé: pratiques culturelles, risques sanitaires et dynamiques spatiales. *Cahiers Agricultures*, 18(4), 356-363.
20. Kasanda Mukendi, Nathan, Mushagalusa Balasha, Arsène, Kitsali Jean, Hélène, Nkulu Mwine Fyama, Jules et Bogaert, Jan. (2016). Maraîchage périurbain à Lubumbashi: modes d'accès à la terre et gestion des superficies agricoles. *International Journal of Innovation and Applied Studies*.
<https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/263924/1/IJIAS-15-132-02.pdf>.
21. Kedowide, Conchita MG, Sedogo, Michel P. et Cisse, Guéladio. (2010). Dynamique spatio temporelle de l'agriculture urbaine à Ouagadougou: Cas du Maraîchage comme une activité montante de stratégie de survie. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 10(2).
<https://journals.openedition.org/vertigo/10312>.
22. Kiba, D. I. (2012). Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, péri-urbaine et rurale au Burkina Faso. *Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso*, 120.
23. Koffié-Bikpo, Céline Yolande et Adaye, Dr Akoua Assunta. (2014). Agriculture commerciale à Abidjan: le cas des cultures maraîchères. *Pour*, (4), 141-149.
24. Kouakou, Paul-Alfred. (2020). Déterminants de la productivité, de la rentabilité économique et impact social du maraîchage dans la commune de Boundiali, au Nord de la Côte d'Ivoire. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(1).
<https://www.agrimaroc.org/index.php/ActesIAVH2/article/view/786>.
25. Kpadenou, Claude Codjo, Tama, Clarisse, Tossou, Baké Dado et Yabi, Jacob Afouda. (2020). Facteurs D'adoption de la Gestion Intégrée des Ravageurs en Production Maraîchère Dans la Vallée du Niger au Bénin. *Euro Sci J*, 16(3), 101-120.
26. Lawani, R. A. N., Kelome, N. C., Agassounon Djikpo Tchibozo, M., Hounkpe, J. B. et Adjagodo, A. (2017). Effects of agricultural practices on the pollution of surface water in Benin Republic. *Larhyss Journal*, 30, 173-190.

27. Lompo, F. (2009). Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et la solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina Faso. *Abidjan, Ivory Coast: University of Cocody*.
28. Loudit, Sandrine Mariella Bayendi, Ndong, Auguste Ndoutoume et Francis, Frédéric. (2017). Le maraîchage périurbain à Libreville et Owendo (Gabon) : pratiques culturelles et durabilité. *Cahiers Agricultures*, 26(4), 45002. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017026>.
29. Madjouma, K., Kpérkouma, W., Komlan, B., Gbandi, D. B., Adam, A. et Koffi, A. (2009). Periurban market gardening in Lome: cultural practices, spatial and dynamic health risks. *Cahiers Agricultures*, 18(4), 356-363.
30. Mangombi, J. B., Brouat, C., Loiseau, A., Banga, O., Leroy, E. M., Bourgarel, M. et Duplantier, J. M. (2016). Urban population genetics of the invasive black rats in Franceville, Gabon. *Journal of Zoology*, 299(3), 183-190. <https://doi.org/10.1111/JZO.12334>.
31. M.E.D.D. (2013). Ministère de l'Economie et du Développement Durable: "Situation socio-économique du Haut-Oogoué.
32. Mouyendi, Maryse Kanga. (2012). *Caractérisation physico-chimique des eaux industrielles de l'usine de la laverie: Relation exploitation minière et sources naturelles* [PhD Thesis, Université de Lorraine]. http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUS_M_2012_KANGA-MOUYENDI_MARYSE.pdf.
33. Ndiade-Bourobou, Dyana, Hardy, O. J., Favreau, B., Moussavou, H., Nzengue, E., Mignot, A. et Bouvet, J. M. (2010). Long-distance seed and pollen dispersal inferred from spatial genetic structure in the very low-density rainforest tree, *Baillonella toxisperma* Pierre, in Central Africa. *Molecular Ecology*, 19(22), 4949-4962. <https://doi.org/10.1111/J.1365-294X.2010.04864.X>.
34. N'Dienor, Moussa M., Aubry, Christine C. et Rabeharisoa, Lilia L. (2011). Stratégies de construction de la fertilité des terres par les agriculteurs dans les systèmes maraîchers périurbains d'Antananarivo (Madagascar). *Cahiers Agricultures*, 20, 280-293.
35. Nguema, Rano-Michel. (2005). Développement de la ville, découpage et appropriation des territoires urbains au Gabon: le cas de Libreville. *Belgeo. Revue belge de géographie*, (4), 481-498.
36. Ondo, Jean Aubin. (2011). *Vulnérabilité des sols maraîchers du Gabon (région de Libreville): acidification et mobilité des éléments métalliques* [PhD Thesis, Aix-Marseille 1]. <https://www.theses.fr/2011AIX10097>.
37. Ouédraogo, A. (2008). Facteurs de vulnérabilité et stratégies d'adaptation aux risques des maraîchers urbains et périurbains dans les

- villes de Ouahigouya et de Koudougou. *Mémoire d'ingénieur. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, 58p.
38. Ouédraogo, Rayangnéwendé Adèle, Kambiré, Fabèkourè Cédric, Kestemont, Marie-Paule et Biolders, Charles L. (2019). Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cahiers Agricultures*, 28, 20.
 39. Predotova, Martina, Schlecht, Eva et Buerkert, Andreas. (2010). Nitrogen and carbon losses from dung storage in urban gardens of Niamey, Niger. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 87(1), 103-114. <https://doi.org/10.1007/s10705-009-9316-1>.
 40. Rolle Longley, K., Huang, Wenrui, Clark, Clayton et Johnson, Elijah. (2019). Effects of nutrient load from St. Jones River on water quality and eutrophication in Lake George, Florida. *Limnologica*, 77, 125687. <https://doi.org/10.1016/J.LIMNO.2019.125687>.
 41. Smith, Charles Michael. (2021). Conventional breeding of insect-resistant crop plants: still the best way to feed the world population. *Current Opinion in Insect Science*, 45(Figure 1), 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.11.008>.
 42. Son, Diakalia, Somda, Irénée, Legreve, Anne et Schiffers, Bruno. (2017). Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures*, 26(2). <https://orbi.uliege.be/handle/2268/212922>.
 43. Thomas, Graeme. (2012). *Growing greener cities in Africa: first status report on urban and peri-urban horticulture in Africa*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/64738bc8e01106880096d10a>.
 44. Walters, Gretchen M, Nguema, Diosdado et Niangadouma, Raoul. (2022). Flora and fire in an old-growth Central African forest- savanna mosaic : a checklist of the Parc National des Plateaux Batéké (Gabon) Parc National des Plateaux Batéké. *Plant Ecology and Evolution*, 155(2), 189-206.

Optimisation de la germination de cinq semences d'essences de la forêt en dégradation Haut-Sassandra (Cote d'Ivoire)

Etien Dibié Théodore, Maitre-assistant

Bomisso Edson Lezin, Maitre de Conférence

Université Felix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Anguiby Bossombra Laurent Apollinaire, Docteur

Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Koné Daouda, Professeur titulaire

Université Felix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n12p190](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p190)

Submitted: 12 November 2021

Accepted: 28 April 2025

Published: 30 April 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Etien D.T., Bomisso E.L., Anguiby B.L.A. & Koné D. (2025). *Optimisation de la germination de cinq semences d'essences de la forêt en dégradation Haut-Sassandra (Cote d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 190.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p190>

Résumé

La présente étude a été réalisée sur des semences appartenant à 5 essences commerciales à germination difficile en Forêt Classée du Haut-Sassandra dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire en vue de faciliter leur domestication. Pour ce faire, les fruits de *Chrysophyllum giganteum*, *Morus mesozygia*, *Nauclea diderrichii*, *Pycnanthus angolensis* et *Sterculia rhinopetala* ont été collectées et leurs paramètres morphophysiologiques ont été évalués en plus de leur pouvoir germinatif. Relativement au pouvoir, les facteurs évalués sont le type de semence (Fruit entier, graine fraîche, graine sèche) et l'enceinte (Hangar, ombrière, Air libre). Ainsi, la teneur en eau ainsi que le taux de pureté des graines fraîches ont été moins élevés chez *Nauclea diderrichii*. En ce concerne la germination les valeurs ont été meilleures avec les semences sous la forme de graines fraîches. L'enceinte de germination a eu un effet notable sur le nombre de graines fraîches germés avec des taux plus élevés sous le hangar et l'ombrière. Il ressort que la meilleure semence de multiplication est la graine fraîche et l'enceinte idéale, un hangar ou une ombrière.

Mots-clés: Semences, essences, germination, enceinte de germination, forêt haut Sassandra

Optimization of the germination of five forest species seeds from the degrading forest of Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire)

Etien Dibié Théodore, Maitre-assistant

Bomisso Edson Lezin, Maitre de Conférence

Université Felix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Anguiby Bossombra Laurent Apollinaire, Docteur

Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Koné Daouda, Professeur titulaire

Université Felix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Abstract

The present study was carried out on seeds belonging to 5 commercial species with hard germination in the listed forest of the upper Haut-Sassandra region in west-central Côte d'Ivoire, with a view to facilitating their domestication. To this end, the fruits of *Chrysophyllum giganteum*, *Morus mesozygia*, *Nauclea diderrichii*, *Pycnanthus angolensis*, and *Sterculia rhinopetala* were collected, and their morphophysiological parameters were assessed in addition to their germination potential. Concerning germination capacity, the factors investigated were seed type (whole fruit, fresh seed, dry seed) and environment (shed, shade house, open air). Thus, the water content and purity rate of fresh seeds were lower in *Nauclea diderrichii*. Germination values were better with fresh seed. The germination environment had a significant effect on the number of fresh seeds germinated, with higher rates in the shed and the shade house. This shows that for these forest species, the best seed form for multiplication is fresh seed, and the ideal environment, a shed or a shadehouse.

Keywords: Seeds, forest species, germination, germination environment, Haut-Sassandra forest

Introduction

La destruction progressive des forêts à travers le monde, est accompagnée de la disparition de certaines essences dont le bois présente un réel intérêt économique. En effet, sur un total de 1600 millions d'hectares que couvrent les forêts tropicales naturelles, environ 155 millions d'hectares demeuraient encore « vierges » en 1990 (Lanly, 2001). Selon l'évaluation des ressources forestière mondiale 2020, la superficie des forêts naturelles

régénérées n'a cessé de diminuer avec un taux de perte décroissant (FAO, 2020).

En Côte d'Ivoire, à la suite d'un inventaire réalisé sur la base d'images satellitaires, Pirard *et al.* (2021) ont estimé la surface des forêts résiduelles à seulement 2,92 millions d'hectares, soit 9,2 % du couvert qu'il y a 70 ans. L'une des conséquences de cette destruction profonde de la forêt est une perte importante de produits forestiers utilisés pour leurs diverses fonctions (alimentation, artisanat, chasse, pharmacopée, industrie du bois). La reconstitution du couvert forestier par la plantation d'arbre est dans ce contexte est un impératif à prendre en compte pour juguler les impacts négatifs qui sont perçus par toutes les franges de la société. Toutefois, Ce renouvellement des massifs forestiers détruits par l'introduction d'arbres est un processus qui s'avère très lent voir difficile et qui nécessite pour ces raisons l'action de l'homme (Coulilaly *et al.*, 2022). L'intervention humaine se situe d'une part par la collecte de semences et d'autre part, la recherche des conditions favorables à la germination des graines et de croissance (Moupela *et al.*, 2021). En effet, les graines de certaines essences forestières telles que *Sterculia rhinopetala*, *Pycnanthus angolensis* germent difficilement par le fait que leurs semences pourrissent ou sont consommées par des prédateurs (Guillemot, 2004). Comestibles, les fruits de *Chrysophyllum giganteum* sont ramassés et vendus sur les marchés villageois. Ces prélèvements ont un impact négatif sur la régénération de certaines espèces. L'étude de Guillemot en 2004 permet de conforter cette relation. En effet, il a démontré que le rapport entre la production de graines de *Carapa procera* et sa capacité de régénération est généralement faible. Sanogo *et al.* (2013) et Moupela *et al.* (2021) ont aussi montré que les fortes pressions exercées sur peuplements sont enclines à une régénération naturelle qui varie de très faible à nulle. Ces études se rejoignent au même point : la régénération naturelle seule ne pourrait suffire à reconstituer durablement la forêt (Bita *et al.*, 2017).

Au niveau de la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS), en vue d'endiguer cette déperdition des semences, des tests de germination ont été réalisés sur les espèces suivantes, *Chrysophyllum giganteum*, *Morus mesozygia*, *Nauclea diderrichii*, *Pycnanthus angolensis* et *Sterculia rhinopetala*. Le choix de ces taxons a été motivé par la difficulté de faire germer les graines de ces essences en milieu naturel. Ce sont des essences dont le bois présente un intérêt économique certain (Mark *et al.*, 2014), et pour lesquelles, la possibilité de les régénérer permettra de les distribuer circonscritement dans les zones dégradées. De plus, avec leur potentiel d'intégration, ces espèces pourraient être recommandées dans les systèmes agroforestiers et environnementaux, contribuant ainsi, à la conservation de leurs ressources génétiques (Peprah *et al.*, 2015). Par ailleurs, la nécessité de les domestiquer assurerait un approvisionnement durable en jeunes plantes et

une production à grande échelle pour les divers milieux à arborer.

La présente étude a pour objectif de contribuer à la domestication de ces cinq espèces ivoiriennes à travers l'amélioration de la germination par la mise en œuvre de procédés fiables, simples et rapides.

Materiel et Methodes

Zone d'étude

Le massif forestier, qui a constitué le milieu d'étude, est situé à 103 kilomètres au Nord-Ouest de la ville de Daloa, Chef-lieu de Région du Haut-Sassandra. Elle couvre une superficie de 96 120 ha. Les limites actuelles sont déterminées et définies entre 6 °51' et 7°24' de latitude Nord, 6 °59' et 7 °10' de longitude Ouest. La région qui abrite cette forêt possède un climat guinéen de type tropical humide (Etien, 2005). Les moyennes pluviométriques mensuelles les plus élevées sont enregistrées au mois de septembre pour Pélezzi et Zoukougbeu avec respectivement 199,25 mm et 229,07 mm. Les mois de juillet et d'août sont les moins chauds (24,33 °C) et ceux de février et mars, les plus chauds (27,39 °C). La forêt classée est dominée par des sols ferrallitiques à matériel parental schisteux ou granitique, moyennement et faiblement désaturé en bases (Etien *et al.*, 2018).

La Forêt Classée du Haut-Sassandra (FCHS) fait partie du domaine guinéen de la forêt dense équatoriale. Elle est du type fondamental à *Celtis* spp. et *Triplochiton scleroxylon* (Guillaumet et Adjanohoun, 1971).

Matériel végétal

Les semences utilisées appartiennent à cinq espèces d'arbres tropicales à savoir : *Chrysophyllum giganteum* (Sapotaceae), *Nauclea diderrichii* (Rubiaceae), *Morus mesozygia* (Moraceae), *Pycnanthus angolensis* (Myristicaceae) et *Sterculia rhinopetala* (Sterculiaceae).

Collecte et conditionnement des semences

Les semences ont été récoltées sous les arbres matures des espèces choisies dans la forêt classée du Haut-Sassandra, Côte d'Ivoire. Cette récolte qui est intervenue en période de pleine fructification a consisté à ramasser les fruits ou des graines après leur chute naturelle sur le tapis forestier. Les graines ont été ensuite extraites des fruits soit après un trempage dans l'eau ou non. L'extraction avec trempage a été réalisé pour *Chrysophyllum giganteum*, *Morus mesozygia*, *Pycnanthus angolensis*, et *Sterculia rhinopetala*. Ainsi, ce sont uniquement les graines de *Nauclea diderrichii* qui ont été extraites sans le trempage. Les graines fraîches ont été conservées au réfrigérateur à 4 °C jusqu'à leur utilisation.

Description de l'aspect externe du fruit et appréciation du taux de pureté et du poids des graines

L'aspect externe de la graine a été décrit uniquement en tenant compte de la couleur de l'épiderme du fruit. Pour certaines espèces dont les graines sont noyées dans une masse d'impuretés, 2 g d'échantillon de travail, considéré comme poids initial (Pi) et destiné à être trié pour séparer les graines des débris végétaux a été prélevée. Le tri a été effectué sous une loupe manuelle à l'aide d'une pince fine. Après ce tri, les graines ont été comptées et pesées pour déterminer le poids final (Pf).

La pureté des semences, exprimée en pourcentage, a été déterminée à partir de la relation ci-dessous :

$$Pureté (\%) = \frac{Pf \times 100}{Pi}$$

La technique utilisée pour la détermination du poids des semences est celle proposée par l'ISTA (2009). Les taux de pureté et les poids des semences sont des valeurs moyennes de trois répétitions réalisées par pesée.

Quantification des dimensions des graines

La longueur, la largeur et l'épaisseur des graines de chaque espèce ont été mesurées avec un pied à coulisse électronique de précision de 0,02 mm (MITUTOYO), monté sur une loupe binoculaire (CETI). Ce sont trente graines par espèce qui ont été ainsi caractérisées.

Détermination de la teneur en eau des graines

La méthode utilisée pour l'évaluation de la teneur en eau des graines (TE) est celle proposée par l'International Seed Testing Association (ISTA, 2009). Pour cela, une masse (P1) de graine fraîche a été mise dans un bocal et placée dans une étuve réglée à 105 °C pour 17 heures. Après un temps de refroidissement, de nouvelles pesées ont été effectuées avec une balance de précision 1/10 000 de marque SARTORIUS BP 221 S et la nouvelle masse noté P2. La teneur en eau des graines exprimée en pourcentage (% TE) a été déterminée à partir de la relation suivante :

$$TE (\%) = \frac{(P1 - P2) \times 100}{P1}$$

Où P1 : Poids des fruits frais avant passage à l'étuve ; P2 : Poids des fruits après passage à l'étude.

Détermination du taux de germination

Le taux de germination des espèces a été évalué sous différents niveaux d'éclairement. Il s'est agi de conduire les essais sous un hangar, une ombrière et à l'air libre. Ces enceintes différaient entre elles par l'intensité de l'éclairement incident. Dans une enceinte, un dispositif en blocs factoriels

complets a été mis en place. Un traitement qui est un niveau de combinaison du facteur « espèce » avec cinq modalités et du facteur « type de semence » avec trois facteurs. Les modalités du second facteur sont : fruits entiers, graines fraîches et graines sèches. Chaque semence a été mise dans un sachet en polyéthylène rempli avec un terreau forestier prélevé dans la même forêt. Après les semis, un arrosage quotidien a été effectué afin de maintenir l'humidité du substrat. En outre, une graine a été considérée comme germée dès l'apparition des deux premières feuilles. Le taux de germination, exprimé en pourcentage, est le rapport entre le nombre de semences germées sur le nombre de semences ensemencées.

Traitements statistiques

Les données collectées ont été saisies avec le tableur Excel 2016, analysées avec le logiciel R version 4.0.2. Avant la mise en œuvre de l'analyse de variance, la normalité des données a été vérifiée dans chaque cas. Spécifiquement une transformation angulaire des taux de germination a été effectuée avant de mettre en œuvre l'analyse de variance.

Resultats

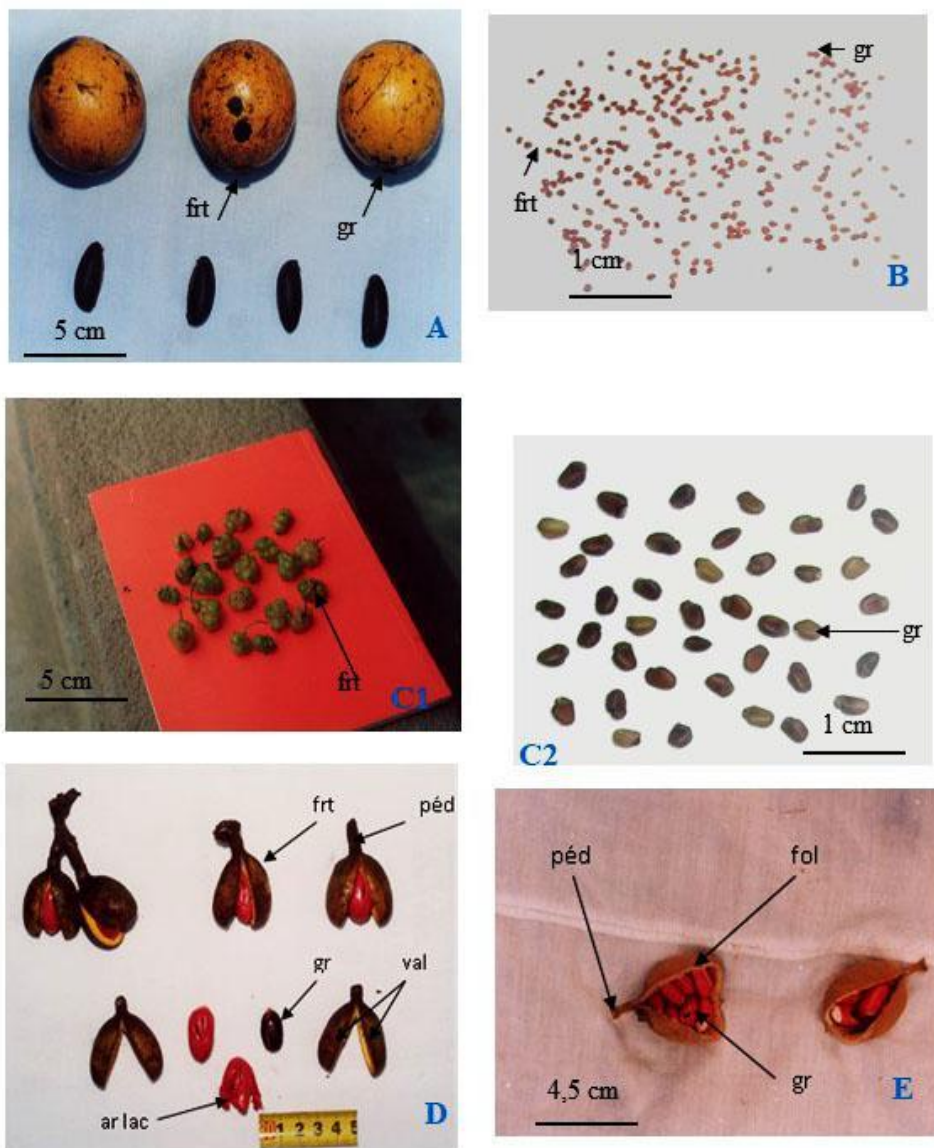
Couleurs des fruits, poids et pureté des graines

Les fruits présentent différentes couleurs et de types (Figure 1). Les fruits de *Chrysophyllum giganteum* sont des baies de couleur brune avec une masse de 2,03 g/graine (Tableau 1). Quant à *Nauclea diderrichii*, les fruits de couleur marronnâtes ont en leur sein des graines qui ont en moyenne 0,00039 g/graine. Les fruits de *Morus mesozygia* sont des baies regroupées en une syncarpe qui comprennent 5 à 6 graines dont la masse par unité est 0,017 g. Chez *Pycnanthus angolensis*, le fruit qui est une drupe, qui contient une graine dont le poids est de 1,99 g. Pour *Sterculia rhinopetala*, le fruit est un follicule déhiscent qui recèle entre 8 à 10 graines brunes avec une masse de 0,75 g par graine. Comme le poids des graines, le taux de pureté a varié significativement selon l'espèce de plante. A l'exception de *Nauclea diderrichii* où il a été de l'ordre de $7,47 \pm 0,49$ %, pour les autres les valeurs ont été supérieures à 98 %.

Teneurs en eau des graines

La figure 2 présente les teneurs en eau des graines des espèces expérimentées. Elles ont varié de 11,60 % à 63,57 %. L'analyse de variance à un facteur a montré une variation significative de cette grandeur suivant l'espèce ($p < 5$ %). Ainsi, les graines de *Nauclea diderrichii* ont présenté les valeurs les plus faibles, tandis que celles de *Pycnanthus angolensis* ont été les plus élevées.

Figure 1 : Aspects des fruits et des graines



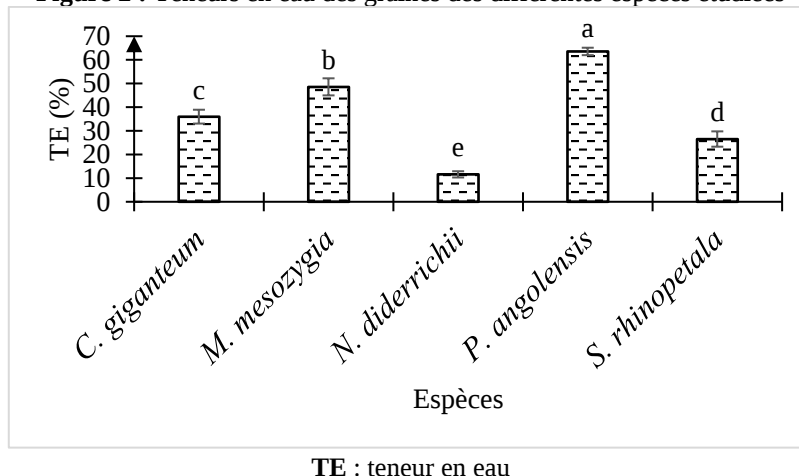
A : *Chrysophyllum giganteum* ; B : *Nauclea diderrichii* ; C1 et C 2 : *Morus mesozygia* ; D : *Pycnanthus angolensis* ; E : *Sterculia rhinopetala* ; ar lac, arill

Tableau 1: Poids et pureté des graines selon l'espèce

Espèces	Poids/graine	Pureté (%)
<i>Chrysophyllum giganteum</i>	$2,03 \pm 0,08$ a	$98,83 \pm 0,80$ a
<i>Morus mesozygia</i>	$0,017 \pm 0,001$ c	$99,77 \pm 0,23$ a
<i>Nauclea diderrichii</i>	$0,00039 \pm 0,000001$ c	$7,47 \pm 0,49$ b
<i>Pycnanthus angolensis</i>	$1,99 \pm 0,06$ a	$99,37 \pm 0,63$ a
<i>Sterculia rhinopetala</i>	$0,75 \pm 0,14$ b	$97,77 \pm 1,80$ a

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne $\pm$ erreur-type. Les moyennes au sein d'une colonne suivie de la même lettre minuscule ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman et keuhls.

Figure 2 : Teneurs en eau des graines des différentes espèces étudiées



La hauteur de la bande représente la moyenne, les barres sont les erreur-types. Les bandes surmontées de la même ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman et keuhls.

Dimensions des graines

La longueur des graines, la largeur, l'épaisseur et le poids des graines ont fluctué significativement d'une espèce à une autre ($p < 5\%$). Les graines de *C. giganteum* et de *P. angolensis* ont présenté les longueurs les plus importantes avec $2,73 \pm 0,15$ cm et $2,37 \pm 0,09$ cm, respectivement. Concernant les graines de *Nauclea diderrichii*, elles se sont distinguées par des valeurs plus faibles sur l'ensemble des paramètres avec $0,18 \pm 0,02$, $0,13 \pm 0,01$ et $0,12 \pm 0,01$ cm, respectivement pour la longueur, la largeur et l'épaisseur des graines.

Taux de germination des semences sous le hangar, l'ombrière et à l'air libre

Les analyses réalisées ont conduit à l'existence d'interactions significatives entre les espèces et le type de semence dans chacune des trois conditions (Tableau 2). Sous le hangar, le taux de germination le plus élevé a été observé avec les graines fraîches de *Chrysophyllum giganteum* (90 %). Sous l'ombrière, les valeurs les plus importantes ont été enregistrées avec les graines fraîches de *Chrysophyllum giganteum* et *Nauclea diderrichii* avec

respectivement 92,00 % et 93,00 %. A l'air libre, le meilleur taux de germination a été observé avec les graines fraîches de *Nauclea diderrichii*. Par ailleurs, pour toutes les espèces expérimentées, les semences sous la forme de graines fraîches ont toutes germés à des proportions relativement plus importantes sous le hangar et l'ombrière. En ce qui concerne les graines sèches, la germination a été enregistré seulement avec *Nauclea diderrichii* avec une proportion de 8 % quand elles sont placées à l'air libre. Sous la forme de fruit, seules les semences de *Morus mesozygia* ont germé mais uniquement lorsqu'elles ont été ensemencées sous le hangar et l'ombrière.

Tableau 2: Pureté et dimensions des graines

Espèces	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Epaisseur (cm)
<i>Chrysophyllum giganteum</i>	2,73 ± 0,15 a	1,67 ± 0,09 a	0,73 ± 0,10 a
<i>Morus mesozygia</i>	0,42 ± 0,07 d	0,24 ± 0,01 c	0,23 ± 0,01 b
<i>Nauclea diderrichii</i>	0,18 ± 0,02 d	0,13 ± 0,01 c	0,12 ± 0,01 b
<i>Pycnanthus angolensis</i>	2,37 ± 0,09 b	0,93 ± 0,09 b	0,78 ± 0,017 a
<i>Sterculia rhinopetala</i>	1,51 ± 0,01 c	1,00 ± 0,10 b	0,81 ± 0,014 a

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± erreur-type. Les moyennes au sein d'une colonne suivie de la même lettre minuscule ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman et keuhls.

Tableau 3: Taux de germination des semences des différentes espèces semées sous différentes conditions

Espèces	Types de semence	Conditions		
		Hangar	Ombrière	Air libre
<i>Chrysophyllum giganteum</i>	Fruit frais	0 d	0 c	0 d
	Graine fraîche	90,00 ± 5,77 a	92,00 ± 4,90 a	4,00 ± 1,63 c
	Graine sèche	0 d	0 c	0 d
<i>Nauclea diderrichii</i>	Fruit frais	0 d	0 c	0 d
	Graine fraîche	74,00 ± 5,29 b	93,00 ± 4,73 a	65,00 ± 5,00 a
	Graine sèche	8,00 ± 0,00 c	0 c	0 d
<i>Morus mesozygia</i>	Fruit frais	67,00 ± 4,12 b	77,00 ± 4,43 b	0 d
	Graine fraîche	77,00 ± 3,42 b	82,00 ± 2,58 b	7,00 ± 2,52 c
	Graine sèche	0 d	0 c	0 d
<i>Pycnanthus angolensis</i>	Fruit frais	0 d	0 c	0 d
	Graine fraîche	67,00 ± 7,90 b	71,00 ± 6,40 b	0 d
	Graine sèche	0 d	0 c	0 d
<i>Sterculia rhinopetala</i>	Fruit frais	0 d	0 c	0 d
	Graine fraîche	78,00 ± 2,00 b	82,00 ± 2,00 b	15,00 ± 3,00 b
	Graine sèche	0 d	0 c	0 d
Statistiques		F= 35,37, p = 0,00	F= 43,88, p = 0,00	F= 84,38, p = 0,00

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± SD, n = 30) ». Les moyennes au sein d'une colonne suivie de la même lettre minuscule ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Newman et keuhls.

Discussion

La domestication des essences locales implique la maîtrise des conditions favorables à la germination ainsi que la croissance (Fédriche *et al.*, 2025 ; Diallo *et al.*, 2023 ; Frederik *et al.*, 2023). Au regard de l'analyse de nos données sur la production des semenciers, la remarque est qu'il n'existe aucune proportionnalité entre la quantité de fruits et de celle des graines pour les cinq espèces étudiées. Certains fruits, comme *Nauclea diderrichii* renferment de nombreuses graines tandis que d'autres n'en contiennent qu'une seule (*Pycnanthus angolensis*). Le nombre de graines n'est nullement lié au poids et à la taille du fruit : nous avons le cas de *Chrysophyllum giganteum* et de *Nauclea diderrichii* qui, bien qu'ayant le même type de fruit (baie), et approximativement la même taille, ont des quantités de graines totalement différentes ; la syncarpe de drupe de *Morus mesozygia* contient en moyenne 4 à 5 graines et pèse moins d'un gramme tandis que la drupe de *Pycnanthus angolensis*, beaucoup plus lourde (12 g) ne renferme qu'une seule graine. Sur les cinq espèces expérimentées, la teneur en eau des graines a été moins élevée chez *Nauclea diderrichii*, 9 à 13 %. Cela pourrait s'expliquer par leur petite taille. En effet, ces graines présentent dans l'ensemble les mêmes caractéristiques que celles du genre *Milicia*, pour lequel Bomisso (2000) a trouvé une teneur en eau voisine de 8 à 10 % d'humidité relative.

La germination est un processus parfois complexe qui est sous l'influence de nombreux facteurs, dont la durée de stockage des graines (Kouadio *et al.*, 2020), la nature des prétraitements (Diallo *et al.*, 2023) et la nature du substrat (Camara *et al.*, 2023). L'analyse des tests de germination menées sur les cinq espèces étudiées, a conduit à plusieurs observations. Tout d'abord, pour l'ensemble des espèces, les diverses graines extraites des fruits frais puis séchées et ensemencées en différentes enceintes, hangar, ombrière et à l'air libre, n'ont donné aucune germination. Probablement ces graines avaient perdu leur viabilité avant le semis car à l'état frais, les graines prélevées dans le même lot ont germé. Se fondant sur ce résultat, les semences de ces espèces seraient récalcitrantes. En effet, selon le guide manipulation des semences forestières établi par Wilan (1992), les essences tropicales produisent pour la plupart des semences récalcitrantes. Ainsi, lorsque les conditions d'entreposage ne permettent pas de garder une teneur en eau des semences comprise entre 20 et 50 %, le taux de germination baisse progressivement alors que la durée de conservation augmente (Sogo *et al.*, 2021). Dans ses travaux sur la domestication du Makoré, Tieghmella *heckelii*, Bonnénin (2000) a d'ailleurs constaté que les graines conservées dans un endroit aéré pendant 4 semaines, donc soumis au séchage, perdaient graduellement leur viabilité. La réduction du taux de germination selon la durée de séchage a été également souligné par Kouadio *et al.* (2020). Pour leur part, Sanogo *et al.* (2013) ont noté que les graines de *Carapa procera* ont une

teneur en eau initiale supérieure à 50 % avec un taux de germination de plus de 80 % ; après deux semaines de séchage, cette teneur en eau chute à moins de 20 % et les graines perdent totalement leur pouvoir germinatif. Ainsi, ces constats sont confortés dans cette étude où après séchage le taux de germination des espèces est quasi nul. Ainsi, la teneur en eau serait un élément important à prendre en compte afin de maintenir la viabilité des graines. Par ailleurs, les fruits frais de *Chrysophyllum giganteum* de *Nauclea diderrichii* de *Pycnanthus angolensis* et de *Sterculia rhinopetala* n'ont donné aucune germination à la différence de celui de *Morus mesozygia*. La germination observée chez *Morus mesozygia* serait liée à l'état de son fruit dont la fine épaisseur de l'épicarpe, formée de sépales persistants, recouvre une petite couche de mésocarpe très mou ; la graine germée n'aurait aucune difficulté à percer ce tissu à la différence des autres fruits chez lesquels ces deux enveloppes épaisses constituent une sorte de barrière. En revanche pour cette espèce, le taux de germination des graines fraîches est plus élevé que celui des fruits entiers. Ce résultat s'accorde avec les travaux de Bitá *et al.* (2017) où le taux de germination des fruits entiers de *Grewia coriacea* est beaucoup plus faible comparativement au noyau. Ainsi, la présence d'un péricarpe plus ou moins rigide impacte grandement le pouvoir germinatif des graines. Par ailleurs, les résultats expliquent l'absence de germination avec graines de *Pycnanthus angolensis* observée par Akaffou *et al.* (2019). En effet, ceux-ci ont ensemencés des graines sèches alors que la présente étude a montré que la germination n'est possible qu'avec des graines fraîches.

Certaines semences telles de *Milicia excelsa* (Sogo *et al.*, 2021) et *Ricinodendron heudelotii* (Fédriche *et al.*, 2025), les graines sont susceptibles de germer facilement sans un traitement préalable, chimique ou physique, alors d'autres non comme *Azelaia africana* (Diallo *et al.*, 2023) et *Pycnanthus angolensis* (Akafou *et al.*, 2019). A côté de ces traitements, les facteurs du milieu dont la lumière et la température jouent non moins un rôle moindre parfois corrélé. En effet, l'influence de la lumière est perçue tant sur la germination que la croissance (Mota *et al.*, 2015 ; Derraz *et al.*, 1995). Dans cette étude, l'analyse des données relatives à l'enceinte de germination donc de l'éclairement sur la germination a mis en évidence une différence plus prononcée avec les graines fraîches. En effet, le taux de germination des graines fraîches mises à l'air libre est plus faible ceux des graines placées sous le hangar et sous l'ombrière. Ce résultat conforme à celui de Johnson *et al.* (2019) serait le fait de la durée et de l'intensité d'éclairement élevée à l'air libre. Ainsi, une température ambiante trop élevée, corollaire d'un fort rayonnement incident pourrait rendre la germination impossible en altérant les semences (Bazoungoula *et al.*, 2016). L'ensemble de ces résultats tend donc à accréditer l'idée que le couvert végétal joue un rôle essentiel dans les phénomènes de germination des semences en forêt naturelle. En rapport à

Chrysophyllum giganteum, les s'accordent avec celui de Frederik *et al.* (2023). En fait, pour cette espèce, lorsque la température est basse ($20/32^{\circ}\pm 3^{\circ}\text{C}$), la germination est faible, lorsqu'elle trop élevée ($27/32^{\circ}\pm 3^{\circ}\text{C}$), la germination est réduite.

Conclusion

Cette étude a été entreprise afin de rechercher les facteurs tant extrinsèques qu'intrinsèques qui déterminent la germination dans le but de contribuer la domestication des espèces forestières ivoiriennes. Elle a permis d'obtenir des résultats intéressants. Elle a montré que les graines et les fruits présentent des caractéristiques différentes d'une espèce à une autre avec *Nauclea diderrichii* qui se singularise une teneur en eau et un taux de pureté plus faibles. Elle a mis en exergue un taux de germination des espèces plus élevé lorsque les semences choisies sont sous la forme de graines fraîches. Par ailleurs, il ressort qu'un fort rayonnement est préjudiciable à la germination des cinq espèces, en atteste les taux meilleurs sous le hangar et l'ombrière. En définitive, la réussite de la plantation de *Chrysophyllum giganteum*, *Morus mesozygia*, *Nauclea diderrichii*, *Pycnanthus angolensis* et *Sterculia rhinopetala* passe par l'utilisation de graines fraîches mis à germer sous une ombrière ou un hangar.

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. Akaffou, S. D., Kouame, A. K., Gore, N. B., Abessika, G. Y., Kouassi, H. K., Hamon, P., Duminil, J. (2021). Effect of the seeds provenance and treatment on the germination rate and plants growth of four forest trees species of Côte d'Ivoire. *Journal of Forestry Research*, 32, 161-169.
2. Bazoungoula, A. A., Mialoundama, F., Epron D. (2016). Effet de la lumière des trouées de la canopée sur le potentiel et la dissémination de *Gnetum africanum* dans les écosystèmes forestiers congolais, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17 (4), 1231-1241.
3. Bitá, A. M., Mpika, J., Saya, R. A., Ngantsoue, L., & Attibayeba, A. (2017). Evaluation des conditions de germination des noyaux de

- Grewia coriacea* Mast.(Malvaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(6), 2809-2825
4. Bomisso, E. L., (2000). Caractérisation physiologique de semences et étude des champignons associés à leurs pourritures chez quelques génotypes de *Milicia* sp. (Iroko) de Côte-d'Ivoire. D.E.A. de Physiologie végétale, option Agrophysiologie ; N° 28. U.F.R. Biosciences, Université Cocody-Abidjan. 69 p.
 5. Bonnénin, L. (2000) Domestication paysanne des arbres fruitiers forestiers : Cas de *Coula edulis* Baill. Olacaceae, et de *Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev., Sapotaceae, autour du Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. Tropenbos-Côte d'Ivoire, Abidjan, 141 p.
 6. Camara, B., Ndiaye, S., Diédhiou, M. A. A., Goudiaby, A. O. K., Kande, M., Fall, F., Ngom, D. (2023). Croissance et développement de *Carapa procera* DC. sur différents types de terreau en pépinière en Basse Casamance (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 17(3), 1006-1019.
 7. Coulibaly, D., Kouadio, V. P. G., Edi, K. A., N'guessan, K. A., & Boraud, N. T. K. M. (2022). Régénération naturelle des végétaux : cas de *Cedrela odorata* L.(Meliaceae) dans la forêt dense semi-décidue de Sangoué (Centre-Sud, Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(5), 2128-2142.
 8. Diallo, A., Camara, B., Goudiaby, A. O. K., Ndiaye, B., & Diallo, S. (2023). Effet des Prétraitements sur la Germination des Semences de *Azizelia africana* Smith ex Pers. en Milieu Semi Contrôlé en Basse Casamance (Senegal). *ESI Preprints*, 19(30), 216-216.
 9. Etien, D. T., Vroh, B. T. A., Adou, Y. C. Y., & N'Guessan, K. E. (2018). Diversité des espèces herbacées et lianescentes de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) après plusieurs années d'exploitation forestière. *European Scientific Journal*, 14(18), 247-263.
 10. Etien, D. T., (2005). – Potentiels de régénération des essences forestières commerciales par la germination des graines, dans la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse 3^{ème} Cycle, Botanique, option foresterie. Cocody-Abidjan. 239 p.
 11. FAO. 2020. Évaluation des ressources forestières mondiales 2020 - Principaux résultats. Rome. 12 p.
 12. Fédriché, S.N., Arsène, E., Ornella, K. E., Karen, M. M. V. D., Larisa, M. M., Chrisvelle, Y. G. J., Félix, E. K. (2025). Germination et croissance de *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Heckel à Brazzaville, République du Congo. *International Journal of Chemical and Biological Sciences*, 7(1) : 63-68

13. Fredrick, C., Chima, U. D., Alex, A., Odum, P.A. (2023). Germination and early growth performance of *Chrysophyllum albidum* Linn under different temperature conditions. *African Journal of Agriculture, Technology and Environment*, 12(2): 22-3
14. Guillaumet, J. L., Adjanohoun, E. (1971). La végétation de la Côte d'Ivoire. *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, 50, 166-262.
15. Guillemot, N. (2004). *Le Carapa, un arbre tropical aux intérêts écologiques et économiques prometteurs. Rapport de stage*. Paris-Grignon : INRA, [http://www.carapa.org/data/File/pdf/Rapport de stage Nicolas Guillemot.pdf](http://www.carapa.org/data/File/pdf/Rapport%20de%20stage%20Nicolas%20Guillemot.pdf), (20/12/2010).
16. ISTA, (2009). Règles internationales pour les essais de semences. Bassersdorf, Suisse : Association internationale d'essais de semences (AIES), 52 p
17. Johnson, B. N., Quashie, M. A., Radji, R., Segla, K. N., Adjonou, K., Kokutse, A. D., & Kokou, K. (2019). Etude de la germination de *Lawsonia inermis* L. sous différentes contraintes abiotiques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 745-758.
18. Kouadio, K., Sanogo, S., Kouassi, E. K., Doffou, C. S. (2020). Effet des durées de conservation et du traitement à l'eau sur la germination des graines de *Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev.(Sapotaceae) en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(8), 2880-2892.
19. Lanly, J. P., (2001). - Les milieux naturels continentaux : le patrimoine forestier mondial. *La jaune et la rouge* de 2001, 1: 57.
20. Mark J., Newton C.A., Oldfield, S., Rivers M. (2014). The international timber trade : A Working List of Commercial Timber Tree Species. Botanic Gardens Conservation International Descanso House, 199 Kew Road, Richmond, TW9 3BW, UK. 56 p
21. Moupela, C., Ikabanga, D. U., Mokea-Niaty, A., Moussavou Bikoukou, L. C., Lepengue, N. A., (2021). Essai de multiplication végétative de *Santiria trimera* (Oliv.) H. J. Lamex Aubrév., Burseraceae, par le marcottage aérien, Franceville (sud-est du Gabon). *Journal Interdisciplinaire de la Recherche Scientifique*, 2 (1), 1-9.
22. Fédriche, S. N, Arsène, E., Ornella, K. E., Karen, M. M. V. D., Larisa, M. M., Chrisvelle, Y. G. J, Félix, E. K. (2025). Germination et croissance de *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Heckel à Brazzaville, République du Congo. *International Journal of Chemical and Biological Sciences*, 7(1) : 63-68
- Peprah, T.; Oduro, K. A.; Siaw, D. E. K. A.; Cobbinah, J. R.; Tchoundjeu, Z.; Simons, A. J.; Jamnadass, R., Ofori, D. A., (2015). Domestication and Sustainable Use of Genetic Resources of a Native Tree with High Economic

- Potential in Ghana. *Open Journal of Forestry*, 5, 678-685.
23. Pirard, R., Cuny, P., Plancheron, F., Moynot, G., Rageade, M., Leclercq, PE.2021. Inventaire forestier et faunistique de la Côte d'Ivoire. ONF International, Nogent-sur-Marne, France, 8 p.
24. Sanogo, S. ; Sacandé, M. ; Van Damme, P., N'Diaye, I., (2013). – Caractérisation, germination et conservation des graines de *Carapa procera* DC. (Meliaceae), une espèce utile en santé humaine et animale. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 17 (2), 321-331.
25. Sogo, M, Etse, K, D , Aliaki E, Djiwa, O), Kamou H, Pondikpa Nadjombe, P, Kudzo, Guelly, K, A. (2021). Potentialités de régénération par graines, de multiplication in vitro et cinétique de croissance juvénile des plants de *Milicia excelsa* (Welw.) CC Berg (Moraceae). *Sciences de la vie, de la terre et agronomie*, 9(1), 41-46.
26. Willan, R. L. (1992). *Guide de manipulation des semences forestières dans le cas particulier des régions tropicales*. Étude FAO Forêts 20/2 [en ligne]. Consulté le 26 avril 2025. <https://www.fao.org/4/ad232f/ad232f00.htm#TOC>

Colectomie: indications et résultats dans un hôpital de référence du Niger

Aliou Zabeirou

Service de chirurgie générale,
chirurgien à l'hôpital général de référence de Niamey, Niger

Boka Tounga Yahouza

Médecin résident de chirurgie générale et digestive, 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

Kadi Ide

Service de chirurgie générale et viscérale ;
chirurgienne à l'hôpital national de Niamey, Niger

Adamou Zanguina Leylatou

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

Hama Y.

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

Lassey James Didier

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.v21n12p205](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p205)

Submitted: 28 February 2025

Accepted: 29 April 2025

Published: 30 April 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., Adamou Zanguina L., Hama Y., Didier L.J. &
Sani R. (2025). *Colectomie: indications et résultats dans un hôpital de référence du Niger*.
European Scientific Journal, ESJ, 21 (12), 205.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n12p205>

Résumé

Introduction : La colectomie est une technique opératoire qui consiste à la résection d'une portion ou de la totalité du colon. Elle est indiquée pour plusieurs pathologies coliques à savoir le carcinome colorectal, le volvulus du colon pelvien, la polypose adénomateuse et les cancers coliques dont les plus fréquents sont : dont les plus fréquents sont : le volvulus du colon pelvien suivis des tumeurs et invaginations. **Objectifs :** Rapporter les indications ainsi que les résultats de la colectomie à l'Hôpital Général de Référence de Niamey. **Patients et méthodes :** Il s'agissait d'une étude rétrospective monocentrique allant du 1^{er} janvier 2020 au mois de Juillet 2024, soit une période de 5 ans. Tous les patients admis dans les services de chirurgie générale de l'HGR pour qui une colectomie a été indiquée et réalisée pendant la période de notre étude. Notre étude s'est portée sur 27 patients. **Résultats :** Nous avons recensé au cours de notre étude 27 cas de colectomie, le sexe masculin était le plus fréquent soit 77,78% des cas. La moyenne d'âge était de 50, 74 ans avec des extrême de 18 et 78 ans, la mode était de 66 ans et l'Ecart type de 14,54. La tranche d'âge 45-59 était majoritaire avec 14 cas soit 51,85%. La douleur abdominale était le signe fonctionnel le plus fréquent avec 51,85 %. Dans notre étude 15 patients avaient réalisé un bilan d'extension tumoral soit 55,56% des cas. La localisation sur le colon sigmoïde à la coloscopie était la plus fréquente soit 11,11%. En période préopératoire la tumeur sigmoïdienne et le volvulus du colon sigmoïde étaient les diagnostics les plus suspectés soit 18,52% pour chacun. Une grande partie de nos patients était classée ASA 1 soit 74,07% des cas. La majorité des patients avait bénéficié d'une laparotomie soit 70,4% des cas. L'hémi-colectomie droite était, la plus réalisée (40,74%) suivie de la sigmoïdectomie (29,63%). L'infection du site opératoire était la complication la plus fréquente soit 14,81% des cas. La suite opératoire était simple dans 62,98% des cas. La mortalité péri-opératoire était de 3,70% des cas. **Conclusion :** La colectomie est un geste chirurgicale simple dont les indications sont nombreuses dominées par les volvulus du colon et les cancers du colon.

Mots-clés: Colectomies, indications, résultats, Niger

Colectomy: indications and results in a reference hospital in Niger

Aliou Zabeirou

Service de chirurgie générale,
chirurgien à l'hôpital général de référence de Niamey, Niger

Boka Tounga Yahouza

Médecin résident de chirurgie générale et digestive, 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

Kadi Ide

Service de chirurgie générale et viscérale ;
chirurgienne à l'hôpital national de Niamey, Niger

Adamou Zanguina Leylatou

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

Hama Y.

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

Lassey James Didier

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: Colectomy is a surgical technique that involves the resection of a portion or all of the colon. It is indicated for several colonic pathologies, namely colorectal carcinoma, pelvic colon volvulus, adenomatous polyposis, and colon cancers, the most common of which are pelvic colon volvulus, followed by tumors and intussusceptions. **Objectives:** To report the indications and results of colectomy at the Niamey General Reference Hospital. **Patients and Methods:** This was a single-center, retrospective study from January 1, 2020, to July 2024, a period of 5 years. All patients admitted to the general surgery departments of the Niamey General Reference Hospital for whom colectomy was indicated were included during the study period. Our study included 27 patients. **Results:** We identified 27 cases of colectomy during our study, the male gender was the

most frequent, either 77.78% of cases. The average age was 50, 74 years, with extremes of 18 and 78 years, the mode was 66 years and the standard deviation was 14.54. The age group 45-59 was the majority with 14 cases or 51.85%. Abdominal pain was the most frequent functional sign, with 51.85%. In our study, 15 patients had undergone a tumor extension assessment either 55.56% of cases. The location on the sigmoid colon at colonoscopy was the most frequent, either 11.11%. In the preoperative period, the sigmoid tumor and the volvulus of the sigmoid colon were the most suspected diagnoses, either 18.52% for each. A large proportion of our patients were classified as ASA 1, or 74.07% of cases. The majority of patients underwent laparotomy, either 70.4% of cases. Right hemicolectomy was the most commonly performed (40.74%), followed by sigmoidectomy (29.63%). Surgical site infection was the most common complication, either 14.81% of cases. The postoperative course was simple in 62.98% of cases. Perioperative mortality was 3.70% of cases. **Conclusion:** Colectomy is a simple surgical procedure with numerous indications, primarily colon volvulus and colon cancer.

Keywords: Colectomies, indications, results, Niger

Introduction

La colectomie consiste en une résection, d'une partie ou de la totalité du côlon avec ou sans rétablissement immédiat de la continuité intestinale (Ramsanahie A, 2022, Ferlay J, Ervik et al, 2020). Elle est indiquée pour plusieurs pathologies coliques à savoir le carcinome colorectal, le volvulus du colon pelvien, la polypose adénomateuse et les cancers coliques dont les plus fréquents sont : le volvulus du colon pelvien suivis des tumeurs et invaginations (L James Didier et al, 2021). Sur le plan vasculaire, il est subdivisé en deux parties la base des deux grand type hemicolectomie: hemicolectomie droite et gauche. Le colon droit vascularisé par l'artère mésentérique supérieur et le colon gauche est vascularisé par l'artère mésentérique inférieure (Nelson H, 2024)). Les chirurgies coliques peuvent se faire par voie coelioscopique ou par laparotomie. Des études multicentriques n'ont pas montré de différences sur le taux de survie ni sur le risque de récidives entre ces deux techniques. La coelioscopie a l'avantage de réduire la durée de l'hospitalisation, les douleurs post-opératoires, de favoriser une reprise du transit plus rapide ainsi que la reprise d'activités (Rolling A, et al, 2010). En fonction du type de pathologie colique, néoplasique ou non un curage ganglionnaire peut être réalisé associé à la colectomie (Traoré C et al, 2019, BAKARY Bet al, 2021). L'Hôpital Général de Référence de Niamey étant un hôpital nouvellement construit, une nouveauté dans l'approche chirurgicale, aucune étude portant sur les colectomies n'a été menée d'où le choix de notre travail dont le but était de rapporter les différentes indications

ainsi que les résultats des colectomies pratiquées à l'HGR sur la période allant de Janvier 2020 à Juillet 2024.

Patients et Méthodes

Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive, à collecte rétrospective (allant du 01 Janvier 2020 à Juillet 2024, soit une période de 55mois). Elle était constituée de tous les patients admis dans le service de chirurgie générale et digestive de l'HGR pour qui une colectomie avait été réalisée durant la période de notre étude. Ont été inclus dans l'étude, les patients opérés d'une colectomie avec ou sans rétablissement immédiat de la continuité colique quel que soit l'étiologie et le type de chirurgie (urgent ou planifié) et dont le dossier médical est complet et exploitable. N'étaient pas inclus dans l'étude tous les patients, pour qui une colectomie avait été faite et dont : le compte rendu opératoire n'était pas disponible ; le dossier était incomplet ou inexploitable, les patients opérés dans un autre service et référés pour suite de prise en charge. Pour la collecte des données nous avons utilisé une fiche d'enquête préétablie. Les variables étudiées: sociodémographiques (âge, sexe, résidence, situation matrimonial), cliniques (Les antécédents, motif de consultation, mode d'admission, signes cliniques), para cliniques (Echographie abdominale, scanner abdomino-pelvien, scanner thoracique, examens biochimiques, NFS), thérapeutiques (type d'anesthésie, la technique utilisée, durée d'hospitalisation), évolutives (durée de séjour, évolution postopératoire, pronostic). Pour la saisie nous avons utilisé Word et Exel 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

Nous avons colligé 27 colectomies parmi 2367 interventions chirurgicales soit une fréquence de 1,16%. Le sexe masculin était prédominant avec 21 cas soit 77,78 % et le Sex-ratio H/F était de 3,5. La moyenne d'âge était de 50, 74 ans avec des extrêmes de 18 et 78 ans, la mode était de 66 ans. L' écart type était de 14,54. La tranche d'âge 45-59 était majoritaire avec 14 cas soit 51,85%. La majorité des cas, la profession était non précisée (48,14% des cas). L'ethnie Zarma était majoritaire avec 14 cas soit 51,85%. La majorité des patients provenait de la ville de Niamey avec 16 cas soit 59,25%. Le niveau socio-économique moyen était le plus retrouvé avec 55,56%, 21 patients avaient été admis en urgence soit 77,78%. La douleur abdominale était le signe fonctionnel le plus fréquent avec 51,85 %. L'HTA était

l'antécédent le plus représenté avec 11,11% des cas. L'asthénie était présente chez 62,96 % des patients. La tension artérielle était normale chez 55,56% des patients. Le Pouls était normal chez 85,19% des patients. La fréquence respiratoire était normale chez 62,96% des patients. La température était normale chez 62,96% des patients. La majorité des patients présentait une distension abdominale à l'inspection soit 66,67% des cas (figure 1).

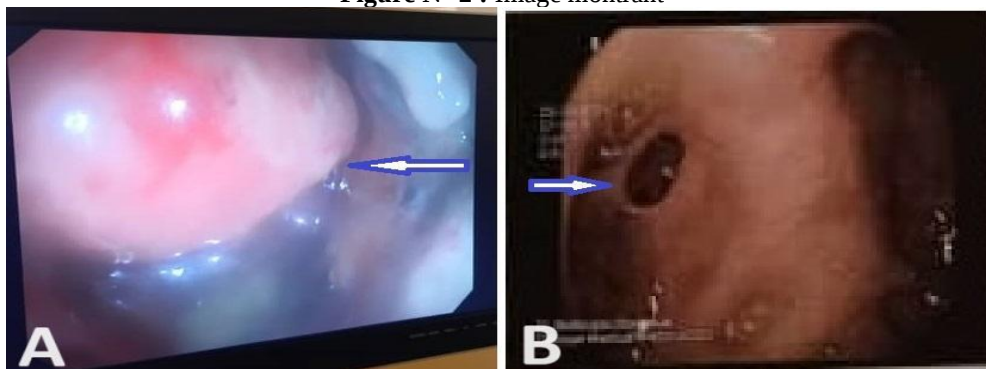


Figure N°1 : Image iconographique montrant une distension abdominale avec un météorisme asymétrique chez un patient de 60ans admis pour volvulus du colon sigmoïde

La majorité des patients présentait une douleur à la palpation soit 85,19% des cas. Le tympanisme était fréquent chez la majorité des patients (70,37% des cas). La majorité des patients avait une numération normale (66,67%), avec taux normal d'hémoglobine normale. Les taux étaient majoritairement normaux pour les globules blancs (81,48%) et 92,59% pour les plaquettes. L'ionogramme sanguin était normal chez la majorité des patients ; 66,67% pour la Na^+ , 85,52% des cas pour la K^+ et 66,67% des cas pour la Cl^- . La fonction rénale était normale chez la majorité des patients. La majorité des patients avait une fonction hépatique normale : 81,48% pour

l'ASAT et 85,19% pour l'ALAT. La majorité des patients avait un taux de prothrombine normal (92,59%). La CRP était normale dans 62,96% des cas. Dans notre étude 15 patients avaient réalisé un bilan tumoral soit 55,56% des cas. La localisation sur le colon sigmoïde à la coloscopie était la plus fréquente soit 11,11%. La masse était sténosante dans 11,11% des cas.

Figure N° 2 : Image montrant



A : un gros polype d'aspect dégénéré obstruant la lumière sigmoïdienne
 B : Diverticule sigmoïdien

La majorité des patients avait un adénocarcinome bien différencié à la biopsie soit 29,68% des cas (tableau I). Dans notre étude la majorité des patients présentait un épaissement pariétal sigmoïdien à la tomодensitométrie soit 25,93% des cas. (Tableau II et fig 3&4).

Tableau I : Répartition des patients en fonction des résultats de la biopsie

Type Histologique	Effectif	Pourcentage (%)
Adénocarcinome Bien différencié	8	29,68
Adénocarcinome moyennement différencié	5	18,52
Adénocarcinome peu différencié	1	3,70
Polype hyperplasique	1	3,70
Non faite	12	44,4
TOTAL	27	100

Tableau II : Répartition des patients selon les résultats de la TDM

TDM	Effectif	Pourcentage (%)
Epaississement angle colique gauche	1	3,70
Epaississement pariétal sigmoïdien	7	25,93
Epaississement pariétal colon transverse	2	7,41
Epaississement pariétal colon droit	2	7,41
Epaississement pariétal colon descend	1	3,70
Masse tissulaire caecale	1	3,70
Volvulus du sigmoïde	5	18,52
Image en cible ou en cocarde	4	14,81
Abcès péri-sigmoïdien	2	7,41
Abcès péritonéale	2	7,41
Total	27	100

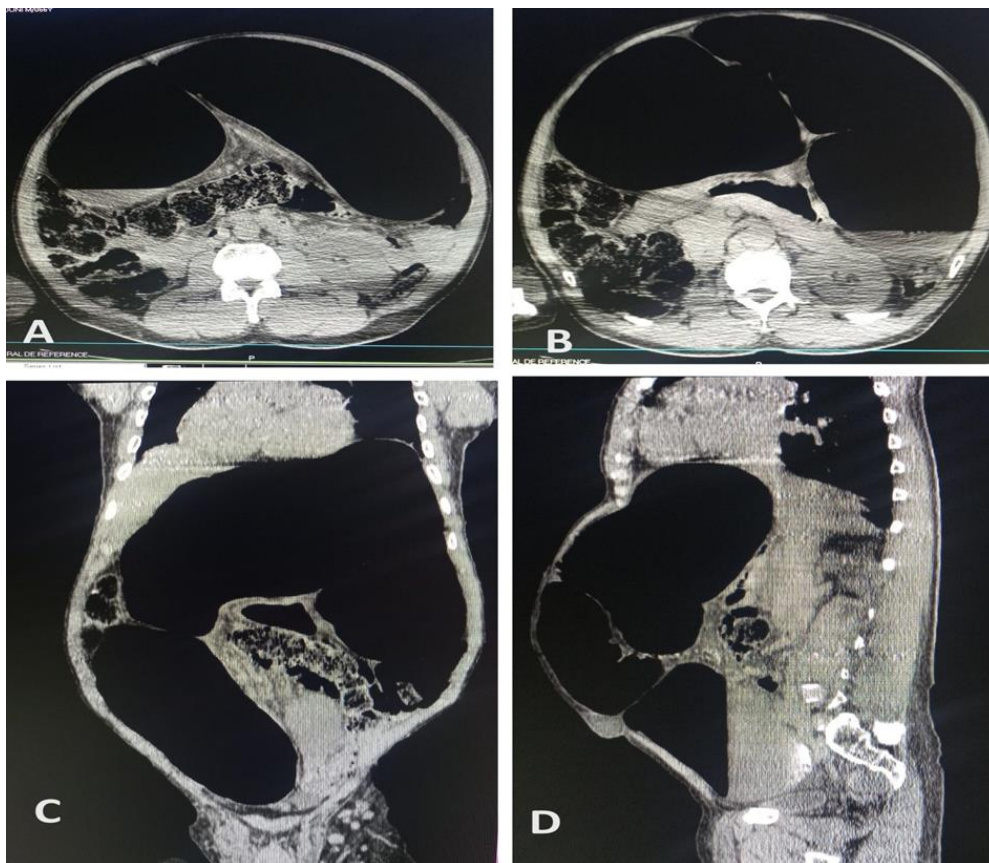
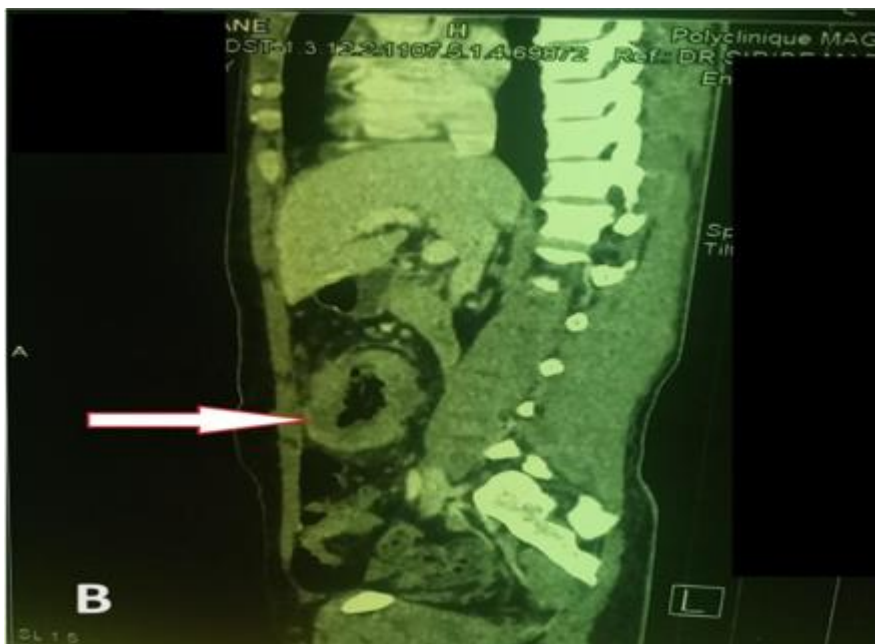


Figure N° 3 : Image TDM montrant un Volvulus du colon sigmoïde.
 A & B coupes axiales, C : coupe frontale, D : coupe sagittale

Figure n°4 : Image TDM montrant en:



A : un abcès rétropéritonéale dû à une diverticulite sigmoïdienne ;



B : un épaississement tumoral du colon transverse.

La majorité des patients ne présentait aucune extension locorégionale ou à distance soit 83,95% des cas. La sigmoïdectomie était l'indication préopératoire la plus fréquente soit au total 51,86% des cas suivie de la résection colique soit 14,81% des cas. La majorité des patients avait bénéficié d'une laparotomie soit 70,4% des cas. Le volvulus du sigmoïde et de la tumeur sigmoïdienne étaient les indications opératoires les plus relevées : 18,52% pour chacun (figure 4). L'hémi-colectomie droite est la colectomie la plus réalisée (40,74%) suivie de la sigmoïdectomie selon Hartmann (29,63%) (fig 5,6,7) (tableau III). La majorité des patients avait bénéficié d'une anastomose manuelle soit 77,78% des cas. Plus de la moitié des patients avait repris le transit aux gaz à J1 d'hospitalisation (55,56%). La majorité des patients avait repris le transit aux selles à J2 d'hospitalisation (51,85%). Plus de la moitié des patients avait repris l'alimentation liquide à J2 d'hospitalisation (62,97%). L'infection du site opératoire était la complication la plus fréquente : 4 cas, soit 14,81%. La majorité des patients avait un séjour de 3 jours. On notait un décès péri-opératoire. Parmi les 16 résultats d'anatomie pathologique disponibles, la majorité était non spécifique pour un cancer (6) soit 22,22% des cas.

Tableau III : Répartition des patients en fonction de l'indication opératoire

Type de pathologie	Diagnostic Suspecté	Indications	Effectif	%
Patrologie Maligne avec Curage Ganglionnaire	Tumeur angle colique gauche	Colectomie Segmentaire Gauche	1	3,70
	Tumeur sigmoïdienne	Sigmoïdectomie	5	18,52
	Tumeur sigmoïdienne avec métastase Hépatique	Sigmoïdectomie +metastasectomie	2	7,41
	Tumeur colon transverse	Colectomie transverse	2	7,41
	Tumeur colon droit avec envahissement pariétal	Hémi-colectomie droite emportant la paroi	1	3,70
	Tumeur colon droit avec envahissement du rein droit	Hémi-colectomie droite emportant le rein droit	1	3,70
	Tumeur colon descendant avec envahissement pariétal	Colectomie gauche segmentaire emportant la paroi	1	3,70
	Tumeur caecale avec métastase hépatique	Hémi-colectomie droite + Metastasectomie	1	3,70
Patologie Bénigne	Volvulus du sigmoïde	Sigmoïdectomie	5	18,52
	Invagination colique	Résection colique	4	14,81
	Sigmoïdite Abcédée	Sigmoïdectomie	2	7,41
	Abcès Appendiculaire	Appendicectomie +lavage	2	7,41
	Total		27	100

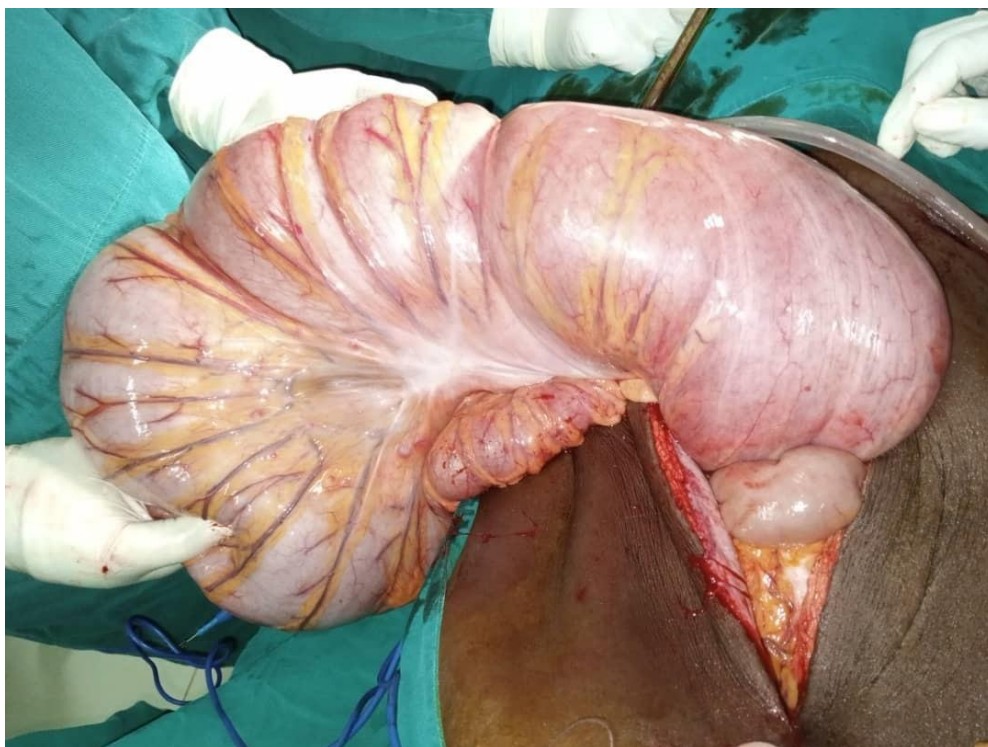
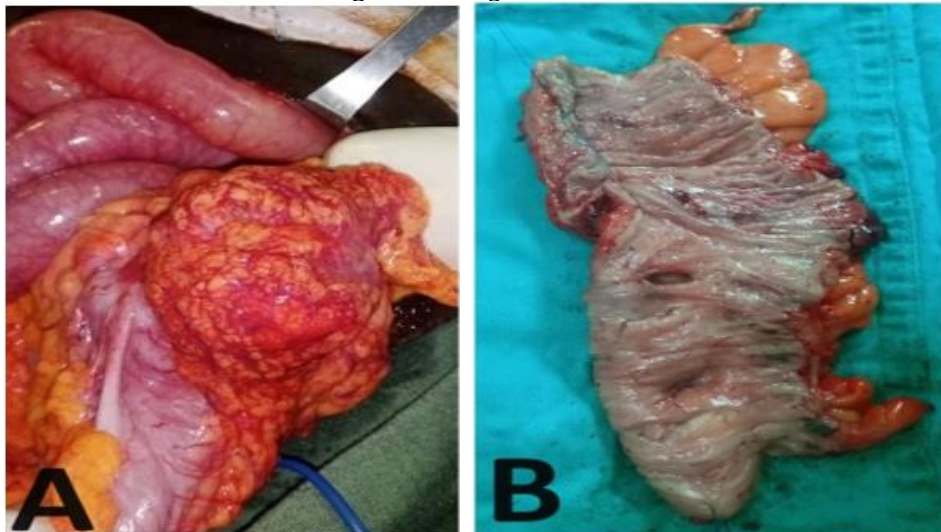


Figure N°5 : Image peropératoire montrant une énorme distension du colon sigmoïde sur volvulus

Tableau IV : Répartition des patients en fonction des gestes réalisés

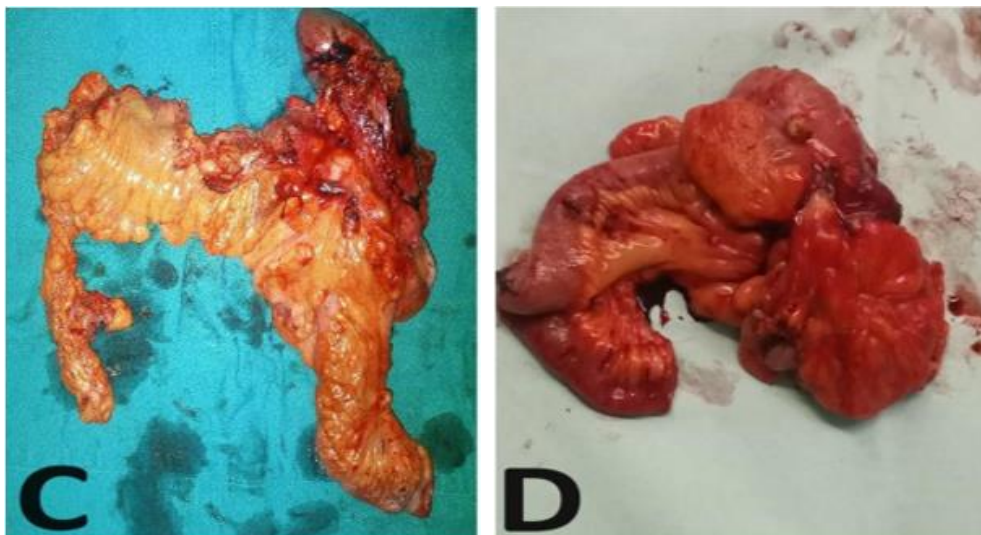
Abord	Constat per opératoire	Geste Chirurgical	Effectif	(%)
Laparotomie	Tumeur sigmoïdienne	Sigmoïdectomie	1	3,70
	Tumeur sigmoïdienne avec métastase Hépatique	Sigmoïdectomie +metastasectomie	2	7,41
	Tumeur colon transverse	Colectomie transverse	2	7,41
	Tumeur colon droit avec envahissement pariétal	Hémi-colectomie droite emportant la paroi	1	3,70
	Tumeur colon droit avec envahissement du rein droit	Hémi-colectomie droite emportant le rein droit	1	3,70
	Tumeur colon descendant avec envahissement pariétal	Colectomie gauche segmentaire emportant la paroi	1	3,70
	Tumeur caecale avec métastase hépatique	Hémi-colectomie droite + Metastasectomie	1	3,70
	Volvulus du sigmoïde	Sigmoïdectomie	1	3,70
	Invagination ileoceocolique	Résection Ileoceocolique	1	3,70
	Sigmoïdite Abcédée	Sigmoïdectomie	2	7,41
Cœlioscopie	Tumeur caecale Abcédée	Hémi-colectomie droite	4	14,82
	Tumeur colique droite	Hémi-colectomie droite	4	14,82
	Tumeur sigmoïdienne	Sigmoïdectomie	2	7,41
	Tumeur angle colique gauche	Colectomie Segmentaire Gauche	1	3,70
	Invagination ileocaecocolique	Résection Iléo-colique	3	11,1
Total			27	100

Figure 6 : Image montrant :



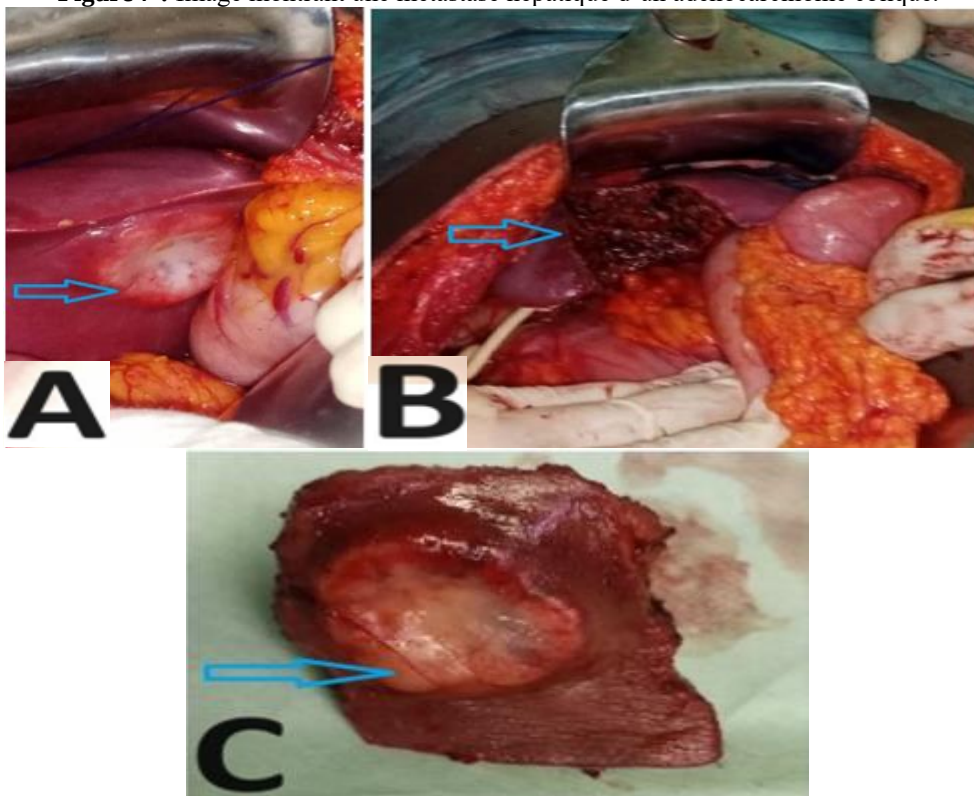
A : Tumeur du colon transverse

B : Pièce de résection sigmoïdienne pour diverticulite perforée et abcédée



C : Pièce d'Hémiectomie droite avec néphrectomie droite associée pour envahissement
D : Pièce d'Hémiectomie droite pour tumeur de caecum

Figure 7 : Image montrant une métastase hépatique d'un adénocarcinome colique.



A : exploration ; **B** : Après résection atypique et **C** : Pièce opératoire

Discussion

Durant notre étude, nous avons dénombré 27 colectomies parmi 2367 interventions chirurgicales soit une fréquence de 1,16%. Notre résultat est inférieur à celui de (Lamine Diallo au Mali en 2022) qui avait retrouvé une fréquence de 3,66% et celui de (Mamadou Amadou Maïga au Niger en 2022) réalisée à l'Hôpital National de Niamey avec une fréquence de 20%. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'HGR soit une structure récente. La tranche d'âge était celle comprise entre 45-59 ans avec 14 cas soit 51,85%. La moyenne d'âge était de 50, 74 ans avec des extrêmes de 18 et 78 ans, la mode était de 66 ans et un Ecart type de 14,54 avec une prédominance pour le sexe masculin. Notre résultat est comparable à celui de (Savom Eric Patrick et al en 2024) au Yaoundé avec une moyenne d'âge de 53,5 ans. En France, l'âge moyen pour les pathologies coliques est d'environ 70ans. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'Afrique a une population plus jeune. Cette prédominance masculine dans cette pratique pourrait s'expliquer par le fait que les femmes ont un bassin plus large et une musculature abdominale moins tonique que celle des hommes, ce qui permet une dévolvulation spontanée. Dans notre étude 59,25% des patients provenaient du centre urbain ce qui est similaire à l'étude de (Mamadou Amadou Maïga, 2022) soit 51,70% et supérieure à celle de (BAKARY, en 2021) soit 42,9%. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les principaux centres hospitaliers de niveau III sont implantés dans la région de Niamey. Ce qui entraîne un accès plus facile pour la population. Dans notre série la douleur abdominale, la rectorragie et l'arrêt des matières et de gaz étaient les signes fonctionnels les plus fréquents soit respectivement 51,85% ; 48,15% et 55,56% ce qui est comparable à l'étude de (Ichrak El Asir au Rabat; 2021) qui avait retrouvé respectivement 57,3% pour la douleur abdominale ; 40,3% pour la rectorragie et 32,7% pour l'arrêt des matières et de gaz, il en est de même pour l'étude réalisée par (L James Didier et al, 2021) où ils ont retrouvé 98,1% des cas pour la douleur abdominale suivie de 88,3% pour l'arrêt des matières et de gaz. L'arrêt des matières et gaz et la douleur abdominale sont fréquents dans les volvulus du sigmoïdes et apparaissent dans les tableaux de complications du cancer colique. A l'examen physique, dans notre étude le tympanisme (70,37%) suivi de la sensibilité abdominale (85,19%) était plus fréquents par contre (Mamadou Amadou Maïga, 2020) a retrouvé des chiffres inférieurs respectivement 29,86% et 13,43%. Une anémie légère a été retrouvée chez 33,33% de nos patients ainsi qu'une hyperleucocytose dans 14,81% des cas comparativement à l'étude menée par (James Didier et al en 2021) avec respectivement 23,83% et 27,28%. Dans notre étude la localisation de la tumeur sur le colon sigmoïde était plus fréquente 11,11% des cas comparativement à celle (d'Ichrak El Asir au Rabat en 2020) soit une fréquence de 38,2% (37) et celle de (Lamine Diallo au Mali en 2022) avec une fréquence de 37,61% des cas. Le volvulus du colon

sigmoïde et les tumeurs coliques étaient les indications les plus fréquentes dans notre étude soit 18,52% des cas pour chacun, notre résultat est similaire à l'étude réalisée par (Mamadou Amadou en 2020) à l'Hôpital national de Niamey (Niger) où le volvulus du côlon pelvien et les tumeurs du colon représentaient respectivement 48,30% et 25%. Des résultats similaires ont été retrouvés par (Sani.R et al au Niger en 2011) avec 67,4% pour le volvulus du côlon pelvien et 24,4% pour les cancers ; (L James Didier et al,2021) respectivement 79,3% et 10,3% par contre l'étude menée par (Savom Eric et al, 2024) avait une fréquence plus élevée pour les tumeurs coliques soit 77,6% de même qu'étude menée par (S. Ouédraogo, 2024) au Mali soit une fréquence de 85,7%. Selon les données de (GLOBOCAN, 2020), on estime que 1 148 515 nouveaux cas de cancer colique ont été diagnostiqués dans le monde avec un taux de mortalité de 576 858 cas. En France, en 2011, le nombre de nouveaux cas estimés était de 40 500 (21500 hommes et 19000 femmes) avec une évolution de la survie nette à 5ans de 57% (Rolling A, et al, 2010). L'indication de colectomie diffère d'un pays à un autre de la faite : l'accessibilités aux soins, expertises du chirurgien, infrastructures hospitalières. Les chirurgies coliques peuvent se faire par voie coelioscopique ou par laparotomie (Ramsanahie A, 2022). Selon le registre national de cancer (Traore au Mali en 2019), les cancers colorectaux représentent 8,5% des cancers du tube digestifs et en occupaient le 3ème rang derrière celui de l'estomac et du foie. Dans notre série l'hémi-colectomie droite est la colectomie la plus réalisée dans notre étude soit 40,74% suivi de la sigmoïdectomie avec 29,63% des cas ; cela concorde avec les résultats de (Lamine Diallo au Mali, 2022) soit 45,1% pour l'hémi colectomie droite et 22,1% pour les tumeurs coliques (Boka TOUNGA Y, 2023 au Niger) mais contraire aux résultats de (Lee et al ; Corée en 2015) avec une fréquence de 38,4% pour l'hémi-colectomie droite et 54,2% pour l'hémi-colectomie gauche. Cette différence pourrait s'expliquer par la localisation de la tumeur sur le cadre colique. Il n'existe pas par contre une différence statistiquement significative avec le taux retrouvé dans la Série (Farinha H. T, 2016) et (Boka Tounga. Y, 2024 au Niger). Toute la partie élaguée n'est pas présentée dans les résultats et elle n'apporte pas d'information complémentaire pour la discussion. La colectomie par laparotomie représente 70,4% des colectomies dans notre étude ce qui est similaire à l'étude de (El Asri Ichrak en 2021) à Rabat avec une fréquence de 80,9% et 100% dans l'étude de (Mamadou Amadou en 2020), (Lamine Diallo en 2022 au Mali) et (Boka Tounga. Y, 2024 au Niger). Ceci pourrait s'expliquer par l'indisponibilité ou l'insuffisance du tableau technique pour la laparoscopie dans nos pays. L'infection du site opératoire était la complication la plus fréquente dans notre étude soit 14,81% suivie de la péritonite soit 11,11% des cas ce qui est inférieur à l'étude de (Didier et al au Niger en 2022) qui a trouvé 18,4% de péritonite post-

opératoire. A ce propos (Catarci M, et al 2019) pensent qu'incidence des infections pariétales consécutives à la chirurgie colique est sous-estimée dans la littérature et que des études ultérieures approfondies devraient en déterminer la fréquence réelle et les facteurs de risques précis (S Pamateck, 2014). Le taux de mortalité dans notre étude est de 3,70% soit 1 décès per-opératoires similaire à l'étude de (Gravrilidis et al au Royaume unie et Italie en 2020) avec une fréquence de 2,7% et celle de (M. Amadou au Niger en 2022) soit 2,56%. Le faible taux de mortalité, pourrait s'expliquer par la précocité de la prise en charge d'une part et l'exactitude de l'indication thérapeutique d'autre part. La mortalité péri opératoire serait fonction de la durée d'évolution des symptômes, de l'état général du patient, de l'état de l'intestin et du geste chirurgical pratiqué (M. Amadou au Niger en 2022). Les difficultés et contraintes: l'organisation des dossiers (Mauvaises gestion et conservation des dossiers), des dossiers incomplets et/ou mal remplis, petite taille d'échantillon d'étude. D'autres études Africaines seront nécessaires pour mieux détailler cette thématique.

Conclusion

La colectomie fait partie intégrante de la prise en charge thérapeutique des affections coliques. Selon les résultats de notre étude, elle était plus pratiquée chez l'adulte jeune de sexe masculin. La voie d'abord la plus utilisée était la laparotomie par rapport à la cœlioscopie. Les diagnostics les plus fréquemment posés étaient le volvulus du sigmoïde, les adénocarcinomes du colon sigmoïde ; cependant l'hémicolectomie droite est geste le plus réalisé du fait qu'il s'agit d'une indication devant toute pathologie tumorale touchant le colon droit (vasculaire). La morbi-mortalité était faible.

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 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.

References:

1. Ramsanahie A, Bleday R. (2022) Colectomy. In : Johnson LR, editor. Encyclopedia of Gastroenterology [Internet]. New York : Elsevier;

- [cited2022Aug27]. p.36671. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0123868602001404>.
2. Nelson H, Sargent DJ, Wieand HS, Fleshman J, Anvari M, et al. (2024) Clinical Outcomes of Surgical Therapy Study Group, A comparison of laparoscopically assisted and open colectomy for colon cancer. *N Engl J Med*. 2004 May 13 ;350(20) :2050–9.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15141043>.
 3. Ferlay J., Ervik M., Lam F., Colombet M., Mery L., Pineros M. et al. (2020) *Observatoire mondiale du cancer : Cancer Today* ». Lyon : Centre international de recherche sur le cancer, (<http://gco.iarc.fr/today>).
 4. Rolling A, et al (2010) *Les traitements du cancer du côlon* : Institut national du cancer, la ligue nationale contre le cancer ;14 rue Corvisart- 75013 Paris, Mars. www.ligue-cancer.net.
 5. Traoré C.B., Kamaté B., Coulibaly B. (2019) *Rapport d'analyse des données du registre des cancers du Mali* P53.
<https://www.bibliosante.ml/bitstream/handle>.
 6. Ichrakel (2021): *MORBI-MORTALITE DES COLECTOMIES POUR CANCER EXPERIENCE DU SERVICE DE CHIRURGIE VISCERALE DE L'HMIM V DE RABAT* ;thèse de médecine Maroc numero 6291Page 193 <https://toubkal.imist.ma/bitstream/handle>.
 7. Gravriilidis P., Davies RJ, Biondi A. et al.(2020) Laparoscopic versus open complete mesocolic excision : a systematic review by updated metaanalysis *Updates Surg*
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32472404>.
 8. Karamanou M, Abid L, Zografos G, Androutsos G. HenriHartmann (2017)(1860–1952) : grand maître de la chirurgiecolorectale du 20e siècle. *Presse Médicale*. ;46(6, Part1):620-4.2.
[https://bibliosante.mlk/bitstream/handle/12345689/5815/Memoire%20DES%20Dr%20Lamine%20Diallo.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://bibliosante.mlk/bitstream/handle/12345689/5815/Memoire%20DES%20Dr%20Lamine%20Diallo.pdf?sequence=1&isAllowed=1)
 9. Catarci M., Ruffo G., Borghi F., Patriti A., Delrio P., Scatizzi M., et al. (2019). Colorectal surgery in Italy: a snapshot from the iCral studygroup. *Updat Surg* ;71(2) :339-47.6
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30747374>.
 10. Boka Tounga Y., Ide K., Zabeirou A.A., Saidou A. et al (2024) Perforation de la Charnière Recto-Sigmoïdienne Due à un Fécalome Calcifié : À Propos d'un Cas. *Health Sci. Dis: Vol 25; (8)*, pp 52-57
<https://hsd-fmsb.org/hra/article/download>.
 11. Farinha H.T., Grass F., Melloul E., Hahnloser D., Demartines N., Hubner M. Hartmann's (2016) procedure versus primaryanastomosis for emergency left colectomy: retrospectivecohort study. *Clin surg*. ; 1

- : 1247. 1-58 <https://www.clinicsinsurgery.com> > open-access.
12. Bakary B: CANCERS COLORECTAUX(2021) : aspect clinique et thérapeutique dans le service chirurgie b du chu du point g.. la faculté de médecine et d'odontostomatologie; P 91.
<https://www.bibliosante.ml> > bitstream > handle
13. Didier L. ,Amadou Magagi I., Adamou H., Adakal O., Mb. A.,Sani R.(2021)COLECTOMIE SELON HARTMANN : INDICATIONS ET RÉSULTATS.J Afr Chir Digest [Internet].Dec27;21:34859
Availablefrom: <https://www.researchgate.net/publication/358145448>
14. Sani R., Didier J.L., Chaibou M.S.(2011) Urgences coliques chirurgicale de l'adulte à l'hôpital national de Niamey (Niger). J Afr Chir Digest.
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3154449>
15. Parades V., Amato R., Zeitoun J-D, Bouchard D., Contou J-F. Henri Hartmann (2017) (1860–1952) de l'intervention.
CôlonRectum.;11(4):267-9.3
<https://www.researchgate.net/publication/319856763>
16. BOUMEZZOUGH A.(2018) Cancers du côlon gauche en occlusion [PhDThesis]. Thesedoctoratmedecine, marrakech P179.
<https://toubkal.imist.ma/handle/123456789/21198>
17. S. Pamateck (2014) cancer du côlon en chirurgie générale du CHU Gabriel TOURE ; thèse demédecine,FMOS,BamakoN°4742 P 94
<https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/5601>.
18. Boka TOUNGA Y., Moudassir M.A., Sidi Mansour I.H. et al, (2023)Volvulus du cæcum : A propos d'un cas et revue de la littérature. J Sah sci santé (2023), vol 003 (2) : 671-675
<https://www.researchgate.net>.