

European Scientific Journal, *ESJ*

April 2024

European Scientific Institute, ESI

The content is peer reviewed

ESJ Natural/Life/Medical Sciences

April 2024 edition vol. 20, 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 Homburger Erikson (1902–1994). *American Psychologist*, 50(9), 796-797. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.796>

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

Sincerely,

Daniel B. Hier, MD

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

Editor in Chief

International Editorial Board

Jose Noronha Rodrigues,
University of the Azores, Portugal

Nino Kemertelidze,
Grigol Robakidze University, Georgia

Jacques de Vos Malan,
University of Melbourne, Australia

Franz-Rudolf Herber,
University of Saarland, Germany

Annalisa Zanola,
University of Brescia, Italy

Robert Szucs,
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

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

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

Dejan Marolov,
European Scientific Institute, ESI

Noor Alam,
Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Rashad A. Al-Jawfi,
Ibb University, Yemen

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

Hans W. Giessen,
Saarland University, Saarbrucken, Germany

Frank Bezzina,
University of Malta, Malta

Monika Bolek,
University of Lodz, Poland

Robert N. Diotalevi,
Florida Gulf Coast University, USA

Daiva Jureviciene,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Anita Lidaka,
Liepaja University, Latvia

Rania Zayed,
Cairo University, Egypt

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

Lydia Ferrara,
University of Naples, Italy

Byron A Brown,
Botswana Accountancy College, Botswana

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

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

Cinaria Tarik Albadri,
Trinity College Dublin University, Ireland

Mahammad A. Nurmamedov,
State Pedagogical University, Azerbaijan

Henryk J. Barton,
Jagiellonian University, Poland

Assem El-Shazly,
Zagazig University, Egypt

Saltanat Meiramova,
S.Seifullin AgroTechnical University, Kazakhstan

Rajasekhar Kali Venkata,
University of Hyderabad, India

Ruzica Loncaric,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

Stefan Vladutescu,
University of Craiova, Romania

Anna Zelenkova,
Matej Bel University, Slovakia

Billy Adamsen,
University of Southern Denmark, Denmark

Marinella Lorinzi,
University of Cagliari, Italy

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

N. K. Rathee,
Delaware State University, USA

Michael Ba Banutu-Gomez,
Rowan University, USA

Adil Jamil,
Amman University, Jordan

Habib Kazzi,
Lebanese University, Lebanon

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Henry J. Grubb,
University of Dubuque, USA

Daniela Brevenikova,
University of Economics, Slovakia

Genute Gedviliene,
Vytautas Magnus University, Lithuania

Vasilika Kume,
University of Tirana, Albania

Mohammed Kerbouche,
University of Mascara, Algeria

Adriana Gherbon,
University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania

Pablo Alejandro Olavegogeochea,
National University of Comahue, Argentina

Raul Rocha Romero,
Autonomous National University of Mexico, Mexico

Driss Bouyahya,
University Moulay Ismail, Morocco

William P. Fox,
Naval Postgraduate School, USA

Rania Mohamed Hassan,
University of Montreal, Canada

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

Tilahun Achaw Messaria,
Addis Ababa University, Ethiopia

George Chiladze,
University of Georgia, Georgia

Elisa Rancati,
University of Milano-Bicocca, Italy

Alessandro Merendino,
University of Ferrara, Italy

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

Anastassios Gentzoglani,
University of Sherbrooke, Canada

Awoniyi Samuel Adebayo,
Solusi University, Zimbabwe

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

Berenyi Laszlo,
University of Miskolc, Hungary

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

Omar Arturo Dominguez Ramirez,
Hidalgo State University, Mexico

Bupinder Zutshi,
Jawaharlal Nehru University, India

Pavel Krpalek,
University of Economics in Prague, Czech Republic

Mondira Dutta,
Jawaharlal Nehru University, India

Evelio Velis,
Barry University, USA

Mahbubul Haque,
Daffodil International University, Bangladesh

Diego Enrique Baez Zarabanda,
Autonomous University of Bucaramanga, Colombia

Juan Antonio Lopez Nunez,
University of Granada, Spain

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

Ashgar Ali Ali Mohamed,
International Islamic University, Malaysia

A. Zahoor Khan,
International Islamic University Islamabad, Pakistan

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Andrzej Palinski,
AGH University of Science and Technology, Poland

Jose Carlos Teixeira,
University of British Columbia Okanagan, Canada

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

Martin Gomez-Ullate,
University of Extremadura, Spain

Nicholas Samaras,
Technological Educational Institute of Larissa, Greece

Emrah Cengiz,
Istanbul University, Turkey

Francisco Raso Sanchez,
University of Granada, Spain

Simone T. Hashiguti,
Federal University of Uberlandia, Brazil

Tayeb Boutbouqalt,
University, Abdelmalek Essaadi, Morocco

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

Ismail Ipek,
Istanbul Aydin University, Turkey

Olena Kovalchuk,
National Technical University of Ukraine, Ukraine

Oscar Garcia Gaitero,
University of La Rioja, Spain

Alfonso Conde,
University of Granada, Spain

Jose Antonio Pineda-Alfonso,
University of Sevilla, Spain

Jingshun Zhang,
Florida Gulf Coast University, USA

Rodrigue V. Cao Diogo,
University of Parakou, Benin

Olena Ivanova,
Kharkiv National University, Ukraine

Marco Mele,
Unint University, Italy

Okyay Ucan,
Omer Halisdemir University, Turkey

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

Matti Raudjarv,
University of Tartu, Estonia

Cosimo Magazzino,
Roma Tre University, Italy

Susana Sousa Machado,
Polytechnic Institute of Porto, Portugal

Jelena Zascerinska,
University of Latvia, Latvia

Umman Tugba Simsek Gursay,
Istanbul University, Turkey

Zoltan Veres,
University of Pannonia, Hungary

Vera Komarova,
Daugavpils University, Latvia

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

Stephane Zingue,
University of Maroua, Cameroon

Pierluigi Passaro,
University of Bari Aldo Moro, Italy

Georges Kpazai,
Laurentian University, Canada

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

Natalia Sizochenko,
Dartmouth College, USA

Michele Russo,
University of Catanzaro, Italy

Nikolett Deutsch,
Corvinus University of Budapest, Hungary

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

Brian Sloboda,
University of Maryland, USA

Yassen Al Foteih,
Canadian University Dubai, UAE

Marisa Cecilia Tumino,
Adventista del Plata University, Argentina

Luca Scaini,
Al Akhawayn University, Morocco

Aelita Skarbaliene,
Klaipeda University, Lithuania

Oxana Bayer,
Dnipropetrovsk Oles Honchar University, Ukraine

Onyeka Uche Ofili,
International School of Management, France

Aurela Saliq,
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 Brajic,
University of Split, Croatia

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

Belen Martinez-Ferrer,
Univeristy Pablo Olavide, Spain

Rachid Zammar,
University Mohammed 5, Morocco

Fatma Koc,
Gazi University, Turkey

Calina Nicoleta,
University of Craiova, Romania

Shadaan Abid,
UT Southwestern Medical Center, USA

Sadik Madani Alaoui,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Patrizia Gazzola,
University of Insubria, Italy

Krisztina Szegedi,
University of Miskolc, Hungary

Liliana Esther Mayoral,
National University of Cuyo, Argentina

Amarjit Singh,
Kurukshetra University, India

Oscar Casanova Lopez,
University of Zaragoza, Spain

Emina Jerkovic,
University of Josip Juraj Strossmayer, Croatia

Carlos M. Azcoitia,
National Louis University, USA

Rokia Sanogo,
University USTTB, Mali

Bertrand Lemennicier,
University of Paris Sorbonne, France

Lahcen Benaabidate,
University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco

Janaka Jayawickrama,
University of York, United Kingdom

Kiluba L. Nkulu,
University of Kentucky, USA

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

George C. Katsadoros,
University of the Aegean, Greece

Elena Gavrilova,
Plekhanov University of Economics, Russia

Eyal Lewin,
Ariel University, Israel

Szczepan Figiel,
University of Warmia, Poland

Don Martin,
Youngstown State University, USA

John B. Strait,
Sam Houston State University, USA

Nirmal Kumar Betchoo,
University of Mascareignes, Mauritius

Camilla Buzzacchi,
University Milano Bicocca, Italy

EL Kandoussi Mohamed,
Moulay Ismai University, Morocco

Susana Borrás Pentinat,
Rovira i Virgili University, Spain

Jelena Kasap,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Massimo Mariani,
Libera Università Mediterranea, Italy

Rachid Sani,
University of Niamey, Niger

Luis Aliaga,
University of Granada, Spain

Robert McGee,
Fayetteville State University, USA

Angel Urbina-Garcia,
University of Hull, United Kingdom

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

Marko Andonov,
American College, Republic of Macedonia

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

Leyla Yilmaz Findik,
Hacettepe University, Turkey

Vlad Monescu,
Transilvania University of Brasov, Romania

Stefano Amelio,
University of Unsubria, Italy

Enida Pulaj,
University of Vlora, Albania

Christian Cave,
University of Paris XI, France

Julius Gathogo,
University of South Africa, South Africa

Claudia Pisoschi,
University of Craiova, Romania

Arianna Di Vittorio,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Joseph Ntale,
Catholic University of Eastern Africa, Kenya

Kate Litondo,
University of Nairobi, Kenya

Maurice Gning,
Gaston Berger University, Senegal

Katarina Marosevic,
J.J. Strossmayer University, Croatia

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

Syed Shadab,
Jazan University, Saudi Arabia

Koffi Yao Blaise,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Mario Adelfo Batista Zaldivar,
Technical University of Manabi, Ecuador

Kalidou Seydou,
Gaston Berger University, Senegal

Patrick Chanda,
The University of Zambia, Zambia

Meryem Ait Ouali,
University IBN Tofail, Morocco

Laid Benderradji,
Mohamed Boudiaf University of Msila, Algeria

Amine Daoudi,
University Moulay Ismail, Morocco

Oruam Cadex Marichal Guevara,
University Maximo Gomes Baez, Cuba

Vanya Katarska,
National Military University, Bulgaria

Carmen Maria Zavala Arnal,
University of Zaragoza, Spain

Francisco Gavi Reyes,
Postgraduate College, Mexico

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

Patricia Randrianavony,
University of Antananarivo, Madagascar

Roque V. Mendez,
Texas State University, USA

Kesbi Abdelaziz,
University Hassan II Mohammedia, Morocco

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

Ilknur Bayram,
Ankara University, Turkey

Elenica Pjero,
University Ismail Qemali, Albania

Gokhan Ozer,
Fatih Sultan Mehmet Vakif University, Turkey

Veronica Flores Sanchez,
Technological University of Veracruz, Mexico

Camille Habib,
Lebanese University, Lebanon

Larisa Topka,
Irkutsk State University, Russia

Paul M. Lipowski,
Creighton University, USA

Marie Line Karam,
Lebanese University, Lebanon

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

Mohamed Berradi,
Ibn Tofail University, Morocco

Visnja Lachner,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Sangne Yao Charles,
University Jean Lorougnon Guede, Ivory Coast

Omar Boubker,
University Ibn Zohr, Morocco

Kouame Atta,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Patience Mpanzu,
University of Kinshasa, Congo

Devang Upadhyay,
University of North Carolina at Pembroke, USA

Nyamador Wolali Seth,
University of Lome, Togo

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 Superieure Abidjan (ENS Ivory Coast)

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

Alla Manga,
Universitey 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 Politecnica de Chimborazo, Ecuador

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

Aderewa Amontcha,
Université d’Abomey-Calavi, Benin

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

Rene Mesias Villacres Borja,
Universidad Estatal De Bolívar, Ecuador

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

Qamil Dika,
Tirana Medical University, Albania

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

Hariti Hakim,
University Alger 3, Algeria

Emel Ceyhun Sabir,
University of Cukurova, Turkey

Salomon Barrezueta Unda,
Universidad Tecnica de Machala, Ecuador

Belkis Zervent Unal,
Cukurova University, Turkey

Elena Krupa,
Kazakh Agency of Applied Ecology, Kazakhstan

Carlos Angel Mendez Peon,
Universidad de Sonora, Mexico

Antonio Solis Lima,
Apizaco Institute Technological, Mexico

Roxana Matefi,
Transilvania University of Brasov, Romania

Bouharati Saddek,
UFAS Setif1 University, Algeria

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

Serigne Modou Sarr,
Universite Alioune DIOP de Bambey, Senegal

Nina Stankous,
National University, USA

Lovergine Saverio,
Tor Vergata University of Rome, Italy

Fekadu 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 Ceciliana 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 Superieure des Sciences et Techniques (ESSET), Cameroon

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

Bertin Desire Soh Fotsing,
University of Dschang, Cameroon

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

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

Abdelfettah Maouni,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Alina Stela Resceanu,
University of Craiova, Romania

Alilouch Redouan,
Chouaib Doukkali University, Morocco

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

Sufi Amin,
International Islamic University, Islambad Pakistan

Sanja Milosevic Govedarovic,
University of Belgrade, Serbia

Elham Mohammadi,
Curtin University, Australia

Andrianarizaka Marc Tiana,
University of Antananarivo, Madagascar

Ngakan Ketut Acwin Dwijendra,
Udayana University, Indonesia

Yue Cao,
Southeast University, China

Audrey Tolouian,
University of Texas, USA

Asli Cazorla Milla,
Centro de Estudios Universitarios Madrid, Spain

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

Tabou Talahatou,
University of Abomey-Calavi, Benin

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

Hamidreza Izadi,
Chabahar Maritime University, Iran

Hanaa Ouda Khadri Ahmed Ouda,
Ain Shams University, Egypt

Rachid Ismaili,
Hassan 1 University, Morocco

Tamar Ghutidze,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Emine Koca,
Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey

David Perez Jorge,
University of La Laguna, Spain

Irma Guga,
European University of Tirana, Albania

Jesus Gerardo Martínez del Castillo,
University of Almeria, Spain

Mohammed Mouradi,
Sultan Moulay Slimane University, Morocco

Marco Tulio Ceron Lopez,
Institute of University Studies, Mexico

Mangambu Mokoso Jean De Dieu,
University of Bukavu, Congo

Hadi Sutopo,
Topazart, Indonesia

Priyantha W. Mudalige,
University of Kelaniya, Sri Lanka

Emmanouil N. Choustoulakis,
University of Peloponnese, Greece

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

Pinnawala Sangasumana,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Abdelali Kaaouachi,
Mohammed I University, Morocco

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

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

Amaya Epelde Larranaga,
University of Granada, Spain

Franca Daniele,
“G. d’Annunzio” University, Chieti-Pescara, Italy

Saly Sambou,
Cheikh Anta Diop University, Senegal

Daniela Di Berardino,
University of Chieti-Pescara, Italy

Dorjana Klosi,
University of Vlore “Ismail Qemali, Albania

Abu Hamja,
Aalborg University, Denmark

Stankovska Gordana,
University of Tetova, Republic of Macedonia

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

Maria Leticia Bautista Diaz,
National Autonomous University, Mexico

Bruno Augusto Sampaio Fuga,
North Parana University, Brazil

Anouar Alami,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Vincenzo Riso,
University of Ferrara, Italy

Janhavi Nagwekar,
St. Michael’s Hospital, Canada

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

Xi Chen,
University of Kentucky, USA

Fateh Mebarek-Oudina,
Skikda University, Algeria

Nadia Mansour,
University of Sousse, Tunisia

Jestoni Dulva Maniago,
Majmaah University, Saudi Arabia

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

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

Enriko Ceko,
Wisdom University, Albania

Laura Fischer,
National Autonomous University of Mexico, Mexico

Mauro Berumen,
Caribbean University, Mexico

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

Maria Carlota,
Autonomous University of Queretaro, Mexico

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

Bhupendra Karki,
University of Louisville, Louisville, USA

Evens Emmanuel,
University of Quisqueya, Haiti

Iresha Madhavi Lakshman,
University of Colombo, Sri Lanka

Francesco Scotognella,
Polytechnic University of Milan, Italy

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

Rawaa Qasha,
University of Mosul, Iraq

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

Hani Nasser Abdelhamid,
Assiut University, Egypt

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

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

Ilenia Farina,
University of Naples "Parthenope, Italy

Luisa Zanolla,
Azienda Ospedaliera Universitaria Verona, Italy

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

Adriana Burlea-Schiopoiu,
University of Craiova, Romania

Alejandro Palafox-Munoz,
University of Quintana Roo, Mexico

Fernando Espinoza Lopez,
Hofstra University, USA

Ammar B. Altemimi,
University of Basrah, Iraq

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

Davide Calandra,
University of Turin, Italy

Nicola Varrone,
University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy

Luis Angel Medina Juarez,
University of Sonora, Mexico

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

Sameer Algburi,
Al-Kitab University, Iraq

Braione Pietro,
University of Milano-Bicocca, Italy

Mounia Bendari,
Mohammed VI University, Morocco

Stamatios Papadakis,
University of Crete, Greece

Aleksey Khlopytskyi,
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

Sung-Kun Kim,
Northeastern State University, USA

Nemanja Berber,
University of Novi Sad, Serbia

Krejsa Martin,
Technical University of Ostrava, Czech Republic

Magdalena Vaverkova,
Mendel University in Brno, Czech Republic

Jeewaka Kumara,
University of Peradeniya, Sri Lanka

Antonella Giacosa,
University of Torino, Italy

Paola Clara Leotta,
University of Catania, Italy

Francesco G. Patania,
University of Catania, Italy

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

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

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

Usama Konbr,
Tanta University, Egypt

Branislav Radeljic,
Necmettin Erbakan University, Turkey

Anita Mandaric Vukusic,
University of Split, Croatia

Barbara Cappuzzo,
University of Palermo, Italy

Roman Jimenez Vera,
Juarez Autonomous University of Tabasco, Mexico

Lucia P. Romero Mariscal,
University of Almeria, Spain

Pedro Antonio Martin-Cervantes,
University of Almeria, Spain

Hasan Abd Ali Khudhair,
Southern Technical University, Iraq

Qanqom Amira,
Ibn Zohr University, Morocco

Farid Samir Benavides Vanegas,
Catholic University of Colombia, Colombia

Nedret Kuran Burcoglu,
Emeritus of Bogazici University, Turkey

Julio Costa Pinto,
University of Santiago de Compostela, Spain

Satish Kumar,
Dire Dawa University, Ethiopia

Favio Farinella,
National University of Mar del Plata, Argentina

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

Salwa Alinat,
Open University, Israel

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

Rasool Bukhsh Mirjat,
Senior Civil Judge, Islamabad, Pakistan

Samantha Goncalves Mancini Ramos,
Londrina State University, Brazil

Mykola Nesprava,
Dnoproperovsk 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

Atanga Essama Michel Barnabé,
Université de Bertoua, Cameroun

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

Noureddine 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 Bekteshi,
“Barleti” University, Albania

Malika Belkacemi,
Djillali Liabes, University of Sidi Bel Abbas, 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

Ahmed Aberqi,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, 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 Gonzzlez,
University of Holguin, Cuba

Table of Contents:

**Recherche Collaborative Entre le Canada et la République Démocratique
du Congo. Sages-Femmes et l'Aspiration IntraUtérine Manuelle suite aux
Avortements Incomplets dans la Ville de Kinshasa.....1**

Kirsty Bourret

Amélie Hien

Sylvie Larocque

Carol Hogue

Kalum Muray

Aurélie Thethe Lukusa

Abel Minani Ngabo

**Conducta Alimentaria de Estudiantes de una Universidad Pública
durante el Confinamiento COVID-19 en Querétaro.....19**

Adriana Martínez Díaz

Mariana Ventura Chávez

Martha Mariela Campos Flores

Jaqueline Rodríguez Cruz

Ruth Magdalena Gallegos Torres

**A Comprehensive Review of the Three Main Topic Modeling Algorithms
and Challenges in Albanian Employability Skills.....31**

Milena Shehu

Eralda Gjika

**Characterization of Mycosporine-like Amino Acids in Chlorophyll f
Producing Cyanobacteria from Shaded Niches.....52**

Mamadou Chetima Maina Boukar

Moussa Diagara Saley

Mai Moussa Chetima Bagana

Kai Wang

Zhong-Chun Zhang

Bao-Sheng Qiu

Mahamane Ali

**Bibliographic Review of Aquaponic Systems and their Relevance to Côte
d'Ivoire, a Sub-Saharan African Country.....63**

Nobah Celine Sidonie Koco

Koffi Kouakou Barthelemy

Kouakou Affoue Constantine

**Evaluation de la Qualité Physico-Chimique et Microbiologique des eaux
de Puits Consommées dans le Quartier Kombé à Brazzaville.....82**

Martin Tchoumou

Raison Félicien Louzayadio Mvouezolo

Merci Adonai Malera Kombo

Promesse Moussoki Nsona

Jean-Maurille Ouamba

**Diversité Floristique de la Végétation de la Zone Centrale de l'Habitat
des Girafes du Niger, Afrique de l'Ouest.....96**

Roumanatou Maman Moutari Danjouma

Maman Maarouhi Inoussa

Boubé Morou

Abdoul-Latif Hamani Noma

Mahaman Hamissou Illo Souley

Yacoubou Bakasso

**Traitement Chirurgical des Tumeurs Osseuses à Cellules Géantes au
Centre Hospitalier Universitaire de Reference Nationale de N'Djamena
(CHU-RN) à Propos de Cinq (5) Cas.....118**

Moussa Kalli

Adendjingue Daniel Mossalbaye

Andjeffa Valentin

Seid Younous

Digamnodji Magloire

Dogossou Parteina

Abdoul Touré

Choua Ouchemi

Indicateurs Floristiques de la Conservation de la Biodiversité dans la Réserve Partielle de Faune de Dosso (RPFDF) à l'Ouest du Niger.....133

Abdoul-Latif Hamani Noma

Maman Maarouhi Inoussa

Soumana Douma

Saharatou Bourahima Kimba

Abdoul Rachid Djibo Ide

Roumanatou Maman Moutari Danjouma

Younfa Abdou Mourtala

Bakasso Yacoubou

Ali Mahamane

Analyses de la Mise en Œuvre des Stratégies de Lutte contre les Feux de Brousse dans le District d'Ihosa, Région Ihorombe, Madagascar.....159

Mohamed Sidi Insoime

Félicitée Rejo Fienena

Aspects Therapeutiques du Decolement de Retine chez les Evacues Sanitaires Hors Benin de 2015 a 2020.....181

N. Aïgbè

C.S. Gayet

C. Abouki

A. Alfa Bio Issifou

C.R.A. Assavedo

S. Alamou

Pre-treatment Loss to Follow-up in Patients with Confirmed Pulmonary Tuberculosis in Niamey, Niger.....195

Assiatou Gagara Issoufou Madougou

Mahamadou Bassirou Souleymane

Alphazazi Soumana

Souleymane Halidou Moussa

Mortalité des Patients Hémodialysés Chroniques au Bénin : Une Étude Rétrospective sur 6 Ans.....207

Ignace Coovi Nonwanou Tokpanoude

Séraphin Ahoui

Elvire E. Sègnon Djossou

Hermine Tognon

Benoît Sedegnon Agossoukpe

Lorens S. Zinsalo

Pierre Tairou Dankoro

Adanvo Isaac Houngnigbe

Clovis Abitan

Dieudonné Soubeiga

Emissions de Gaz à Effet de Serre des Systèmes AgroSylvopastoraux et Sylvopastoraux de deux Zones Agroécologiques du Bénin.....221

Célestin Cokou Hessa

Yaya Idrissou

Alassan Seidou Assani

Hilaire Sorébou Sanni Worogo

Ibrahim Alkoiret Traoré

Recherche Collaborative Entre le Canada et la République Démocratique du Congo. Sages-Femmes et l'Aspiration Intra-Utérine Manuelle suite aux Avortements Incomplets dans la Ville de Kinshasa

Kirsty Bourret, RM, PhD

McMaster University, Canada

Amélie Hien, PhD

Université du Québec à Trois-Rivières, Canada

Sylvie Larocque, RN, PhD

Université Laurentienne, Canada

Carol Hogue, MPH, PhD

Emory University, United States

Kalum Muray, RN, PhD

Université Laurentienne, Canada

Aurélie Thethe Lukusa, Sage-femme

Société Congolaise de la Pratique Sage-femme,

République démocratique du Congo

Abel Minani Ngabo, Sage-femme, MSc, doctorant

Institut Supérieur des Sciences Infirmières,

République démocratique du Congo

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p1](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p1)

Submitted: 04 March 2024

Accepted: 01 April 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Bourret K., Hien A., Larocque S., Hogue C., Muray K., Thethe Lukusa A. & Minani Ngabo A. (2024). *Recherche Collaborative Entre le Canada et la République Démocratique du Congo. Sages-Femmes et l'Aspiration Intra-Utérine Manuelle suite aux Avortements Incomplets dans la Ville de Kinshasa*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p1>

Résumé

Introduction : Les approches de collaboration transnationale sont un moyen de soutenir la recherche par et pour les sages-femmes. Cet article décrit une approche de recherche équitable de collaboration transnationale avec l'Association des sages-femmes congolaises pour examiner l'intégration de

l'aspiration manuelle intra-utérine par les sages-femmes à la suite d'une formation continue.

Méthodes : Un cadre d'équité pour la recherche collaborative a été employé pour le processus de recherche. La recherche a utilisé une approche méthodologique mixte de déviance positive pour identifier les sages-femmes qui ont pratiqué l'aspiration manuelle intra-utérine (AMIU) après la formation et a exploré les facteurs favorables à cette pratique.

Résultats : Parmi les 102 sages-femmes, 34 % ont déclaré avoir pratiqué l'AMIU à la suite de leur formation lors d'un avortement incomplet. Les sages-femmes à déviance positive, celles qui pratiquaient l'AMIU, ont démontré et décrit plus de confiance et de compétence dans la pratique et l'enseignement de la procédure. Elles étaient plus disposées à s'identifier comme enseignantes, à surmonter les barrières interprofessionnelles pour enseigner l'AMIU aux autres prestataires, et à se positionner comme expertes dans les situations d'urgence en matière de soins après-avortement.

Discussion : Les sages-femmes déviantes positives ont utilisé des stratégies au cours des urgences pour pratiquer l'AMIU en toute sécurité et ont augmenté la crédibilité des sages-femmes tout en diffusant des pratiques fondées sur des données probantes.

Conclusion : Les programmes ultérieurs peuvent collaborer avec des sages-femmes déviantes positives en tant que vulgarisateurs et courtiers de connaissances sur la diffusion de l'AMIU par des sages-femmes, ce qui peut améliorer l'accès à des soins reproductifs sûrs et respectueux.

Mots-clés: Collaboration, Pratique, Sages-femmes, AMIU, Kinshasa

Collaborative Research between Canada and the Democratic Republic of the Congo: Midwives and Manual Vacuum Aspiration Following Incomplete Abortions in the City of Kinshasa

Kirsty Bourret, RM, PhD

McMaster University, Canada

Amélie Hien, PhD

Université du Québec à Trois-Rivières, Canada

Sylvie Larocque, RN, PhD

Université Laurentienne, Canada

Carol Hogue, MPH, PhD

Emory University, United States

Kalum Muray, RN, PhD

Université Laurentienne, Canada

Aurélie Thethe Lukusa, Sage-femme

Société Congolaise de la Pratique Sage-femme,

République démocratique du Congo

Abel Minani Ngabo, Sage-femme, MSc, doctorant

Institut Supérieur des Sciences Infirmières,

République démocratique du Congo

Abstract

Introduction: Transnational collaborative approaches are a means of supporting research production by and for midwives. This article describes an equitable research approach to transnational collaboration with the Congolese Midwives' Association to examine the integration of manual intrauterine vacuum aspiration by midwives following a continuing education intervention.

Methods: An equity framework for collaborative research was applied throughout the research process (design, operationalisation and dissemination). The research used a positive deviance mixed method approach to identify midwives who practised manual vacuum aspiration (MVA) after training and explored enabling factors.

Results: Of the 102 midwives, 34% reported using MVA after training for incomplete abortion. Positive deviance midwives, those practising MVA, demonstrated and described more confidence and competence in practising and teaching the procedure. They were more willing to identify themselves as teachers, overcome inter-professional barriers in teaching MVA to doctors,

medical students, and other midwives, and positioned themselves as experts in post-abortion care emergencies.

Discussion: The results provided important insights into integrating post-abortion care by midwives in Kinshasa. Equity-based research collaborations help support the work of midwifery associations and advance the role of midwives in achieving abortion provision. Positive deviant midwives used strategies during emergencies to safely practice MVA and increased the credibility of midwives while disseminating evidence-based practices.

Conclusion: Future programs can work with positive deviant midwives as knowledge brokers on the diffusion of midwifery-led manual vacuum aspiration, which can improve access to safe and respectful reproductive care.

Keywords: Collaborative Practice, Midwives, AMIU, Kinshasa

Introduction

Les complications médicales liées aux avortements non-sécuritaires sont une problématique de santé publique qui conduit à une augmentation de la mortalité des filles et des femmes (Lince-Deroche et al., 2019). Les décès attribuables à ces derniers constituent 5.1 à 17.2 % de l'ensemble des décès du continent africain (Glover et al., 2023). Le taux de mortalité maternelle en République démocratique du Congo (RDC) est l'un des plus élevés au monde (846:100 000) (MSP, 2014). En RDC, les soins reliés aux avortements inadéquats entraînent des complications, souvent mal gérées; ce qui accentue la mortalité déjà très élevée (Glover et al., 2020; Ishoso et al., 2019).

En plus, le cheminement des femmes vers l'avortement illégal est complexe et influencé par leur contexte culturel, familial et géographique (Lince-Deroche et al., 2019; Mulyumba et al., 2018; Ouedraogo et al., 2020). Avant 2018, la RDC avait l'une des lois les plus strictes contre l'avortement en Afrique subsaharienne. En ce moment, la ratification du Protocole de la Charte africaine des droits de l'Homme et des peuples relatif aux droits des femmes en Afrique rend caduc l'ancien Code pénal congolais en matière d'avortement. Grâce à cet amendement, l'exécution de l'avortement est permise si la femme est victime d'un viol ou d'une agression, ou si la grossesse met en danger sa santé mentale ou physique, sa vie ou celle du fœtus (RDC, 2018). Malgré ce changement de dispositif, l'avortement demeure un sujet tabou et controversé. De plus, l'accès à l'avortement complet n'est pas encore universel et l'information relative à la ratification de ce protocole n'est pas encore accessible à l'ensemble du public. En résumé, les normes culturelles et les services de santé doivent encore s'aligner sur les récents changements de loi. En attendant, les filles et femmes sont poussées vers les avortements clandestins (Glover et al., 2023).

Une des stratégies pour améliorer l'accès aux soins sécuritaires après avortement consiste à former les sages-femmes selon les normes de santé mondiale. Il est établi, selon la Directive sur les soins en cas d'avortement de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), que les sages-femmes peuvent fournir les soins complets d'avortement de manière autonome et en toute sécurité (OMS, 2022). Les données empiriques concernant les avortements incomplets au premier et au deuxième trimestres traduisent des résultats équivalents selon que la prise en charge est effectuée par les sages-femmes ou par les médecins (Atuhairwe et al., 2022). Cependant, d'autres recherches indiquent que les sages-femmes se heurtent à des défis lorsqu'elles intègrent cette compétence dans leur pratique (Mainey et al., 2020; Miller et al., 2002).

En RDC, les soins liés à l'avortement ne sont intégrés officiellement que depuis peu de temps dans le cadre du champ de pratique de la sage-femme. En avril 2017, la Société Congolaise de la Pratique de la Sage-femme (SCOSAF) a réalisé une analyse situationnelle dans la ville de Kinshasa concernant la capacité des sages-femmes à offrir des soins obstétricaux et néonataux d'urgence (SONU) (Bourret, 2017). Il en résulte que 92% des 213 sages-femmes sondées n'étaient pas formées en l'aspiration manuelle intra-utérine (AMIU) ni en soins après avortements (Bourret, 2017). Toutefois, les sages-femmes, sans compétences requises, reçoivent plus de cas d'urgence que les médecins. Suivant le rapport de l'analyse et en collaboration avec le ministère de la Santé de la RDC, la première formation aux Soins Obstétricaux et Néonataux d'Urgence (SONU) pour sage-femme a été créée. L'AMIU a dès lors été incluse dans cette formation ; ce qui a permis de former plus de 350 sages-femmes dans cette procédure. L'intégration des soins après-avortement dans la pratique des sages-femmes est un investissement qui peut permettre à la RDC d'améliorer les résultats relevant de la santé maternelle (Fullerton et al., 2018). Pour cette raison, la SCOSAF a entamé une collaboration de recherche transnationale pour comprendre l'intégration des sages-femmes dans l'AMIU afin de mieux les soutenir dans leur pratique. L'objectif de la collaboration de recherche est d'explorer l'intégration de l'AMIU dans les soins après-avortement par des sages-femmes congolaises à la suite d'une formation continue.

Les recherches menées par les sages-femmes et leurs associations renforcent la capacité de la profession à établir la crédibilité et la visibilité nécessaires pour faciliter l'avancement de la profession et l'amélioration de la santé et des droits sexuels et reproductifs (Mattison et al., 2021). Mais, il existe beaucoup d'embûches qui empêchent les sages-femmes d'accéder aux ressources utiles à la production de données probantes (Mattison et al., 2023; Nabirye et al., 2018). Dans les régions d'Afrique du Sud et d'Afrique de l'Est, en particulier, les sages-femmes ont plus de difficultés à accéder au soutien et

à la formation nécessaires pour mener et publier des recherches évaluées par des pairs que dans d'autres régions (Nabirye et al., 2018; Sun et al., 2016).

Les approches de recherche collaboratifs sont un moyen de promotion de la recherche par et pour les sages-femmes en Afrique, mais également, de leur renforcement des capacités de recherche (Mattison et al., 2021). Les investissements pour les chercheurs sages-femmes et infirmiers basés en Afrique sont également nécessaires pour assurer des partenariats équitables entre l'Afrique et l'Occident. Les causes des déséquilibres de pouvoir dans ces partenariats sont liées aux écarts de ressources économiques et académiques (Boum Ii et al., 2018). Une communication claire et précoce, le mentorat et le recours à des priorités alignées sont autant de mécanismes importants qui favorisent l'équité et renforcent le développement basé en Afrique (Boum Ii et al., 2018). Il existe des cadres qui permettent d'atténuer certains de ces enjeux et qui, de manière générale, encouragent les équipes à envisager la mise en œuvre de pratiques équitables dans le processus de recherche (Boum Ii et al., 2018; Murphy et al., 2015). À partir de ce travail, l'équipe a pu créer son propre cadre d'équité décrivant son processus (Figure 4).

Cet article décrit la collaboration de recherche transnationale entre des collègues d'une université canadienne (Université Laurentienne) et la SCOSAF pour générer des données concernant l'intégration des soins après avortement par leurs membres. Les détails de ce processus seront élaborés afin de démontrer les mesures prises pour atténuer les iniquités et maximiser les retombées pour l'association ainsi que pour les sages-femmes en RDC. Par la suite, nous discuterons des leçons tirées de ce processus, en l'occurrence, les résultats obtenus ainsi que leurs implications pour promouvoir les soins après-avortement prodigués par les sages-femmes en RDC.

Méthodes

Notre recherche est née d'un partenariat existant entre l'auteur principale, sage-femme et membre du corps professoral de l'Université Laurentienne, Canada et la SCOSAF, RDC. Une entente de collaboration a désigné la SCOSAF comme responsable de la mise en œuvre de la recherche. L'équipe de recherche avait donc deux composantes importantes: la constitution (1) d'un comité de concertation composé des membres du secteur ministériel et du secteur privé et (2) d'une équipe de chercheurs transnationale comprenant des sages-femmes ainsi que des membres de la SCOSAF.

L'intégration des parties prenantes dans la recherche est considérée comme un moyen d'établir la confiance et sa vulgarisation locale (Mertens, 2021). Le comité de concertation a été composé d'experts gouvernementaux et non-gouvernementaux en matière d'avortement pour soutenir notamment l'approbation du comité d'éthique à Kinshasa, la conception de la recherche,

le développement des instruments de collecte de données, l'analyse des données ainsi que la validation et la diffusion des résultats.

Concernant l'équipe transnationale, elle se caractérise essentiellement par des chercheurs sur le phénomène de l'avortement d'une part d'un niveau d'investissement important et la compréhension du sujet des avortements clandestins, d'autre part (Gipson et al., 2011). Ce groupe d'experts intervenaient régulièrement sur les questions de l'avortement et de la mortalité maternelle en RDC. Quant aux chercheurs congolais, la connaissance de la zone de recherche a été une contribution inestimable pour la validité de la conception, de la mise en œuvre et de la diffusion de l'étude. L'approche d'équité dans cette étude met en relief les possibilités d'influence de la capacité et de la carrière des chercheurs congolais (Boum Ii et al., 2018).

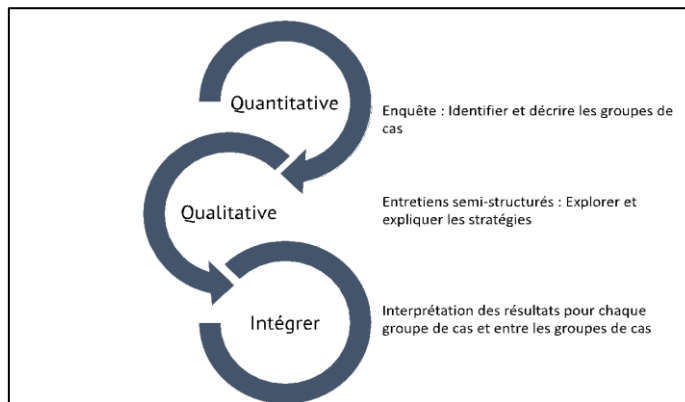


Figure SEQ Figure * ARABIC 1 La méthode mixte avec études

La méthode mixte avec études de cas comparatives de Creswell (figure 1) (Creswell & Clark, 2017) a été adoptée dans cette étude avec l'approche de la déviance positive (DP) comme cadre de référence (Mertens et al., 2016).

L'application de l'approche de la DP a été faite de concert avec les chercheurs et la communauté pour identifier la problématique des embûches à l'intégration de l'AMIU. Elle a permis de mieux apprendre ceux qui ont surmonté les obstacles avec leurs propres stratégies (Rose & McCullough, 2017). L'approche déviante positive de l'intégration de l'AMIU explique ainsi les actions des personnes qui trouvent des solutions lorsqu'elles sont confrontées à un problème ou à l'adversité. Les résolutions de difficultés seront ainsi organisées et rendues accessibles aux autres acteurs. Ainsi, les questions de recherche ont été approuvées par le SCOSAF et le comité de concertation : Quelles sont les sages-femmes déviantes positives qui ont intégré l'AMIU dans leur pratique après la formation ? Quels sont les stratégies et les facteurs qui ont facilité l'adoption de cette compétence ? Comment ces sages-femmes se comparent-elles à celles qui n'ont pas intégré l'AMIU ? Selon les experts en

DP, une approche de recherche ayant recours à des méthodes mixtes est recommandée (Rose & McCullough, 2017). Egalement, les méthodes quantitatives et qualitatives pour décrire les sages-femmes déviantes positives (DP) et celles non positives (Creswell & Clark, 2017) ont été intégrées.

Définition des cas, échantillonnage et recrutement

Les sages-femmes présélectionnées pour l'étude dont 350 avaient suivi, entre septembre 2017 et mars 2018, une formation de 7 jours sur les SONU dans les neuf principales zones de santé de la province de Kinshasa avec l'appui de la SCOSAF.

La taille minimale de l'échantillon pour une prévalence de 5 % avec un niveau de confiance de 95 % a été de 72 sages-femmes. Dans le cas où la prévalence de l'AMIU serait plus faible que l'hypothèse retenue, nous visons le recrutement de 100 sages-femmes pour l'enquête. Le nombre de sages-femmes DP (cas) devait être peu élevé. Par conséquent, le groupe de cas était lié au comportement déviant, c'est-à-dire à la pratique de l'AMIU, une fois ou plus, depuis la formation de la SCOSAF. Le groupe de cas de déviants non positifs a été défini comme étant constitué des sages-femmes formées qui n'avaient pas pratiqué l'AMIU depuis la formation.

Pour le recrutement des cibles de l'étude, nous avons procédé à un choix raisonné pour la collecte des données quantitatives auprès des sages-femmes pratiquant l'AMIU. Dans le but de toucher le maximum de personnes, les chercheurs congolais ont dressé une liste des établissements hospitaliers qui pratiquent nécessairement l'AMIU (Rose & McCullough, 2017) mais également pour associer toutes les sages-femmes qui avaient été formées et d'assurer en même temps une représentation d'environnements de travail diversifiés.

Pour la phase qualitative, l'échantillon a été sélectionné, il s'agit de : le groupe de cas des sages-femmes DP; le groupe de cas des sages-femmes non DP. Les sages-femmes DP ont été choisis selon les différents degrés d'intégration de l'AMIU (une fois seulement, chaque mois, etc.), par contre les sages-femmes non DP ont été sélectionnés afin de répondre aux caractéristiques démographiques et professionnelles du groupe de cas des DP.

Collecte des données

Nous avons cherché à structurer notre outil pour qu'il représente les facteurs attestés et associés à la prestation de soins après-avortement. Pour guider l'élaboration de notre questionnaire, nous nous sommes fiés aux conseils du comité de concertation afin de créer un outil quantitatif en nous basant sur des outils préexistants en RDC et ailleurs (notamment le Ghana) (Clark et al., 2010; Santé, 2018; Turner et al., 2018). À la suite de l'enquête quantitative, les participants ont été divisés en deux groupes de cas: les DP (sages-femmes qui ont pratiqué l'AMIU depuis la formation continue) et les

comparateurs (sages-femmes qui ne l'ont pas pratiquée). Pour chacun de ces groupes, nous avons sélectionné des participants à interroger pour la partie qualitative de l'étude. Le questionnaire d'entretien qualitatif a été conçu pour permettre aux participantes de partager plus en détail les facteurs internes et externes qui influencent leurs pratiques de l'AMIU.

Les données ont été recueillies par l'équipe de recherche locale en lingala ou en français, selon la préférence des participantes, et dans un cadre neutre et privé. Les entretiens qualitatifs ont été enregistrés par audio et transcrits par les chercheurs congolais. Les chercheurs congolais ont veillé à ce que le processus de consentement soit compris par les participants avant toute collecte de données. Nous avons obtenu l'approbation éthique du Comité national de l'École de santé publique de Kinshasa (#ESP/CE/088/2019), en République démocratique du Congo, et du Comité d'éthique de la recherche de l'Université Laurentienne, au Canada (#6017245).

Stratégie d'analyse

Après une analyse indépendante des données quantitatives et qualitatives, l'intégration des données s'est faite: 1) pour interpréter chaque groupe de cas et, 2) pour effectuer une comparaison entre les groupes de cas (Creswell & Clark, 2017). Nous avons utilisé les trois groupes de concepts de base de la théorie des innovations de Roger comme cadre pour l'analyse et l'intégration des données : 1) les perceptions de l'innovation ; 2) les caractéristiques des individus qui adoptent ou non l'innovation ; et 3) le contexte dans lequel l'innovation est introduite (Rogers, 2003). L'intégration des données s'est faite en trois points : Le premier point impliquait l'analyse de : 1) les résultats de l'enquête entre les groupes de déviants positifs et les comparateurs ; 2) les résultats qualitatifs des entretiens entre les deux groupes ; et 3) une comparaison côte à côte des résultats des deux sources de données pour localiser les convergences ou les divergences tout en explorant les facteurs associés aux comportements déviants positifs. Deuxièmement, l'intégration a eu lieu lorsque les résultats de chaque thème ont été comparés entre les groupes. Troisièmement, pour l'interprétation finale, les deux analyses ont été comparées parallèlement afin de déterminer les convergences et les divergences.

Résultats

Les résultats complets de l'étude sont présentés dans la publication s'y rapportant (Bourret et al., 2020). Au total, cent deux ($n = 102$) sages-femmes ont participé à l'étude. Trente-cinq (35) des 102 participantes avaient pratiqué l'AMIU depuis leur formation (34,3 %). Parmi ces sages-femmes, 21 (20,6 %) l'appliquaient pour la première fois et 14 (13,7 %) avaient amélioré leur technique depuis la formation (Figure 2).

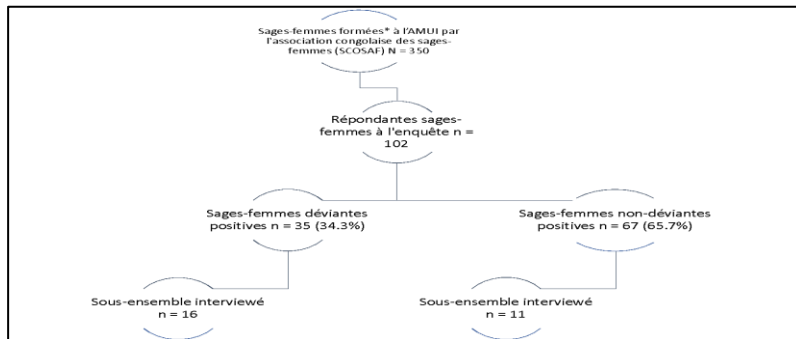


Figure SEQ Figure * ARABIC 2 Participants à l'étude

Résultats de l'étude de cas

Un sous-ensemble de vingt-sept (27) participants a été interrogé. La saturation est atteinte avec 16 déviants positifs et 11 comparateurs. Aucun déviant positif potentiel n'a refusé d'être interrogé, mais 11 comparateurs sélectionnés pour les entretiens n'ont pas pu être joints en raison de changements de leurs coordonnées téléphoniques. Tous les comparateurs contactés ont accepté de participer.

Les thèmes généraux des résultats sont classés en trois catégories : perceptions de l'AMIU, confiance et compétence et contexte du lieu de travail. En résumé, les sage-femmes DP étaient plus susceptibles d'être d'accord avec le constat que les soins après l'avortement sont une responsabilité des sages-femmes, et ont démontré davantage de confiance et de compétence pour pratiquer et enseigner l'AMIU. Pour le troisième thème, l'accès à l'équipement de l'AMIU était une barrière significative à la pratique pour les comparateurs.

Bien que les relations interprofessionnelles causaient certaines barrières à la pratique en général, les sages-femmes DP étaient plus aptes à surmonter les obstacles interprofessionnels en enseignant l'AMIU aux médecins et aux étudiants. Ce groupe de cas DP se positionnait essentiellement comme expert lors des urgences après-avortement. En effet, l'urgence après-avortement est devenue le moment critique qui incite les DP à initier l'AMIU. De ce fait, l'urgence constitue une occasion permettant aux DP de gagner plus de confiance et de convaincre leurs collègues à apprendre la technique de

l'AMIU. Par la suite, leurs collègues continuaient à solliciter leur expertise et, dans bien des cas, certaines sages-femmes évoluaient jusqu'à atteindre le statut d'expertes de l'AMIU, dans leur environnement de travail. La figure 3 représente une proposition de modèle expliquant comment la sage-femme DP surmonte les obstacles professionnels et contextuels pour intégrer l'AMIU et obtenir la confiance des médecins.

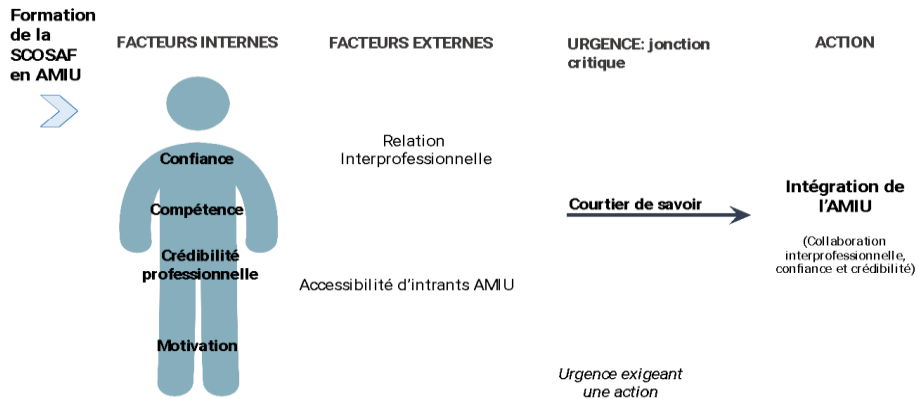


Figure 3. Processus d'intégration de l'AMIU chez les sages-femmes déviantes positives

Selon le modèle élaboré, les sages-femmes DP étaient guidées par leur motivation interne et leur croyance au rôle important à jouer, comme sage-femme, dans les soins après-avortement. Par conséquent, les stratégies consubstantielles employées par les sages-femmes DP dépendaient de leur capacité à réagir en situation d'urgence et de reconnaître le moment propice pour enseigner l'AMIU à leurs collègues.

Discussion

L'étude de recherche permet de mieux comprendre comment les sages-femmes formées à l'AMIU ont défié et surmonté les barrières interprofessionnelles en se positionnant stratégiquement dans une situation d'urgence clinique, en prenant un risque calculé pour sauver des vies. Les DP se sont positionnées comme des intermédiaires de connaissances, promouvant la pratique de l'AMIU auprès de leurs pairs, pratique qui, en passant, est encore peu courante en RDC. Ce contexte démontre subtilement la compétence de la sage-femme après un avortement, notamment en situation d'urgence. Dans des contextes similaires à celui de la RDC, il a été démontré que les intermédiaires de connaissances réussissaient à diffuser des informations grâce à leur capacité à rechercher activement des occasions de démontrer une pratique fondée sur des preuves, à établir des réseaux et des relations, et à s'adapter au contexte immédiat (Norton et al., 2021). De même, les DP ont été poussées par leur motivation interne et leur croyance en la profession de sage-femme et dans les

droits sexuels et reproductifs. Elles avaient acquis la confiance nécessaire pour s'adapter et développer plus de créativité face aux situations d'urgence. Ainsi, ils pouvaient agir rapidement et surplomber avec beaucoup de discernement, les normes professionnelles. Subséquemment, la profession de sage-femme gagnait plus de reconnaissance et de crédibilité sans inquiéter les autres prestataires de services.

Cette approche axée sur la solution ou la DP est importante sur le plan méthodologique, car elle permet de comprendre le transfert des tâches sous un angle particulier. L'approche DP a permis d'identifier des solutions pragmatiques pour surmonter les barrières professionnelles à l'intégration de l'AMIU. Ces barrières sont déjà bien documentées. Par exemple, le partage d'une compétence au-delà des frontières professionnelles traditionnelles a remis en cause les structures hiérarchiques (Homer et al., 2022; Mainey et al., 2020), mais il subsiste une résistance médicale et une méfiance à l'égard de la capacité des sages-femmes à gérer les soins liés à l'avortement (Fullerton et al., 2011; Mainey et al., 2020). Les résultats de l'étude montrent comment les sages-femmes ont surmonté ces défis interprofessionnels en se concentrant sur leurs solutions. Les sages-femmes DP se positionnaient comme des accompagnatrices en cas d'urgence, ce qui leur permettait de transcender momentanément les structures patriarcales traditionnelles de leur établissement et de leur système de santé. Cette approche non menaçante était acceptable pour leurs collègues médecins en ce moment-là. À la suite de cet événement, les sages-femmes sont devenues non seulement des mentors mais, dans certains cas, des expertes dans leur établissement.

En outre, le modèle théorique de la sage-femme déviante positive est basé sur des idées provenant des sages-femmes congolaises. L'approche collaborative fondée sur l'équité a fourni à la SCOSAF des informations essentielles qui profiteront à la profession de sage-femme dans le contexte des soins après-avortement dans le pays. Ce modèle pourrait être testé afin de soutenir les autres sages-femmes congolaises à pratiquer l'AMIU. En mettant en œuvre une approche de recherche équitable, notre collaboration a remis en question les structures traditionnelles et inégales du partenariat en recherche. À partir de notre approche équitable, l'équipe de recherche a pu concevoir un cadre représentant l'expérience acquise (Figure 4). Les boîtes de la figure illustrent la façon dont la collaboration équitable a été mise en œuvre au cours de la conception, de la mise en œuvre de l'étude et de la dissémination des résultats. La flèche sous la figure illustre qu'en mettant en œuvre des actions d'équité, on renforce la confiance dans l'équipe et les parties prenantes, la validité de la recherche et l'applicabilité des résultats au niveau local.

Cependant, cette approche comporte des défis qui méritent d'être mentionnés (Mertens, 2021). Les relations de recherche équitables demandent du travail et du temps, les experts extérieurs devraient sortir des sentiers battus

afin de remettre en question les systèmes actuels qui encouragent des résultats et des changements rapides à court terme et qui ne sont pas nécessairement les priorités régionales chez les autres experts.

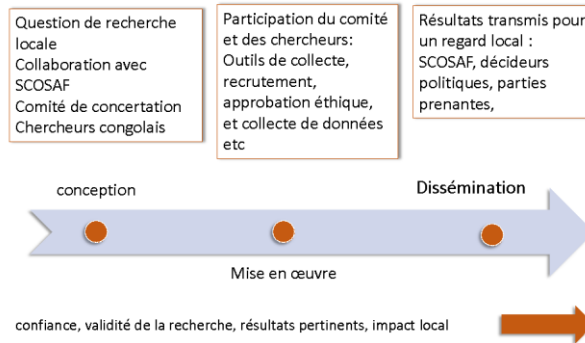


Figure SEQ Figure * ARABIC 4 Cadre d'équité pour une collaboration de recherche transnationale

L'étude a apporté une contribution substantielle à la profession de sage-femme dans le pays car, à notre connaissance, il s'agit de la toute première qui explore la manière dont les sages-femmes ont intégré l'AMIU aux soins après-avortement dans leur pratique. La SCOSAF dispose maintenant des données nécessaires pour étayer les soins après-avortement au sein de leurs membres et plus spécifiquement dans la manière dont ils forment et encadrent les sages-femmes dans les milieux de travail.

La principale limite de l'étude est due à la pandémie de coronavirus. Les restrictions en matière de voyage ont nécessité une adaptation à l'étape finale de la recherche. Plutôt que de recourir à un groupe de discussion pour la validation, les résultats ont été partagés par voie électronique aux parties prenantes. Dans le même scillage, 50 % des comparateurs potentiels n'étaient pas joignables pour les entretiens. Cela pourrait être dû au retard pris pour contacter ce groupe de cas pour des entretiens, car les deux chercheurs congolais avaient été déployés dans les zones rurales du pays pour enseigner les techniques d'urgence obstétricales et néonatales. La disponibilité des chercheurs pour interroger les participants a également entraîné des retards dans la collecte des données.

Conclusion

Cet article a présenté une collaboration de recherche transnationale avec une association de sages-femmes en RDC, recherche qui visait à améliorer la compréhension de l'intégration de l'AMIU dans les soins après-

avortement prodigués par les sages-femmes. Le processus de collaboration a été déterminé dès le début de la recherche et adapté au contexte local en RDC pour maximiser la validité de nos résultats. La recherche a montré que la formation au sein de la SCOSAF augmente non seulement la connaissance sur cette pratique, mais aussi la confiance et la motivation des sages-femmes pour intégrer l'AMIU dans leur pratique. De ce fait, ces résultats peuvent servir à renforcer le rôle des sages-femmes dans le domaine des soins après-avortement.

Une approche équitable dans la collaboration en recherche remet en question les procédures traditionnelles et oppressives. Cette remarquable approche accorde de la valeur et de l'importance aux personnes et aux systèmes que les chercheurs et les bailleurs de fonds externes s'efforcent de soutenir. De plus, elle remet en question les causes profondes de l'inégalité dans le domaine de la recherche internationale. Pour sa mise en œuvre, il est nécessaire que les chercheurs plaident en faveur de leurs collègues, notamment celles des sages-femmes et des associations de sages-femmes.

Remerciements

Nous remercions Ambrocckha Kabeya, sage-femme et ancien président de la Société congolaise de la pratique sage-femme (SCOSAF), pour ses conseils techniques et pour avoir apporté son soutien tout au long du processus de recherche au nom de la SCOSAF. Nous remercions les membres de notre comité de parties prenantes, la défunte Mme Henriette Eke Mbula, ancienne conseillère sage-femme de pays (UNFPA) ; le Dr Victor Muela Difunda, vice-président de la Société congolaise de gynécologie et d'obstétrique (SCOGO) ; Guy Mukumpuri Aniaka, PNSR, Ministère de la Santé ; Dr Mbumba Kinsanku, CUSO RDC ; Dr Milan Milambu Kaluila PNSR, Ministère de la Santé ; et Dr Jean-Claude Mulunda Directeur du Pays, IPAS RDC.

Études humaines

Dans un premier temps, cette étude a été soumise et approuvée au Comité d'éthique de l'Université Laurentienne (#6017245). Pour obtenir les approbations régionales pour conduire cette recherche en RDC, l'étude a été approuvée par le Comité d'éthique de la recherche de l'École de santé publique de Kinshasa (ESP/CE/088/2019).

Financement

Cette recherche a été financée en partie par le Fonds de recherche de l'Université Laurentienne. Les bailleurs de fonds n'ont joué aucun rôle dans la conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données, la décision de publier ou la préparation du manuscrit.

Conflits d'intérêts: Les auteurs déclarent ne pas avoir d'intérêts concurrents.

Disponibilité des données

Les ensembles de données générés et/ou analysés au cours de la présente étude ne sont pas accessibles au public, car ils appartiennent strictement l'Association des sages-femmes congolaises (SCOSAF) mais sont disponibles auprès de l'auteur correspondant sur demande raisonnable.

Contributions de l'auteur

KB a conçu le plan d'étude avec la collaboration de la SCOSAF et de ses superviseurs d'étude doctorale SL et AH. KB a coordonné la collecte et l'analyse des données. SL et AH ont supervisé tous les aspects de la recherche. CH et KM ont apporté leur expertise en matière de contenu et ont revu la proposition, les outils de collecte des données et l'analyse. KM a apporté son soutien au comité consultatif dans le pays. AL et AM ont contribué à la conception de la recherche en RDC, à la proposition et à l'approbation éthique. Ils ont coordonné et réalisé la collecte et la transcription des données et validé l'analyse des données. Tous les auteurs ont approuvé le manuscrit final.

Références :

1. Atuhairwe, S., Byamugisha, J., Kakaire, O., Hanson, C., Cleve, A., Klingberg-Allvin, M., . . . Gemzell-Danielsson, K. (2022). Comparison of the effectiveness and safety of treatment of incomplete second trimester abortion with misoprostol provided by midwives and physicians: a randomised, controlled, equivalence trial in Uganda. *The Lancet Global Health*, 10(10), e1505-e1513. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X%2822%2900312-6>
2. Boum Ii, Y., Burns, B. F., Siedner, M., Mburu, Y., Bukusi, E., & Haberer, J. E. (2018). Advancing equitable global health research partnerships in Africa. *BMJ Global Health*, 3(4), e000868. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-000868>
3. Bourret, K. (2017). *États de Lieux pour le renforcement des capacités visant l'amélioration des pratiques cliniques des sages-femmes dans les structures de santé pour la ville/province de Kinshasa*. Société Congolaise de la Pratique Sage-Femme. Kinshasa, RDC .
4. Bourret, K. M., Larocque, S., Hien, A., Hogue, C., Muray, K., Lukusa, A. T., & Ngabo, A. M. (2020). Midwives' integration of post abortion manual vacuum aspiration in the Democratic Republic of Congo: a mixed methods case study & positive deviance assessment. *BMC Health Services Research*, 20(1), 1136.

5. Clark, K. A., Mitchell, E. H., & Aboagye, P. K. (2010). Return on investment for essential obstetric care training in Ghana: do trained public sector midwives deliver postabortion care? *Journal of Midwifery & Women's Health*, 55(2), 153-161.
6. Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. SAGE Publications.
7. DRC, P. (2018). *Office of the President of the Republic, special issue. Democratic Republic of Congo* Retrieved from <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/SERIAL/84846/94671/F861828376/ratification%20protocole%20droits%20de%20la%20femme.pdf>.
8. Fullerton, J., Butler, M. M., Aman, C., Reid, T., & Dowler, M. (2018). Abortion-related care and the role of the midwife: a global perspective. *International Journal of Women's Health*, 10, 751-762.
9. Fullerton, J. T., Thompson, J. B., Severino, R., & International Confederation of, M. (2011). The International Confederation of Midwives essential competencies for basic midwifery practice. an update study: 2009-2010 [Practice Guideline]. *Midwifery*, 27(4), 399-408.
10. Gipson, J. D., Becker, D., Mishtal, J. Z., & Norris, A. H. (2011). Conducting Collaborative Abortion Research in International Settings. *Women's Health Issues*, 21(3), S58-S62. <https://doi.org/10.1016/j.whi.2011.01.005>
11. Glover, Kayembe, Kaba, & Babakazo. (2020). Assessing Readiness to Provide Comprehensive Abortion Care in the Democratic Republic of the Congo After Passage of the Maputo Protocol. *International Perspectives on Sexual and Reproductive Health*, 46(Supplement 1), 3. <https://doi.org/10.1363/46e0420>
12. Glover, A. L., Mulunda, J.-C., Akilimali, P., Kayembe, D., & Bertrand, J. T. (2023). Expanding access to safe abortion in DRC: charting the path from decriminalisation to accessible care. *Sexual and Reproductive Health Matters*, 31(1). <https://doi.org/10.1080/26410397.2023.2273893>
13. Homer, C. S., Turkmani, S., Wilson, A. N., Vogel, J. P., Shah, M. G., Fogstad, H., & Langlois, E. V. (2022). Enhancing quality midwifery care in humanitarian and fragile settings: a systematic review of interventions, support systems and enabling environments. *BMJ Global Health*, 7(1), e006872. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-006872>
14. Ishoso, D. K., Tshetu, A. K., Delvaux, T., & Coppieters, Y. (2019). Extent of induced abortions and occurrence of complications in Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. *Reproductive Health*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12978-019-0727-4>

15. Lince-Deroche, N., Kayembe, P., Blades, N., Williams, P., London, S., Mabika, C., Bankole, A. (2019). *Grossesses non planifiées et avortements à Kinshasa (République Démocratique du Congo) : Défis et progrès*. <https://dx.doi.org/10.1363/2019.30887>
16. Mainey, L., O'Mullan, C., Reid-Searl, K., Taylor, A., & Baird, K. (2020). The role of nurses and midwives in the provision of abortion care: A scoping review [Review]. *Journal of Clinical Nursing*, 29(9-10), 1513-1526.
17. Mattison, C., Ateva, E., Bernis, L., Binfa, L., Kaufman, K., Klingberg-Allvin, M., ...Sharma, S. (2023). Whose voice counts? Achieving better outcomes in global sexual and reproductive health and rights research. *BMJ Global Health*, 8(10), e012680. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2023-012680>
18. Mattison, C., Bourret, K., Hebert, E., Leshabari, S., Kabeya, A., Achiga, P., . . . Darling, E. (2021). Health systems factors impacting the integration of midwifery: an evidence-informed framework on strengthening midwifery associations. *BMJ Glob Health*, 6(6), e004850. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-004850>
19. Mertens, D. M. (2021). Transformative Research Methods to Increase Social Impact for Vulnerable Groups and Cultural Minorities. *International Journal of Qualitative Methods*, 20, 160940692110515. <https://doi.org/10.1177/16094069211051563>
20. Mertens, W., Recker, J., Kohlborn, T., & Kummer, T.-F. (2016). A Framework for the Study of Positive Deviance in Organizations. *Deviant Behavior*, 37(11), 1288-1307. <https://doi.org/10.1080/01639625.2016.1174519>
21. Miller, S., Billings, D. L., & Clifford, B. (2002). Midwives and postabortion care: experiences, opinions, and attitudes among participants at the 25th Triennial Congress of the International Confederation of Midwives [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 47(4), 247-255.
22. Ministère de la Santé Publique. (2014). *Enquête Démographique et de Santé en République Démocratique du Congo 2013-2014*. <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR300/FR300.pdf>
23. Mulyumba, M., Ilumbulumbu, M., Kitamwivirirwa, T., & Ketha, J. (2018). Prevalence, Complications and Outcome of Clandestine Abortion in Rural Eastern Area of Democratic Republic of the Congo (D.R.C). *Archives of Current Research International*, 14(1), 1-7. <https://doi.org/10.9734/acri/2018/41321>
24. Murphy, J., Hatfield, J., Afsana, K., & Neufeld, V. (2015). Making a commitment to ethics in global health research partnerships: a practical

- tool to support ethical practice. *J Bioeth Inq*, 12(1), 137-146. <https://doi.org/10.1007/s11673-014-9604-6>
25. Nabirye, R. C., Kinengyere, A. A., & Edwards, G. (2018). Nursing and Midwifery Research Output in Africa: A Review of the Literature. *International Journal of Childbirth*, 8(4), 236-241. <https://doi.org/10.1891/2156-5287.8.4.236>
26. Norton, T. C., Rodriguez, D. C., Howell, C., Reynolds, C., & Willems, S. (2021). ‘Maybe we can turn the tide’: an explanatory mixed-methods study to understand how knowledge brokers mobilise health evidence in low- and middle-income countries. *Evidence & Policy*, 17(1), 9-28. <https://doi.org/10.1332/174426419x15679622689515>
27. Ouedraogo, R., Senderowicz, L., & Ngbichi, C. (2020). “I wasn’t ready”: abortion decision-making pathways in Ouagadougou, Burkina Faso. *International Journal of Public Health*, 65(4), 477-486. <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01359-6>
28. Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Simon & Schuster, Inc.
29. Rose, A. J., & McCullough, M. B. (2017). A Practical Guide to Using the Positive Deviance Method in Health Services Research. *Health Services Research*, 52(3), 1207-1222. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12524>
30. Santé, M. d. l. (2018). *Guide de suivi, supervision et évaluation de la formation en soins obstétricaux et néonataux d’urgence (SONU) Sage-Femme*. Kinshasa, RDC
31. Sun, C., Dohrn, J., Omoni, G., Malata, A., Klopper, H., & Larson, E. (2016). Clinical nursing and midwifery research: grey literature in African countries. *International Nursing Review*, 63(1), 104-110. <https://doi.org/10.1111/inr.12231>
32. Turner, K. L., Pearson, E., George, A., & Andersen, K. L. (2018). Values clarification workshops to improve abortion knowledge, attitudes and intentions: a pre-post assessment in 12 countries. *Reproductive Health*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12978-018-0480-0>
33. WHO. (2022). *Abortion Care Guideline*.

Conducta Alimentaria de Estudiantes de una Universidad Pública durante el Confinamiento COVID-19 en Querétaro

Adriana Martínez Díaz

Licenciada en Nutrición, Maestra en Ciencias. Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

Mariana Ventura Chávez

Martha Mariela Campos Flores

Jaqueline Rodríguez Cruz

Estudiante de Enfermería en Servicio Social. Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

Ruth Magdalena Gallegos Torres

Licenciada en Enfermería, Doctora en Ciencias de la Salud, Maestra en Ciencias de Enfermería y Maestría en Inteligencia Emocional. Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p19](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p19)

Submitted: 02 June 2023

Accepted: 21 March 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Díaz A.M., Chávez M.V., Campos Flores M.M., Cruz J.R. & Gallegos Torres R.M. (2024). *Conducta Alimentaria de Estudiantes de una Universidad Pública durante el Confinamiento COVID-19 en Querétaro*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 19.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p19>

Resumen

Introducción. El confinamiento por COVID-19 debido a la pandemia, provocó impactos en diferentes ámbitos, uno de ellos fue la alimentación. Objetivo. Describir los hábitos alimenticios de estudiantes de una Universidad Pública en relación al confinamiento por COVID-19 del año 2022 mediante la aplicación de cuestionarios, con la finalidad de obtener información actual del fenómeno de estudio. Metodología. Estudio cuantitativo de tipo transversal descriptivo, aplicado por conveniencia a 50 estudiantes sin distinción de sexo de la Licenciatura en Educación Física y Ciencias del Deporte (LEFyCD), de una población de 315 personas. Se utilizó el “Cuestionario de Comportamiento Alimentario” de Márquez, 2014, que consta de 56 ítems, con Alfa de Cronbach 0.98. Los datos se analizaron mediante el programa estadístico SPSS v.26, obteniendo porcentajes, frecuencias, promedios y

moda. Se cuidaron los aspectos éticos de la investigación. Resultados. De los 50 universitarios, se obtuvo que el 54% son hombres con una media de edad de 21.3 ± 2.6 . el 62% consume bebidas alcohólicas. La mayoría de los participantes realizan actividad física todos los días; más de la mitad consideró que su peso cambió durante los últimos meses. Durante la pandemia el 40% cuidó de su salud física y su alimentación respectivamente. Conclusión. Se puede apreciar que la mayoría de los estudiantes mantuvieron durante la pandemia una adecuada alimentación y actividad física. Sin embargo, esta conducta no aplica en toda la población universitaria, por lo que habría que realizar más estudios.

Palabras clave: COVID-19, confinamiento, pandemia, conducta alimentaria, universitarios

Dietary Behavior of Students from a Public University during the COVID-19 Lockdown in Querétaro

Adriana Martínez Díaz

Licenciada en Nutrición, Maestra en Ciencias. Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

Mariana Ventura Chávez

Martha Mariela Campos Flores

Jaqueline Rodríguez Cruz

Estudiante de Enfermería en Servicio Social. Facultad de Enfermería,
Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

Ruth Magdalena Gallegos Torres

Licenciada en Enfermería, Doctora en Ciencias de la Salud, Maestra en
Ciencias de Enfermería y Maestría en Inteligencia Emocional. Facultad de
Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

Abstract

Introduction. The confinement by COVID-19 due to the pandemic caused impacts in different areas, one of them was feeding. Objective. To describe the eating habits of students in a public university in relation to the COVID-19 confinement of the year 2022 through the application of questionnaires, in order to obtain current information of the study phenomenon. Methodology. Quantitative descriptive cross-sectional study, applied by convenience to 50 students without distinction of sex of the "Licenciatura de Educación Física y Ciencias del Deporte" (LEFyCD), from a population of 315 people. The "Eating Behavior Questionnaire" of Márquez,

2014, consisting of 56 items, with Cronbach's Alpha 0.98, was used. The data were analyzed using the SPSS v.26 statistical program, obtaining percentages, frequencies, averages and mode. Results. Of the 50 university students, 54% were men with a mean age of 21.3 ± 2.6 . 62% consumed alcoholic beverages. Most of the participants are physically active every day; more than half of them considered that their weight changed during the last months. During the pandemic 40% took care of their physical health and diet respectively. Conclusion. It can be seen that most of the students maintained adequate nutrition and physical activity during the pandemic. However, this behavior does not apply to the entire university population, so further studies should be conducted.

Keywords: COVID-19, confinement, pandemic, eating behavior, university students

Introducción

La pandemia por COVID-19 impacto a la sociedad en diferentes ámbitos, uno de ellos fue la alimentación., Tal como lo menciona Shamah-Levy, a nivel mundial la población sufrió efectos en el ámbito de la alimentación, generando en algunos casos una disminución o aumento en el consumo de grupos alimenticios a consecuencia del aislamiento social por la pandemia. (Shamah-Levy, et al., 2020).

Los alimentos forman parte fundamental para llevar a cabo la alimentación, que es una actividad esencial para la vida. Al ser esta una necesidad, desde el inicio de la evolución humana la alimentación se ha dado a partir de la selección de alimentos para satisfacer las necesidades nutricionales, incluso desde el consumo de frutas, verduras y semillas, hasta el consumo de carroña, lo que fue una clave para la evolución tanto del hombre como de la alimentación (Arroyo, 2008).

Otro de los ámbitos que se vio afectado fue el sector educativo, debido al cierre de actividades presenciales en las instituciones educativas, ya que, la mayoría de los países incluyendo México optó por continuar clases con modalidad en línea, con el fin de evitar la propagación del virus y manteniendo de todos los estudiantes en sus casas. (CEPAL & Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 2020).

Conforme al paso del confinamiento, durante la pandemia se detectaron ciertas modificaciones en el ámbito alimenticio, en los horarios de consumo de los alimentos y mayor ingesta de ellos, teniendo un mayor consumo de snacks y productos de trigo. (González-Monroy et al., 2021). Un porcentaje de la población tuvo dificultades para acceder a alimentos

saludables debido a que no contaba con el dinero suficiente para comprar los alimentos. (León & Arguello, 2020).

La conducta alimentaria se define como aquella relación que existe entre el humano y su acción con los alimentos el cual se establece ya sea por el entorno familiar, social, la cultura e incluso por las características económicas de los individuos (Domínguez-Vásquez, et al., 2008).

De igual manera, Saucedo-Molina & Unikel (2010), conceptualizan la conducta alimentaria como aquella que se relaciona con el consumo de alimentos la cual es influida por factores externos a la persona y no se relaciona al solo hecho de satisfacer las necesidades de alimentación y exigencias nutricionales. Para Osorio, *et al.*, (2002), es “el comportamiento normal relacionado con los hábitos de alimentación, la selección de alimentos que se ingieren, la preparación de estos y su cantidad ingerida”.

Las alteraciones en la conducta alimentaria desencadenan conductas de riesgo (CAR) y trastornos de la conducta alimentaria (TCA). Las CAR se definen como aquellas actitudes que van encaminadas a obtener o mantener una figura corporal delgada, esta se presenta con mayor frecuencia en jóvenes adultos y adolescentes, aunque nadie está exento de padecerla. (Saucedo-Molina y Unikel (2010).

Cuando se desencadenan las CAR pueden llegar a surgir muy probablemente los TCA debido a los cambios físicos y psicológicos. De acuerdo a la Asociación Americana de Psiquiatría (APA), se define a los TCA como alteraciones en el comportamiento que se relacionan con la alimentación, que conlleva a una modificación en el consumo de alimentos y absorción de nutrientes, el cual origina un deterioro de la salud física y emocional (Asociación Americana de Psiquiatría (APA), 2014).

En el año 2008, Macht postuló un modelo que explica los factores que contribuyen en los cambios de la alimentación los cuales refiere que se encuentran influenciados por las emociones:

- I. Emociones que despiertan las características organolépticas de los alimentos y que afectan su elección, esto hace referencia a los alimentos ricos en grasa.
- II. Emociones de muy alta intensidad como lo es el estrés intenso y drástico, las cuales suprimen el comer.
- III. Emociones de excitación e intensidad, afectan la alimentación dependiendo de las motivaciones al comer:
 - 3.1. Restricción alimentaria por emociones negativas que provocan la emoción desagradable.
 - 3.2. Frente a la necesidad de controlar una emoción negativa en ella se opta por consumir alimentos dulces y con alto contenido de grasa.
 - 3.3. Frente a una alimentación normal, en ella no se busca que las emociones de baja excitación o intensidad afecten la alimentación.

La ingesta alimentaria involucra diversos aspectos del comportamiento, como pueden ser el hambre y la decisión de empezar a comer. La complejidad de la sensación de hambre se demuestra en la diversidad de hormonas, neuropéptidos, neurotransmisores y el sistema nervioso (Solomón & Martínez, 2006, p.26).

Aunado a lo antes mencionado, algunos autores mencionan que las conductas de alimentación se vieron afectadas o generaron cambios negativos en los universitarios, por ejemplo: Viteri-Roboy menciona en los resultados de una investigación que el consumo de cereales se encuentra muy por debajo de lo recomendado entre 1 a 2 raciones por día (62.1%), el consumo de frutas, verduras y hortalizas se redujo de 1 y 2 raciones diarias en el 57.7%, un 74.4% redujo su consumo de lácteos principalmente en el género masculino. Un factor que influyó en los cambios en la alimentación fue la disminución de los ingresos económicos al hogar (Viteri-Robayo, et al., 2021).

Actualmente, en el estado de Querétaro, no se encontraron estudios publicados, relacionados con la conducta alimentaria en universitarios durante la pandemia por COVID-19, por lo cual resulta pertinente e importante estudiar dicho tema, para conocer cuáles fueron las conductas de alimentación que presentaron los universitarios.

El objetivo de esta investigación fue describir la conducta alimentaria de los universitarios de la licenciatura en Educación Física y Ciencias Del Deporte de la Universidad Autónoma, durante la pandemia, con la finalidad de contar con un contexto del fenómeno.

Metodología

Estudio cuantitativo de tipo transversal descriptivo realizado en la Licenciatura de Educación Física y Ciencias del Deporte (LEFYCD) de una universidad pública de la ciudad de Querétaro, México, la cual cuenta con un total de 315 alumnos, de los cuales se obtuvo la población por conveniencia para poder llevar a cabo el estudio, en el cual se trabajó con un total de 50 participantes.

Se tomaron en cuenta a aquellos estudiantes de entre 18 y 35 años, que se encontraran inscritos en la licenciatura, los cuales a causa de la pandemia por COVID-19 cursaron clases en línea, independientemente de cuál fuera el semestre en el que se encontraban.

Por otra parte, se excluyó a alumnos de posgrado y movilidad o intercambio, a su vez, se descartaron aquellos cuestionarios de alumnos que no desearon participar de manera voluntaria, así como los que se encontraban inconclusos o con errores en su llenado.

Para la recolección de los datos, se utilizó el “Cuestionario de Comportamiento Alimentario” de Márquez, 2014, el cual se validó por medio de análisis Rasch, al aplicarlo a 333 estudiantes mexicanos del sexto semestre

de la Licenciatura de Medicina y Nutrición de la Universidad de Guadalajara (Márquez- Sandoval et al., 2014).

El cuestionario está conformado por un total de 56 preguntas, con las siguientes secciones: 1: Datos sociodemográficos integrado por 25 aspectos y 2: Cuestionario de Conducta Alimentaria estructurado por 31 preguntas, el cual cuenta para responder, con opciones múltiples y escala tipo Likert que van del “me agrada mucho al me desagrada mucho”.

Para la aplicación del cuestionario se utilizó la plataforma virtual google forms, por medio de la cual se compartió el cuestionario con los sujetos de estudio mediante un link vía internet. La confiabilidad del cuestionario está determinada mediante la prueba Alfa de Cronbach con 0.98.

Este proyecto fue evaluado y aprobado por el Sub-comité de Investigación y Bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro. Posteriormente se tramitó el permiso correspondiente con la coordinación de la Licenciatura en Enfermería para llevar a cabo la prueba piloto, con un total de 11 participantes y finalmente se obtuvo la muestra definitiva.

Con los resultados obtenidos se elaboró una base de datos en el software estadístico IBM SPSS versión 26.0, mediante el cual se obtuvieron porcentajes, frecuencias, promedios y moda.

Finalmente, este estudio se fundamentó de acuerdo a las bases éticas de los artículos 13, 14, 16, 17 y 20 del título segundo del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación Para la Salud (Diario Oficial de la Federación, 2014), en la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 1964) y el Código de Nüremberg (Comisión Nacional de Bioética, 1947).

Resultados

Se presentan los resultados más relevantes de 50 universitarios, de los cuales, el 54% son hombres y 46% mujeres, la mayoría residiendo en el estado de Querétaro (56%). El rango de edad va desde los 18 años hasta los 31 años, con una media de edad de 21.3 ± 2.6 años de edad. La mayoría vive con sus padres (76%) y solo el 42% de los universitarios trabajan y estudian al mismo tiempo.

Respecto al consumo de alcohol y tabaco se observó que más de la mitad de los universitarios consumen bebidas alcohólicas (62%), 42% al menos una vez al mes y en su minoría fuman tabaco (12%), donde el 6% indicó hacerlo al menos una vez por semana mientras que el otro 6% al menos una vez al mes. En relación a la actividad física solo 16% fueron sedentarios y aquellos que realizan actividad física invierten de 45 a 60 min (38.1%), esto, todos los días (57.1%) o al menos una vez por semana, siendo la actividad como natación, gimnasio, correr, básquetbol, fútbol, entrenamiento funcional,

entre otros. Además, un 64% de los universitarios consideraron que su peso se ha modificado en los últimos seis meses.

Referente al contagio por COVID-19, los estudiantes y/o sus familiares se enfermaron de COVID-19 por lo menos una vez, siendo de mayor prevalencia mamá (24%), papá (24%), hermanos (16%) y tíos (14%). De los universitarios que trabajan el 31.8% conservó su salario al 100% y el 22.7% disminuyó más del 50%, mientras que los estudiantes que dependen de otras personas su salario se conservó al 100% (36%) y solo el 14% disminuyó en más del 50%.

Conducta alimentaria

Con base al comportamiento alimentario se mostró que la mayoría elige un alimento por su sabor, además saben leer las etiquetas nutrimentales y las entienden, también evitan alimentos porque no les gustan y en su mayoría prepara sus alimentos comúnmente guisados o salteados con poca grasa, los cuales son preparados por su madre (Ver tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento alimentario de los estudiantes

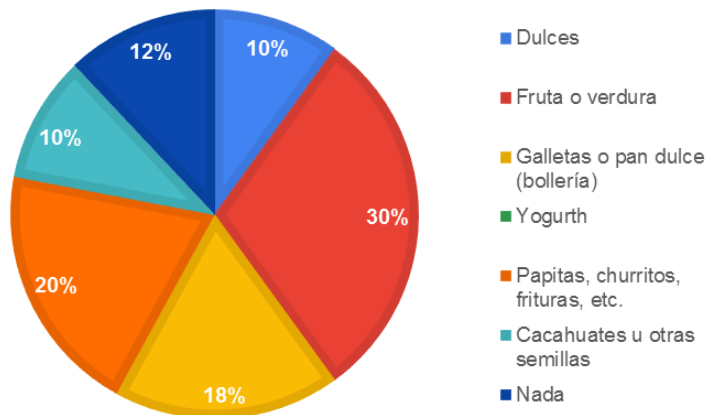
Variable	Opciones	Porcentaje	Fr/n
Elección de alimento	Su sabor	46%	23/50
	Contenido nutrimental	24%	12/50
	Precio	20%	10/50
	Agradable a la vista	10%	5/50
Etiquetas nutrimentales	Si las leo y las entiendo	38%	19/50
	Por pereza	36%	18/50
	Falta de tiempo	14%	7/50
	No me interesa	12%	6/50
Evitan alimentos	No me gusta	50%	25/50
	Por cuidarme	28%	14/50
	Me hacen sentir mal	16%	8/50
	No evito ningún alimento	6%	3/50
Preparación de alimentos	Guisados o salteados	42%	21/50
	Asados o a la plancha	38%	19/50
	Fritos (empanizados y capeados)	14%	7/50
	Al vapor o hervidos	6%	3/50
Encargada de preparar alimentos	Mamá	54%	27/50
	Yo	36%	18/50
	Los compro preparados	8%	4/50
	Nos repartimos los días	2%	1/50

Fuente: Cuestionario de Comportamiento Alimentario, 2014.

En cuanto al consumo de alimentos, en su mayoría a los universitarios les agradan más las frutas (52%), carnes rojas y pollo (66%), queso (50%), pan, tortillas, papa, pastas, cereales y huevo (50%), refrescos o jugos (46%), frituras y botanas (34%), alimentos dulces y alcohol (42%).

Los universitarios refieren consumir durante su día en mayor cantidad agua natural (78%) pero también un 16% prefieren los refrescos, jugos o té industrializados. El 30% de los alumnos ingiere entre comidas fruta o verduras (Gráfica 1).

Gráfica 1. Resultados comida habitual entre comidas



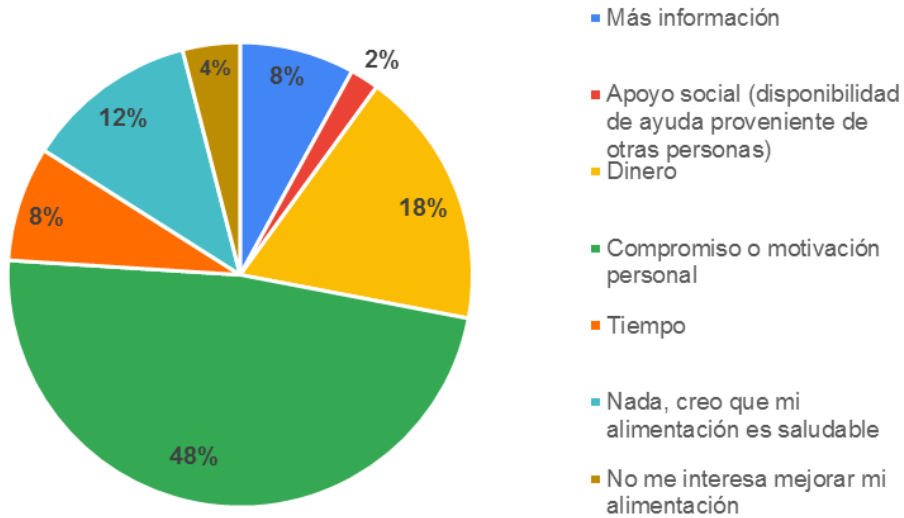
Fuente: Cuestionario de Comportamiento Alimentario, 2014

También se observó que el 36% comen fuera de casa de 1 a 2 veces por semana y solo el 6% de 5 a 6 veces. Los alumnos identifican que comen alimentos en exceso solamente de 1 a 2 veces a la semana (40%) y el 12% comen todos los días en exceso.

Por su parte, durante la pandemia, se obtuvo que el 40% de los universitarios cuidó su alimentación y realizaron ejercicio, 38% sólo realizó ejercicio, 12% solamente cuidó su alimentación y el 10% no hizo nada para cuidar su cuerpo. 44% consideraron que su alimentación fue diferente solo algunas veces durante la semana y 26% diferente solo durante los fines de semana.

Con relación a lo que necesitan para mejorar su alimentación, predomina que se requiere de un mayor compromiso o motivación (48%) y un 12% considera que su alimentación es saludable, por lo que no le hace falta nada (Gráfica 2). Más de la mitad de los encuestados están totalmente de acuerdo que seguirán consejos de nutrición para mejorar su estado de salud.

Gráfica 2. Resultados factores para mejorar alimentación



Fuente: Cuestionario de Comportamiento Alimentario, 2014

Discusión

Se debe considerar que los estudios que se conocen no solo pertenecen a México por lo que las culturas de cada país, el rango de edad y el nivel de estudios pueden influenciar en el resultado de las conductas alimentarias.

El estudio mostro que la mayoría de los universitarios cuidaron de su alimentación durante el confinamiento por COVID-19. Los resultados revelaron que los estudiantes prefieren elegir las frutas en comparación con las frituras. Sin embargo, en estudios similares se obtuvieron resultados diferentes como en la investigación de Viteri-Robayo y otros autores, quienes señalaron una reducción del consumo de frutas, verduras y hortalizas debido a la disminución de los ingresos económicos (Viteri-Robayo, et al., 2021). Esta diferencia se puede justificar en vista de que en los participantes que son dependientes de otras personas como sus padres, conservaron al 100% durante el confinamiento su salario.

Sobre el aumento de alimentos poco saludables como chatarras y harinas, la investigación de Pérez-Rodrigo y colaboradores mostraron que los aperitivos más consumidos fueron galletas, chocolates y bollería (Pérez-Rodrigo, et al., 2020). Al igual que en la encuesta realizada se reportó el consumo de pan en un 50%, en cambio se observa un porcentaje reducido en el consumo de botanas y frituras. Esta diferencia puede deberse a que un porcentaje mayor de los encuestados consideran que cuidaron de su alimentación durante la pandemia.

Se puede observar que los alumnos participantes en su mayoría se enfocaron en tener una alimentación saludable e implementar la actividad

física y el deporte. Por lo que la pandemia no generó una mala conducta alimentaria, sin embargo, no en todos los estudiantes se puede repetir este patrón.

Conclusión

Una buena conducta de alimentación se refleja en buenos hábitos alimenticios, esta es una necesidad primordial de la humanidad; al alterarse la conducta se modifica el estilo de vida. Aunque la alimentación depende de los diversos factores que la componen: economía, sociedad, cultura, tradición, gustos etc. es importante siempre mantener una conducta alimentaria saludable.

De acuerdo a lo obtenido en esta investigación, se puede concluir, que, no obstante, aunque la pandemia provocó un distanciamiento social, en su mayoría los estudiantes que se abordaron, siempre buscaron cuidar su alimentación acompañado de ejercicio o alguna actividad física y/o deporte, además de hidratarse sanamente en su mayoría con agua natural, todo esto en relación de que algunos de ellos se vieron afectados económicamente.

Aunque la pandemia generó diversos trastornos de ansiedad, depresión y estrés en la sociedad, en los estudiantes de la LEFYCD no se generó gran impacto sobre su conducta alimenticia, esto no quiere decir que en toda la población ocurrió lo mismo, habría que indagar más sobre el tema y compararlo con otros individuos.

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 lo dispuesto en el reglamento de la Ley General de Salud.

Referencias:

1. Arroyo, P. (2008). La alimentación en la evolución del hombre: su relación con el riesgo de enfermedades crónico degenerativas. Bol Med Hosp Infant Mex, 65. www.medigraphic.com

2. Asociación Americana de Psiquiatría (APA). (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Editorial Médica Panamericana. <https://www.bibliopsi.org/docs/guia/DSM%20V.pdf>
3. Asociación Médica Mundial (AMM). (1964). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-ammprincipios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
4. Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. (2014). Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la salud. Última reforma publicada DOF 02-04-2014.
5. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) & Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/S2000510_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. Domínguez-Vásquez, P., Olivares, S., & Santos, J. (2008). Influencia familiar sobre la conducta alimentaria y su relación con la obesidad infantil. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 58(3), 249–255. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2008/3/art-6/>
7. León, K., & Arguello, J. P. (2020). Efectos de la pandemia por la COVID-19 en la nutrición y actividad física de adolescentes y jóvenes. UNICEF. <https://www.unicef.org/lac/efectos-de-la-pandemia-por-la-covid-19-en-lanutricion-y-actividad-fisica-de-adolescentes-y-jovenes>
8. Márquez-Sandoval, Y.F., Salazar-Ruiz, E.N., Macedo-Ojeda, G., Altamirano-Martínez, M.B., Bernal-Orozco, M.F., Salas-Salvador, J., & Vizmanos-Lamotte, B. (2014). Diseño y validación de un cuestionario para evaluar el comportamiento alimentario en estudiantes mexicanos del área de la salud. Nutrición Hospitalaria. 30 (1); 153-164. 10.3305/nh.2014.30.1.7451
9. Nüremberg. (1947). Código de Nüremberg: Normas éticas sobre experimentación en seres humanos. Comisión Nacional de Bioética. http://www.conbioeticamexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatinternacional/2.INTL._Cod_Nuremberg.pdf
10. Osorio, J., Weisstaub, G., & Castillo, C. (2002). Desarrollo de la conducta alimentaria en la infancia y sus alteraciones. Revista chilena de nutrición. 29 (3). 29(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182002000300002>
11. Saucedo-Molina, J. & Unikel, C. (2010). Conductas alimentarias de riesgo, interiorización del ideal estético de delgadez e índice de masa

- corporal en estudiantes hidalguenses de preparatoria y licenciatura de una institución privada. *Salud mental*. 33 (1). 11-19. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252010000100002
12. Shamah-Levy, T., Rivera-Dommarco, J., Cuevas-Nasu, L., Romero-Martínez, M., Gaona-Pineda, E. B., Gómez-Acosta, L. M., Mendoza-Alvarado, L. R., & Gómez-Humarán, I. M. (2020). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2020/doctos/informes/ensanutCovid19ResultadosNacionales.pdf>
 13. Solomon, A & Martínez, J.A. (2006). Participación del sistema nervioso y del tracto gastrointestinal en la homeostasis energética. 50 (1), 27-37.
 14. Viteri-Robayo, C.P., Guanga, V.E., Cabrera, J., & Merlín, L. (2021). Consumo alimentario durante el confinamiento por Covid-19, en una población de Ecuador y México. *La Ciencia de la Salud y la Nutrición*. ESPOCH-Facultad de Salud Pública. 12 (2), 23-35.

A Comprehensive Review of the Three Main Topic Modeling Algorithms and Challenges in Albanian Employability Skills

Milena Shehu, PhD Student

University of Tirana, Albania

Eralda Gjika, Associate Professor

Royal College of Physicians and Surgeons of Canada, Ottawa, Canada

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p31](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p31)

Submitted: 27 March 2024

Accepted: 09 April 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Shehu M. & Gjika E. (2024). *A Comprehensive Review of the Three Main Topic Modeling Algorithms and Challenges in Albanian Employability Skills*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 31. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p31>

Abstract

Today's jobseekers face many obstacles while trying to find a career that aligns with their interests, employability soft skills, and professional experience. In Albania, jobseekers frequently initiate their job search by actively exploring job vacancies listed on various online job portals. The analysis of job vacancies posted online provides an added advantage to the labour market actors compared to traditional survey-based analyses. This is because it enables a faster analytical process, promotes decision-making based on accurate data, and should be carefully considered by every country when formulating their Labor Market Policies. Since the data posted online are unlabelled, it has been proven that the potential of unsupervised learning techniques, more precisely the Topic Modelling algorithms, is outstanding when applied to analysing job vacancies, mainly with regard to assessing employability soft skills. Algorithms in topic modelling are essential for uncovering hidden patterns in texts, facilitating the extraction of important data, generating document summaries, and enhancing content comprehension. This paper analyses and compares the three primary methodologies and algorithms used in topic modelling, which can be applied to analyse employability soft-skills: Latent Semantic Analysis (LSA), Latent Dirichlet Allocation (LDA), and BERTopic. At the end of the paper, conclusions are drawn regarding superior performance and optimal algorithm applicability, challenges, and limitations through a review of studies conducted in the

Albanian job market.

Keywords: Topic modelling, Latent Semantic Analysis (LSA), Latent Dirichlet Allocation (LDA), BERTopic, Employability Skills

Introduction

In the context of employment and professional growth, skills are fundamental components that define individual capabilities and competencies, which contributes to social development within career advancement.

International Standard Classification of Occupations 2008 (ISCO-08) and the European Framework of Skills, Competences, Qualifications, and Professions (ESCO) provide comprehensive structures for categorizing skills based on standardized taxonomies. ISCO-08 classifies skills into several main categories, including cognitive skills, technical skills, interpersonal skills, and practical skills. Broadly, skills are further defined to capture the nuances of occupations and different industries. For example, cognitive skills include analytical thinking, decision making, and problem-solving skills, while technical skills may include language programming, machine operation, and data analysis techniques (Tijdens Kea, 2019).

ESCO offers a comprehensive categorization of skills, competencies, qualifications, and professions across European nations, thereby establishing a shared framework for defining and classifying skills.

ESCO identifies skills in different areas such as knowledge, skills, abilities, and competences, which enables efficient communication and alignment of skills profiles within the European market of work. This approach facilitates targeted workforce development initiatives, competency-based education programs, and skills matching services, thus promoting mobility and employment across sectors and regions geographical (Chiarello et al., 2021).

Recently, machine learning (ML) algorithms have revolutionized analysis and assessment of skills on a large scale (Tufail et al., 2023). ML algorithms use clustered data to discover patterns, correlations, and predictive models related to the acquisition, use, and demand of skills. Several ML techniques are typically used to analyze and provide an overview of the most required skills, analyze new skills and job roles, and assist policy makers, educators, and employers in strategic decision making. These techniques include, but are not limited to: Algebraic Models like Latent Semantic Analysis, Probabilistic Models like Latent Dirichlet Allocation, and Neural Models like BERTopic (ElSharkawy et al., 2022; Varavallo et al., 2023). Skills are crucial for the development of human capital, competitiveness, and the achievement of economic prosperity.

ISCO-08 and ESCO provide comprehensive frameworks for the classification and categorization of skills, while the algorithms of Machine learning provide powerful tools for analysis, prediction, and harnessing the dynamics of skills within the evolving landscape of work and learning (Nikolaev, 2023) By maximizing the combined effectiveness and utilizing complementary strengths between skill taxonomies and ML techniques, stakeholders can promote inclusive growth, talent development, and innovation across global economies. Continuous research, collaboration, and investment in skill analytics and ML-driven insights are key to address the challenges and opportunities presented by rapid technological advances, demographic changes, and the evolving dynamics of the labor market (Djumaliev et al., 2018)

Moreover, in countries like Albania, in which occur undergoing transitions in their economic structures and experiencing challenges in integrating into global markets, skill analytics and machine learning-driven insights can play a crucial role in fostering innovation and competitiveness. By identifying emerging skill trends and areas of opportunity, stakeholders can guide strategic investments and policy interventions to drive economic diversification and sustainable development.

Literature Review

Topic modeling has recently emerged as a key tool in the field of Labor Market Intelligence, revolutionizing the process of finding and recruiting candidates (Abdelrazek et al., 2023). Labor Market Policy makers, eager to increase the efficiency of their employment efforts, have increasingly turned to these algorithms to distill large amounts of textual data into coherent information regarding what is happening in the country's labor market. This analytical approach goes beyond conventional keyword-based searches, providing recruiters with a nuanced understanding of the job requirements, qualifications of candidates, and industry trends. Outlining the semantic landscape of job postings, topic modeling empowers recruiters to identify salient topics, distinguish emerging skill sets, and align organizational needs with the candidates' skills. By discovering themes hidden within job advertisements, this analytical framework facilitates the identification of industry trends, competitive standards, and emerging skill requirements.

The proposal of Latent Semantic Analysis (LSA) was introduced by Deerwester et al. (1990). The objective of LSA is to represent the semantic content of words and documents in a high-dimensional space, enabling the analysis of relationships and similarities between them. It involves applying singular value decomposition (SVD) to a term-document matrix to capture the underlying latent semantic structure. This method enables tasks such as document similarity, information retrieval, and document classification by

mapping words and documents to a semantic space where their relationships can be quantified.

Latent Dirichlet Allocation (LDA) was first proposed by Blei et al. (2003). It is a probabilistic generative model used for topic modeling. LDA assumes that documents are probabilistic mixtures of topics, and topics are probability distributions over words.

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) was proposed by Devlin et al. (2019) from Google AI Language. It is a pre-training technique for natural language understanding based on transformers. BERT utilizes bidirectional training on large text corpora to generate deep contextualized word embeddings. Unlike traditional models that process words in isolation or in one direction, BERT captures the meaning of a word by considering its surrounding context from both directions in the text.

Figure 1. Presents the three algorithms in a chronological way, based on the year each of them was proposed.

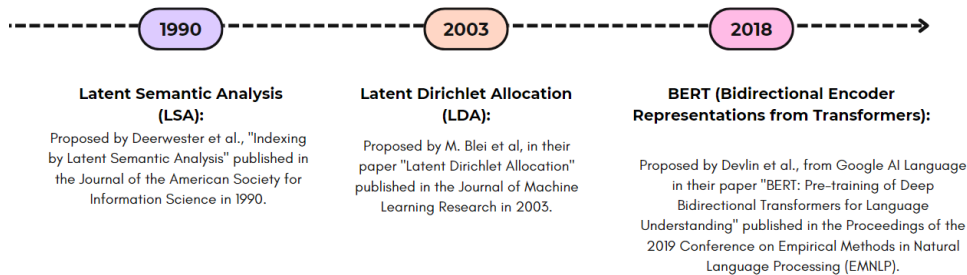


Figure 1. Timeline of the three algorithms
Source: Authors (2024)

Table 1 below provides a summary of the methodologies employed and the findings derived from publications by different authors in the related field, which were published within the last five years. The PRISMA technique, as outlined by Moher et al. (2010), is utilized to draw inferences from the papers included in the table. Initially, a comprehensive search was conducted for academic papers published between 2018 and 2023 that employed LSA, LDA, and BERTopic algorithms across several domains. Based on the initial search, a total of 50 publications was examined. Among these papers, only those that involved these three algorithms in the field of employability and the ones that used job market advertisements as dataset were thoroughly assessed. The resulting papers are listed in the table below.

Table 1. Literature Review

Authors (year)	Title of the paper	Findings
Jyldyz Djumalieva, Antonio Lima, and Cath Sleeman, (Djumalieva et al., 2018)	Classifying occupations according to their skill requirements in job advertisements	The authors propose a methodology for developing an occupational classification. The approach entails the utilization of Natural Language Processing techniques, including document clustering and distributed word representations, on internet job postings in the United Kingdom.
Francis G. Balazon, Albert A. Vinluan, and Shaneth C. Ambat (Balazon et al., 2018)	Job Matching Platform Using Latent Semantic Indexing and Location Mapping Algorithms	This research project presents algorithms that utilize latent semantic indexing and location mapping algorithms to suggest appropriate work opportunities to job seekers. The algorithms are based on the collection and analysis of information, while also allowing employers to find eligible applicants for specific positions. The Latent Semantic Indexing algorithm is utilized to extract and portray the contextual usage and meaning of words over a document list through the application of statistical computation. The location mapping module is linked to the input of employers/recruiters regarding the location of jobs. Similarly, job seekers' input regarding desired work places is linked to "geocodes". According to the findings and examination of the created job matching platform, it has the capability to identify comparable job opportunities from a search query, allowing employers to assess job seekers without requiring human involvement.
Branislava Cvijetic and Zaharije Radivojevic (Cvijetic & Radivojevic, 2020)	Application of machine learning in the process of classification of advertised jobs	Traditional machine learning algorithms, such as Multinomial Naive Bayes and Support Vector Machine, have been used by the authors in order to classify advertised positions in accordance with ISCO-08 data. This classification was performed on a dataset that contained many languages.
Anna Giabelli, Lorenzo Malandri, Fabio Mercorio, Mario Mezzanzanica, and Andrea Seveso (Giabelli et al., 2021)	NEO: A System for Identifying New Emerging Occupation from Job Ads	NEO is a tool that gives authors the opportunity to demonstrate how it can automatically enhance the European Occupation and Skill Taxonomy (ESCO) with terms that reflect new professions that are taken from millions of Online Job Advertisements (OJAs).

<p>Nina Golowko (Golowko, 2021)</p>	<p>The Improvement of Sustainable Employability Transfer in Higher Education Institutions Using Large Scale Data Bases and Machine Learning</p>	<p>This work presents and critically examines a proposed solution for enhancing the transfer of sustainable employability in higher education institutions. The proposed solution utilizes large-scale datasets and machine learning techniques. In the context of research on serious games, an AI software has been constructed and subsequently used to a corpus of theses, demonstrating an interdisciplinary approach. The underlying framework of this software is the Latent Dirichlet Allocation (LDA) topic model, which is employed for the purpose of categorizing extensive textual data and extracting themes from the dataset</p>
<p>Aiting Xu, Yuchen Wu, Feina Meng, Shengying Xu, and Yuhan Zhu (Xu et al., 2022)</p>	<p>Knowledge and skill set for big data professions: Analysis of recruitment information based on the Latent Dirichlet Allocation model</p>	<p>This study employed text mining, interviews, questionnaires, and LDA technique to examine the attributes and shortcomings of Chinese universities in the development of Big Data professionals, the expectations of enterprises regarding the professional competence of big data professionals, and the perceptions of students regarding the capabilities of big data professionals. Moreover, the present study employed the plan-action-inspection-action cycle theory to assess the talent development and quality management system of Big Data in China.</p>
<p>Ziqiao Ao, Gergely Horváth, Chunyuan Sheng, Yifan Song, and Yutong Sun (Ao et al., 2023)</p>	<p>Skill requirements in job advertisements: A comparison of skill-categorization methods based on wage regressions</p>	<p>The authors conducted a comparative analysis of the word-counting method using three distinct dictionaries, as well as three unsupervised topic-modeling algorithms, specifically LDA, PLSA, and BERTopic, on a dataset from a job board in the United Kingdom. The authors additionally suggested the utilization of the fraction of compensation variance accounted for by the retrieved abilities as an innovative performance criterion for comparing different techniques.</p>
<p>Giuseppe Varavallo, Giulia Scarpetti, and Filippo Barbera (Varavallo et al., 2023)</p>	<p>The moral economy of the great resignation</p>	<p>The objective of this study is to investigate the socio-psychological factors contributing to the Great Resignation and predict any future changes in individuals' perception of work in their lives. The BERTopic approach was employed to conduct a semantic analysis of 955 posts with high ratings from the r/antiwork subreddit. The purpose of this analysis was to examine identifiable subjects within the posts spanning from February 2020 to February 2022.</p>

Source: Authors (2024)

Analysis Between Main Topic Modelling Algorithms

Topic Modeling is a frequently used approach which discovers hidden patterns semantics portrayed by a given text and automatically identifies the themes that exist within it. It can be defined as a type of statistical modeling that uses unsupervised machine learning to analyze and identify clusters of similar words within a body of text (Abdelrazek et al., 2023). In the section below, all the steps that should be followed when applying Topic Modelling Algorithms are described. The aim is to familiarize with the underlying principles, assumptions, and implementation details of each algorithm, providing insights into their strengths, limitations, and suitability for analyzing soft skills in job vacancies.

Preprocessing of Data

During the data preprocessing phase, various steps are undertaken including normalization, tokenization, removal of punctuation and special characters, elimination of stop words, stemming, and the construction of a corpus. These main preprocessing steps can be described as follows:

- **Normalization:** Transforming the file into a uniform format by converting the characters to lowercase, removing punctuation, and eliminating unnecessary words.
- **Tokenization:** The given text is broken into sentences, which are further broken down into words or tokens. Usually, tokens are bounded in space by each other.
- Removing words that have less than 3 characters with no meaning, punctuation, and special characters (such as eliminating non-alphanumeric characters from the text).
- **Removal of stop words:** In this step, all common words that do not carry significant meaning are removed from the text, such as, conjunctions, pronouns, etc.
- **Stemming (Rooting):** The aim of this phase is to reduce words to their root or base form to capture variations of the same word. The root has semantic meaning, and this process helps in increasing the performance of the model.

Building the Corpus

At this stage, the selection of a method facilitates the extraction of themes and determines their relevance for different objectives. This paper concentrates on three prominent models within this domain: LDA, LSA, and BERTopic. Subsequently, the three methods are briefly described and their respective strengths and applications in topic modelling analysis are discussed.

- **LSA - Latent Semantic Analysis (LSA)** is a method in natural language processing that examines the connections between documents and the

vocabulary they encompass (Deerwester et al., 1990). LSA is mainly utilized for concept searching and automatic document classification. It is an unsupervised learning approach. There is a definite purpose to it, yet no tags are assigned. "Latent" itself means hidden. Therefore, it is necessary to hide or encapsulate data within itself (Balazon et al., 2018). Thus, LSA assumes that words with similar meaning appear in similar documents. This method is realized by building a matrix which contains the number of words for each document. Each row represents a separate word, and each column represents each document. Furthermore, a Singular Value Decomposition (SVD) is used to reduce the number of rows while maintaining the similarity structure between columns. SVD is a mathematical method that simplifies the data while preserving its special characteristics. In this technique, SVD is used to maintain relationships between columns and rows. The similarity between documents is determined by cosine similarity, where the cosines of the angles between the two vectors, which in this case represent the documents, are calculated.

- a) If the value approaches 1, it indicates that the documents share a high degree of similarity based on their contained words.
- b) If the value is close to 0, it suggests that the documents are highly dissimilar.

- **LDA** – Latent Dirichlet Allocation is a probabilistic model where the document contains hidden topics and each topic has a distribution of words (Blei et al., 2003). LDA represents topics with word probabilities. This unsupervised algorithm is the most widely used and assumes that each document is represented as a probabilistic distribution of hidden topics. In LDA, the distribution of topics in the document and the distribution of words in the topic are independent of each other (ElSharkawy et al., 2022). Therefore, the same words can appear with different frequencies in different topics, or the same topics can appear in different documents. This assumption is based on the probabilistic Bayesian model (Tufail et al., 2023).
- **BERTopic** – This is a neural model with the inclusion of transformers (Devlin et al., 2019). Models like LDA or NMF (Non-Negative Matrix Factorization) ignore the semantic connections that may exist between words. In response to this problem, new techniques have been developed, such as Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) (Sawant et al., 2022). These techniques have been used for classification or neural search engines and are also applied in Topic Modelling (Devlin et al., 2019). This framework was created by Google in 2018 and is open-source. BERT is based on the transformer, a "deep learning" model where each output element is connected to each input element, and the weights

of the connections are calculated and dynamically changed. The transformer processes the word in relation to all the other words in the sentence. This increases the capacity to understand the context of the word. This approach has led to significant advancements in various natural language processing tasks, such as question answering, sentiment analysis, and named entity recognition. BERT's pre-trained models are widely used and fine-tuned for specific downstream tasks, demonstrating state-of-the-art performance in many benchmarks (Zhang et al., 2019).

Model Evaluation

At this stage, statistics is generated to determine the best model. Various packages and libraries in different coding systems and program development environments provide functions and built-in methods that facilitate the extraction of these statistics (Xu et al., 2022). Once the statistics are calculated, additional techniques such as cross-validation or hyperparameter tuning may be employed to further assess and optimize the performance of the models. There are several measures that can be employed to assess the performance and effectiveness of each algorithm, even though different methods perform better in specific situations. Various evaluation metrics can be categorized into different dimensions, including measures of quality, interpretability, stability, diversity, efficiency, and flexibility, thus providing comprehensive insights into the performance of models across multiple aspects.

- Perplexity: This is commonly used in LDA and measures how well the model predicts a held-out set of documents. Lower perplexity values indicate better performance (Abdelrazek et al., 2023).
- Coherence Score: This measure assesses the interpretability of topics generated by the model. Higher coherence scores suggest more coherent and semantically meaningful topics. It is commonly used in topic modeling algorithms, such as Latent Dirichlet Allocation (LDA) and Latent Semantic Analysis (LSA) (Kherwa & Bansal, 2018).
- Semantic Similarity: This is particularly relevant for BERT. Semantic similarity metrics, such as cosine similarity or Euclidean distance, can be used to evaluate the similarity between documents or sentences. Higher similarity scores indicate better semantic representation (Alcoforado et al., 2022).
- Reconstruction Error: In LSA, reconstruction error measures the difference between the original input data and the data reconstructed by the model. Lower reconstruction error values signify better reconstruction accuracy (Kherwa & Bansal, 2018).
- Classification Accuracy: In supervised tasks, such as document classification, accuracy metrics can be used to evaluate the model's

performance in correctly classifying documents into predefined categories. Classification accuracy is commonly used in algorithms, such as support vector machines (SVM), decision trees, random forests, neural networks, and other supervised learning models. It is not directly applicable to unsupervised algorithms like Latent Dirichlet Allocation (LDA) and Latent Semantic Analysis (LSA), which do not involve explicit classification tasks. However, in some cases, LDA topics can be used as features for classification tasks, and in such scenarios, classification accuracy could be applied (Abdelrazek et al., 2023).

- Word Embedding Evaluation: For BERT, LSA, and similar models, word embedding evaluation techniques, such as word analogy tasks or word similarity tasks, can assess the quality of word representations learned by the model (Zhang et al., 2019).

These measures provide insights into different aspects of the model's performance, including its ability to generate coherent topics, capture semantic relationships, and accurately represent the underlying data distribution. There has been significant development in the discussion of performance evaluation measures and the exploration of their pros and cons within the context of algorithms such as LSA, LDA, and BERT (Koehn & Knowles, 2017).

A. Comparative Review of Three Algorithms

In this section, authors aim to provide a comprehensive review of the advantages and disadvantages associated with the application of these methods in analyzing soft skills within job vacancies. By examining the strengths and limitations of each approach, this study seeks to offer insights into the effectiveness and suitability of these methods to extract and understand soft skills requirements in job postings.

Advantages and Disadvantages

Latent Dirichlet Allocation (LDA), Latent Semantic Analysis (LSA), and BERTopic are the most widely used algorithms in natural language processing (NLP) (Mankolli & Bushati, 2023) for topic modeling and document analysis. Despite sharing the common goal of discovering latent structures within textual data, they use different techniques and assumptions. In this comparative analysis, authors explore the operation of each, highlighting their strengths and weaknesses to determine which algorithm might be best suited for the specific task, such as analyzing soft skills from a dataset containing job vacancies. Generally, the advantages and disadvantages of the three algorithms are highlighted in the table below (Tufail et al., 2023; Kalepalli et al., 2020)

Table 2. Advantages and Disadvantages of LDA, LSA, and BERTopic

Algorithm	Advantages	Disadvantages
LSA (1990)	<ul style="list-style-type: none"> - It's intuitive - Can be applied to both short and long documents - Through the V matrix, topics are open to human interpretation - pLSA is more performant, compared to LSA 	<ul style="list-style-type: none"> -The Document-Term matrix ignores the semantic representation of words and treats similar words as different elements of the matrix. -Preprocessing techniques can be helpful, but only to some extent. For example, "Albania" and "Albanian" would be considered similar, but not "money" and "cash". - LSA requires an extended preprocessing stage to obtain meaningful representations from textual inputs. - The number of topics must be known in advance
LDA (2003)	<ul style="list-style-type: none"> -Coherence between topics is found, and hyperparameter tune is applied - Number of topics generated is easily interpretable - There is mixed membership of data where one document can contain different topics - Coherence and perplexity is better in LDA than in LSA - Data can be analyzed by using R, and it does not require Python programming language. 	<ul style="list-style-type: none"> - Assumptions must be detailed beforehand. Care must be taken when determining hyperparameter tuning - Output may show overlap of topics, since that same topic may be part of different documents - Number of topics needs to be pre-defined - Reliability and validity are not automatically assured
BERTopic (2019)	<ul style="list-style-type: none"> -The generated model is more stable - Multi-lingual analysis is supported -Number of topics is automatically generated and not pre-defined as in LDA - No pre-processing of the original data is needed because embeddings are used - Requires Python programming language from the data scientist 	<ul style="list-style-type: none"> -Requires inspection of each generated topic as the embedding process can produce too many topics. - Many outliers are generated - It is not possible to generate objective evaluation metrics.

Source: Authors (2024)

A major difference between LDA and LSA lies in their interpretability. Both LDA and BERTopic produce a clear topic distribution for each document (in this case, for each job vacancy), enabling users to understand the thematic composition of textual data. On the other hand, LSA lacks a clear notion of topics and may not provide intuitive insight into the underlying structure of documents. However, LSA's ability to capture semantic similarities between words and documents makes it valuable for tasks, such as document clustering and query expansion (Koehn & Knowles, 2017)

When compared to LDA and LSA, BERTopic is distinguished by the fact that it offers continuous topic modeling as opposed to discrete topic modeling (Alcoforado et al., 2022). As a result of the stochastic character of the model, findings that are obtained through repeated modeling are varied. After the model has been computed, it is able to retrieve the most significant subjects. In addition, Topic 0, with a count of -1, will always be considered outliers and should not be taken into consideration any further. Also, BERTopic have the ability to search for a keyword and receive the topics that are the most significant based on the similarity score between them. Additionally, it is possible to examine specific subjects depending on the keywords they include. In the end, BERTopic provides an interactive inter-topic distance map for the purpose of evaluating individual topics (Sawant et al., 2022) . This is done in order to improve the analysis of the potentially vast diversity of topics.

In terms of scalability, LDA tends to perform better with large corpora due to its parallelizable nature and efficient inference algorithms. LSA, based on SVD, can encounter computational challenges when dealing with massive data sets or when trying to process in real time. On the other hand, transformer-based language models used by BERTopic enables the creation of topic representations that are more accurate and coherent (Zhang et al., 2019). These representations are based on the semantic similarity of words and phrases. These results improve subject coherence and diversity, particularly when dealing with documents that span multiple domains and are relatively brief.

Comparison in Analysing Employability Soft Skills

When applied to analyze employability soft skills, the ability of LDA and BERTopic to detect topics within job descriptions can help recruiters and job seekers quickly identify key topics or areas of interest required for specific roles (Ao et al., 2023). By aggregating job postings based on their thematic distributions, LDA and BERTopic can help organize and categorize job listings, making it easier to navigate through a large volume of job vacancies (Golowko, 2021).

When considering the effectiveness between these three algorithms, the choice depends on the specific objectives of the NLP (Natural Language

Processing) task (Tufail et al., 2023). If the goal is to analyze and interpret soft skills captured in a dataset of job vacancies, a task that requires interpretable topic modeling and nuanced understanding of document topics, LDA and BERTopic provide a more appropriate framework (ElSharkawy et al., 2022). Conversely, LSA excels in applications focused on semantic analysis, document similarity, and information retrieval, where the emphasis is on capturing semantic relationships between words and documents (Deerwester et al., 1990). As such, because LSA's focus is on capturing semantic relationships between words and documents, it can help match job descriptions with candidate CVs and would be used to identify relevant CVs by measuring the similarity between the job description and candidate profiles based on their semantic representations.

In conclusion, while these three algorithms provide valuable insights into textual data, their divergent approaches and capabilities meet different analytical needs at different times.

Also, the choice between LSA, LDA, and BERTopic depends on the specific requirements of the NLP task at hand, with neither algorithm universally superior, but rather complementing each other in the broader landscape of text analysis and understanding. In recent times, there has been a growing emphasis on big data and the availability of work opportunities on online job portals. As a result, academics are increasingly using LDA and BERTopic, which are advanced Natural Language Processing algorithms, to make valuable contributions to the subject of employability skills. Conversely, this will produce a more accurate and interpretable output (Tufail et al., 2023)

Applicability in the Albanian Job Market Review of Literature

In recent years, researchers and labor market specialists in Albania have launched numerous initiatives to study employability trends and address the needs of the labor market. Additionally, public employment institutions in Albania have implemented various policies, programs, and projects aimed at enhancing youth employability (Minister of State for Youth and Children in Albania, 2022). The studies presented in the same period as the other international studies were selected to maintain consistency in applications of the methods.

An extensive literature review was conducted to analyze the different factors and reasons behind youth unemployment (Fejzulla, 2021). Additionally, the paper aimed to analyze the vocational education and training system in Albania through statistical analysis. Moreover, this article proposes a discussion on strategies to enhance youth employment by identifying the specific skills demanded by the private sector labor market and exploring ways to enhance them through vocational education and training.

The study of Kraja and Boriçi (2021) aimed to identify the impact of hard skills and soft skills on employability. In this paper, a questionnaire was administered to different employers, both private and state employers in Albania, and analyses were performed not through the use of topic modelling algorithms, but through statistical processing.

Another approach presented by Shehu and Stringa (2024) aimed to emphasize the present national policies and programs aimed at fostering youth employment, as well as initiatives for training and coaching programs for unskilled young individuals. The paper highlighted the effects of national measures on guiding jobseekers toward improving their employability skills and analyzing effects on reducing unemployment and migration rates in Albania. However, this paper was solely theoretical and did not provide any further analysis using statistics or machine learning algorithms.

Moreover, Fetahu and Lekli (2023) conducted a study with the objective of providing an extensive viewpoint on the field of entrepreneurship in Elbasan. Their research aimed to enhance comprehension of particular skills and training requirements for jobseekers in this domain. The study included a comprehensive analysis of the data obtained from a thorough and well-designed questionnaire, which was administered to a sample of 39 companies across 5 important sectors. In this paper, analysis was not conducted through machine learning algorithms.

The techniques of NLP to forecast the likelihood of a candidate's success in a job vacancy were applied by Mankolli and Bushati (2023). The dataset used in this article includes 648 curriculum vitae of jobseekers. To forecast the likelihood of a job posting being successful, the researchers applied the XGBoost Classifier model, which is a form of gradient-boosting decision trees commonly used in Supervised Learning methods. The primary finding of the paper indicates that employing NLP approaches to analyze text and speech data improves the ability to distinguish between candidates and further enhances the accuracy of predicting job success.

In reference to the article of Çano and Lamaj (2024), the scarcity of text corpora for low-resource languages like Albanian poses a significant challenge for natural language processing research. However, the introduction of AlbNews, comprising 600 topically labeled news headlines and 2600 unlabeled ones in Albanian, offers a valuable resource for conducting topic modeling research. This dataset can be freely utilized to explore various natural language processing tasks. Initial classification scores of traditional machine learning classifiers trained with AlbNews samples are reported in the article. Interestingly, the results indicate that basic models outperform ensemble learning methods, thus establishing a baseline for future experiments in this domain.

Overall, it can be concluded that there are many initiatives to analyze employability skills in Albania. Nonetheless, Mankolli and Bushati (2023) employ Topic Modelling techniques, which are the main algorithms of the Unsupervised Machine Learning used when dealing with Natural Language Processing Data (NLP).

Challenges of Using LSA, LDA, and BERT in Albanian Language

Despite the initiatives to analyze employability skills in Albania, the utilization of advanced topic modeling algorithms like LSA, LDA, and BERT in Albanian language poses several challenges. While these algorithms hold promise for extracting insights from Albanian text data, addressing these challenges will be crucial for their effective application in understanding and addressing employability trends in the region.

Below, several potential challenges encountered when employing these methodologies (Koehn & Knowles, 2017) in the analysis of Albanian text are outlined:

Lack of Training Data: One of the primary challenges is the scarcity of annotated training data in Albanian language. Building robust models like LSA, LDA, and BERT requires large amounts of labeled data, which may be limited for Albanian

Language Complexity: Albanian language exhibits its own linguistic complexities, including morphology, syntax, and semantics, which may pose challenges for models trained on languages with different linguistic structures.

Model Adaptation: Pre-trained models like BERT are typically trained on large corpora of English text. Adapting these models to Albanian language may require extensive fine-tuning on Albanian-specific data, which can be resource-intensive and time-consuming. Packages like SentiBert and KeyBERTInspired will be incorporated in order to provide better extraction feature and fine-tuning process. When using LDA algorithm for the hyperparameter tuning, attention should be given to the adjustment of the Number of Topics (K), Dirichlet hyperparameter alpha: Document-Topic Density and the Dirichlet hyperparameter beta: Word-Topic Density, accordingly. Since the Albanian Language is complex, it is expected that the accuracy and reliability of the results will be affected. For this reason, the approach of translating the dataset into English language is also considered, aiming to obtain more accurate results.

Domain Specificity: Employability skills and job vacancies in Albania may have specific linguistic nuances and terminologies that differ from those in English or other languages. Adapting topic modeling algorithms to capture these nuances accurately can be challenging.

Evaluation and Validation: Assessing the performance of LSA, LDA, and BERT models in the context of Albanian language may require

developing custom evaluation metrics and validation procedures tailored to the characteristics of Albanian text data. As a first approach, using different accuracy measures will enable a more accurate overview of the complexity of the Albanian language and the performance of the proposed methods. Some of the measures include visualization of inter-topic distance map and calculation of the coherence score in order to evaluate and validate the model. When applying LDA algorithm, an important measure to consider is the perplexity score based on the performance and accuracy of the model.

As an Indo-European Language, Albanian language differs from many other languages. Therefore, it may be considered as a Low Resource Language, which is difficult to analyze through Natural Language Processing techniques. When applying LDA and BERTopic algorithms with data in Albanian Language, especially in the pre-processing phase, the aim is to apply packages that focus on sentiment analysis and the narrative morphology of the text, enabling the study of emotional and thematic structures. If the outcome of using these packages in Albanian language data is not satisfactory, then consideration will be given to translating web-scraped data into English language, in order to provide better outcomes and more interpretable analysis regarding employability soft skills.

This research paper will be followed by a study which will apply LDA and BERTopic algorithms in a dataset with job vacancies published in Albanian companies or institutions job portals. The data are gathered using web scraping, and the pre-processing and cleaning process will follow before the data analysis and accuracy of the methods applied. However, one challenge is the application of the methods in situations where the Albanian language is used for job posting and no translating option is offered by the webpage. In these cases, possible applications in non-English language are reviewed and their efficiency is monitored.

Employability soft skill in Albania is a new field of study due to recent developments that have affected the labor market and new professions that have appeared in recent years, not only in Albania but internationally. These professions that have been embraced by the labor market require adaptation and clarity in the description of the work and tasks that professionals in the fields must cover. Therefore, analyzing soft skills employability in a small country like Albania, faced with many new professions in the last years and ongoing improvements in online job posting tools, poses multifaceted challenges. There is also a limited historical amount of data on soft skills demand that affects the assessment and match of skills to their corresponding job roles. Human Resources teams within companies or large public institutions must navigate into the dynamics of soft skills job market, ensuring that the skills align with the rapid change of recruitment needs and technological advancements. Development of comprehensive competency

frameworks and standardization of evaluation methods becomes crucial for recruitment agencies in Albania. Therefore, this ongoing study, which will use real data obtained from the webpage of companies or institutions through webscraping, will enable the creation of a general overview of soft skills employability topic modeling that can be used by employment institutions in Albania. The output will support the revision of the National Employment and Skills Strategy, as well as other national initiatives for skills development that will be undertaken by the government of Albania in the future.

Conclusion

This paper aimed to compare Topic Modelling Algorithms, which can be used to analyze employability soft skills – a consideration crucial for every country when formulating their Labor Market Policies as it helps to increase the efficiency of recruitment and selection of candidates. There are three main topic modelling algorithms that can be used in these types of analyses, which produce accurate and interpretable information about employability soft skills. Each of these algorithms clearly presents challenges in the process of analyzing soft skills data. Although LSA (Latent Semantic Analysis) models are simple, they lack a strong statistical basis and do not define a proper model. However, they are relatively efficient.

Models created through LDA (Latent Dirichlet Allocation) are intuitive and improvable. They define a generative process related to the documents and attempt to determine the topics. Parameters in probabilistic models tend to be more understandable and easily interpretable. In other words, if the generated results is interpreted easily, more model errors can be easily found.

Neural models, like BERTopic, are quite flexible, but the parameters can have minor problems in interpretation. It is usually difficult to investigate why the model works or not. BERT is a better model because it takes into account the context in which the word is located and considers words that are similar to generate topics, unlike LSA and LDA.

The utilization of these methodologies in analyzing soft skills within the Albanian language job market presents both opportunities and challenges. While these methods offer powerful tools for extracting insights from text data, their application in the context of Albanian language text presents challenges, such as the scarcity of annotated data, linguistic complexities, and the need for model adaptation. However, the potential benefits of employing these methodologies, including enhanced understanding of employability trends and improved decision-making in workforce development, make overcoming these challenges worthwhile.

Moving forward, the next step in this article involves the extraction of information from web sources, such as job vacancy postings on online

portals in Albania. Web scraping will be used to extract information from companies or institutions webpage and the cleaning process will purposefully increase the quality and chances of applying the methodologies to Albanian data. Additionally, efforts will be made to modify these methodologies to better support the Albanian lexicon, including fine-tuning models on Albanian-specific data and developing custom evaluation metrics. Furthermore, exploring translation methods that enable the direct use of these methodologies in popular software like R, Python, and other open-source tools will be pursued to facilitate wider adoption and accessibility. These advancements aim to enhance the applicability and effectiveness of text analysis techniques in supporting labor market research and policy development efforts in Albania.

Conflicts of Interests: The authors declare that they have no competing financial, professional, or personal interests that could have influenced the conduct or reporting of this research.

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

Funding: The research reported in this article was conducted without external funding.

Author Contributions

Milena Shehu conceptualized the study and drafted the initial manuscript. Shehu and Eralda Gjika contributed to the methodology design. Shehu conducted data collection and analysis, while Gjika provided supervision. All authors reviewed and edited the manuscript.

References:

1. Abdelrazek, A., Eid, Y., Gawish, E., Medhat, W., & Hassan, A. (2023). Topic modeling algorithms and applications: A survey. *Information Systems*, 112, 102131. <https://doi.org/10.1016/j.is.2022.102131>
2. Alcoforado, A., Ferraz, T. P., Gerber, R., Bustos, E., Oliveira, A. S., Veloso, B. M., Siqueira, F. L., & Costa, A. H. R. (2022). ZeroBERTo: Leveraging Zero-Shot Text Classification by Topic Modeling (pp. 125–136). https://doi.org/10.1007/978-3-030-98305-5_12
3. Ao, Z., Horváth, G., Sheng, C., Song, Y., & Sun, Y. (2023). Skill requirements in job advertisements: A comparison of skill-categorization methods based on wage regressions. *Information Processing & Management*, 60(2), 103185. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2022.103185>

4. Balazon, F. G., Vinluan, A. A., & Ambat, S. C. (2018). Job Matching Platform Using Latent Semantic Indexing and Location Mapping Algorithms. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 6(4). www.apjmr.com
5. Blei, D. M., Ng, A. Y., & Edu, J. B. (2003). Latent Dirichlet Allocation Michael I. Jordan. In *Journal of Machine Learning Research* (Vol. 3).
6. Boriçi Kraja, Y. & Albana Begani Boriçi, A. (2021). Enhancing employability skills valued by employers-Case of Albania. *Academic Journal of Business*, 7(3). www.iipcccl.org
7. Çano, E. & Lamaj, D. (2024). AlbNews: A Corpus of Headlines for Topic Modeling in Albanian. <http://arxiv.org/abs/2402.04028>
8. Chiarello, F., Fantoni, G., Hogarth, T., Giordano, V., Baltina, L., & Spada, I. (2021). Towards ESCO 4.0 – Is the European classification of skills in line with Industry 4.0? A text mining approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121177. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121177>
9. Cvijetic, B. & Radivojevic, Z. (2020). Application of machine learning in the process of classification of advertised jobs. *IJECC - INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTING*, 4(2). <https://doi.org/10.7251/IJECC2002093C>
10. Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990a). Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(6), 391–407. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199009\)41:6<391::AID-ASII>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199009)41:6<391::AID-ASII>3.0.CO;2-9)
11. Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990b). Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 41(6), 391–407. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199009\)41:6<391::AID-ASII>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199009)41:6<391::AID-ASII>3.0.CO;2-9)
12. Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *Proceedings of the 2019 Conference of the North*, 4171–4186. <https://doi.org/10.18653/v1/N19-1423>
13. Djumaliev, J., Lima, A., & Sleeman, C. (2018). Classifying Occupations According to Their Skill Requirements in Job Advertisements. www.escoe.ac.uk.
14. ElSharkawy, G., Helmy, Y., & Yehia, E. (2022). Employability Prediction of Information Technology Graduates using Machine Learning Algorithms. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(10). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0131043>

15. Fejzulla, P. E. (2021). Increasing Youth Employability in Albania by Enhancing Skills through Vocational Education. *European Journal of Economics and Business Studies*, 7(2), 12. <https://doi.org/10.26417/6851ur76k>
16. Fetahu, E. & Lekli, L. (2023). Developing Soft Skills, the Intangible Qualities Empowering Competitiveness and Success in the Labor Market, Case Study, Elbasan, Albania. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 20, 965–976. <https://doi.org/10.37394/23207.2023.20.89>
17. Giabelli, A., Malandri, L., Mercorio, F., Mezzanzanica, M., & Seveso, A. (2021). NEO: A System for Identifying New Emerging Occupation from Job Ads. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(18), 16035–16037. <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i18.18004>
18. Golowko, N. (2021). The Improvement of Sustainable Employability Transfer in Higher Education Institutions Using Large Scale Data Bases and Machine Learning (pp. 165–185). https://doi.org/10.1007/978-3-658-33997-5_6
19. Kherwa, P. & Bansal, P. (2018). Topic Modeling: A Comprehensive Review. *ICST Transactions on Scalable Information Systems*, 0(0), 159623. <https://doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.159623>
20. Koehn, P. & Knowles, R. (2017). Six Challenges for Neural Machine Translation. *Proceedings of the First Workshop on Neural Machine Translation*, 28–39. <https://doi.org/10.18653/v1/W17-3204>
21. Mankolli, E. & Bushati, S. (2023). Candidate Engagement Success Prediction Using Machine Learning and Natural Language Processing Techniques. *2023 24th International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, 431–435. <https://doi.org/10.1109/CSCS59211.2023.00074>
22. Minister of State for Youth and Children in Albania (2022). *National Youth Strategy and Action Plan 2022-2029*.
23. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
24. Nikolaev, I. (2023). An intelligent method for generating a list of job profile requirements based on neural network language models using ESCO taxonomy and online job corpus. *Business Informatics*, 17(2), 71–84. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2023.2.71.84>
25. Sawant, S., Yu, J., Pandya, K., Ngan, C.-K., & Bardeli, R. (2022). An Enhanced BERTopic Framework and Algorithm for Improving Topic Coherence and Diversity. *2022 IEEE 24th Int Conf on High*

- Performance Computing & Communications; 8th Int Conf on Data Science & Systems; 20th Int Conf on Smart City; 8th Int Conf on Dependability in Sensor, Cloud & Big Data Systems & Application (HPCC/DSS/SmartCity/DependSys), 2251–2257.
<https://doi.org/10.1109/HPCC-DSS-SmartCity-DependSys57074.2022.00332>
26. Shehu Milena & Stringa Areti (2024). National measures undertaken to improve youth employability and further develop employability skills in Albania. CIDE Conference 14-21. <https://upg-elearning.ro/cide23/about-the-conference/conference-proceedings/>
27. Tijdens Kea (2019). Measuring job tasks by ISCO-08 occupational group.
28. Tufail, S., Riggs, H., Tariq, M., & Sarwat, A. I. (2023). Advancements and Challenges in Machine Learning: A Comprehensive Review of Models, Libraries, Applications, and Algorithms. *Electronics*, 12(8), 1789. <https://doi.org/10.3390/electronics12081789>
29. Varavallo, G., Scarpetti, G., & Barbera, F. (2023). The moral economy of the great resignation. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 587. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02087-x>
30. Xu, A., Wu, Y., Meng, F., Xu, S., & Zhu, Y. (2022). Knowledge and Skill Sets for Big Data Professions: Analysis of Recruitment Information Based on The Latent Dirichlet Allocation Model. *Www.Amfiteatruconomic.Ro*, 24(60), 464. <https://doi.org/10.24818/EA/2022/60/464>
31. Zhang, T., Kishore, V., Wu, F., Weinberger, K. Q., & Artzi, Y. (2019). BERTScore: Evaluating Text Generation with BERT. <http://arxiv.org/abs/1904.09675>

Characterization of Mycosporine-like Amino Acids in Chlorophyll f Producing Cyanobacteria from Shaded Niches

Mamadou Chetima Maina Boukar

Université de Diffa, Faculté des Sciences de l'Environnement, Niger
School of Life Sciences, Hubei Key Laboratory of Genetic Regulation and Integrative Biology, Central China Normal University, Wuhan, P.R. China

Moussa Diagara Saley

Université Abdou Moumouni de Niamey,
Faculté des Sciences et Techniques, Niamey, Niger

Mai Moussa Chetima Bagana

Université de Diffa, Institut Supérieur en Environnement et Ecologie, Niger

Kai Wang

Zhong-Chun Zhang

Bao-Sheng Qiu

School of Life Sciences, Hubei Key Laboratory of Genetic Regulation and Integrative Biology, Central China Normal University, Wuhan, P.R. China

Mahamane Ali

Université de Diffa, Faculté des Sciences de l'Environnement, Diffa, Niger
Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p52](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p52)

Submitted: 16 October 2023

Accepted: 27 March 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Maina Boukar M.C., Saley M.D., Chetima Bagana M.M., Wang K., Zhang Z.C., Qiu B.S. & Ali M. (2024). *Characterization of Mycosporine-like Amino Acids in Chlorophyll f Producing Cyanobacteria from Shaded Niches*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 52.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p52>

Abstract

Cyanobacteria are the oldest photoautotrophic prokaryotes that can perform plant-like oxygenic photosynthesis. The obligate requirement of sunlight for photosynthesis inevitably exposes cyanobacteria to UV radiation. Mycosporine-like amino acids (MAAs) played necessary roles in protecting cyanobacteria from UV radiation and were frequently reported in cyanobacteria exposed to high light radiation. Here, the MAA production was

tried in the chlorophyll *f*-producing cyanobacterial strains isolated from the shaded environments. Four *Chroococcidiopsis* strains were finally induced to produce MAAs under 0.15 W·m⁻² of UV-B exposure, and the MAA contents increased along with the prolonged UV-B treatments in these four *Chroococcidiopsis* strains. After separation by HPLC system, one MAA type was detected at similar retention times in the methanol extracts of *Chroococcidiopsis* strains, and all the MAA compounds showed in-line absorption at 310 nm and mass spectra 246 m/z. The absorption spectra and mass spectra matched well the characteristics of the simplest MAA mycosporine-glycine. *Chroococcidiopsis* had the simplest MAA gene clusters for mycosporine-glycine. MAAs could also be produced in the cyanobacteria even distributed in the light-deficient niches. These results suggested other roles of MAAs in addition to UV-B protection in the special cyanobacteria from shaded environments.

Keywords: *Chroococcidiopsis*; cyanobacteria; mycosporine-like amino acids; mycosporine-glycine; ultraviolet B

Introduction

Cyanobacteria are a group of photosynthetic oxygen prokaryotes found in variety of habitats ranging from freshwater to oceans, soil, bare rocks, deserts, and lakes (Whitton and Potts, 2000; Vincent, 2009). Chlorophylls (Chls) play important roles in light harvesting, energy transfer, and electron-transfer processes in oxygenic photosynthesis. To date five types have been found such as Chl *a*, *b*, *c*, *d*, and *f* in oxygenic photosynthetic organisms. Chl *d* and Chl *f* were the red-shifted Chls, which absorb longer wavelengths into far-red light in comparison to other Chls (Chen et al., 2012; Li and Chen, 2015). Both Chl *d* and Chl *f* were just produced in certain cyanobacteria, which are distributed in far-red light replete and visible light-deficient niches (Zhang et al., 2019). Although Mycosporine-like amino acids (MAAs) have been reported in diverse cyanobacteria from marine and terrestrial environments to counteract UV damage (Jain et al., 2017; Shick and Dunlap, 2002; Chrapusta et al., 2017), the synthesis of MAAs is not reported in the Chl *d* and Chl *f*-producing cyanobacteria yet, which preferentially habited the shaded environments. In the following study, we report the characterization of MAAs in Chl *f*-producing cyanobacteria isolated from shaded environments (Zhang et al., 2019).

Materials And Methods

Materials and culture conditions

Four Chl *f*-producing cyanobacterial strains were recently reported from the current laboratory (Zhang et al., 2019). They were originally isolated

from various shaded habitats of mosses on arid and humid limestones, macrophytes and freshwater in the forest ecosystems (Table 1; Zhang et al., 2019). They were cultured in 500 mL glass flasks containing 200 mL of BG11 medium at 25 °C. The white light was provided with white fluorescent lamps (PAR, 400-700 nm) at an intensity of 30 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$. After growth for 14 days, samples were illuminated by fluorescent UVB lamps (TL 40W/12 RS; Philips, Germany) in addition to white light of 30 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ PAR. Finally, the 0.15 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ of UVB radiation was provided. After one week of treatment for UVB radiation, samples were collected and frozen in liquid nitrogen and kept at -80 °C for MAA characterization.

Table 1. The chlorophyll *f*-producing cyanobacterial strains and habitats (Zhang et al, 2019)

Taxonomy	Niches	Locations
<i>Chroococidiopsis</i> sp. CCNUC1	<i>Haplocladium angustifolium</i> (Hampe & Müll. Hal.) Broth. on the arid limestone	CCNU
	<i>Haplocladium angustifolium</i> (Hampe & Müll. Hal.) Broth. on the arid limestone	CCNU
	<i>Entodon challengerii</i> (Paris) Cardot on the humid limestone	CCNU
	<i>Vallisneria natans</i> (Lour.) Hara in the pond	WBG
	<i>Vallisneria natans</i> (Lour.) Hara in the pond	WBG
	<i>Cabomba caroliniana</i> A. Gray (cabomba) in the pond	WBG
<i>Chroococidiopsis</i> sp. CCNUC2	<i>Haplocladium angustifolium</i> (Hampe & Müll. Hal.) Broth. on the arid limestone	CCNU
	<i>Hyophila involute</i> (Hook.) A. Jaeger on the arid limestone	CCNU
<i>Chroococidiopsis</i> sp. CCNUC3	<i>Bryerythrophyllum gymnostomum</i> (Broth.) P. C. Chen on the humid limestone	MTSA
	<i>Cabomba caroliniana</i> A. Gray (cabomba) in the pond	WBG

CCNU, Central China Normal University; MTSA, Mulan Tianchi Scenic Area; and WBG, Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences.

Microscopic observation

The morphological images of cyanobacteria were captured directly under the bright field observation on a laser scanning confocal microscope (LSM710, Carl Zeiss Microscopy, Germany) coupled with Zen 2 software (Carl Zeiss Microscopy).

Chlorophyll fluorescence measurements

Samples were placed into open Petri dishes and exposed to UV-B at intensity 0.15 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ with 30 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ PAR up to 36 h at 25°C. The maximal PSII photochemical efficiency (Fv/Fm) was determined by a Plant Efficiency Analyser (PEA, Hansatech Instruments Ltd, King's Lynn and

Norfolk, UK). All samples were dark-adapted for 10 min before measurements.

MAA extraction, induction, and characterization

Cyanobacteria culture were exposed to UV-B treatments at intensity of $0.15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ for 6h, 24h and 48 h, respectively. At each time point, samples were immediately collected and centrifuged at 6000 rpm for 5 min. The cyanobacterial pellets were mixed with methanol at 4°C overnight in a refrigerator to extract MAAs. The extracts were then centrifuged at 6000 rpm for 5 min. After centrifugation, supernatant was transferred in a new tube and scanned to detect MAA induction by spectroscopic analysis between 300-800 nm using a UV/Vis spectrophotometer (UV-2700, Shimadzu).

MAAs were extracted and characterized by LC-MS (Agilent technologies 6540 UHD Accurate-Mass Q-TOF). The MAAs were detected at 310 nm after separation by $1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ of binary gradient elution of mobile A (methanol) and mobile B (water) (0-7 min, 1%-20% mobile A; 7-9 min, 20%-50% mobile A; 9-17 min, 50%-80% mobile A; 17-22 min, 80% mobile A). The electrospray interface (ESI) source and positive mode was used for the mass spectrometer.

Results

Morphologies of *Chroococidiopsis* strains

All the four Chl *f*-producing cyanobacteria of *Chroococidiopsis* strains showed most aggregates with more than two cells in the liquid culture under white light conditions (Fig. 1). Amongst them, it seemed that the aggregates were formed with the least cells in *Chroococidiopsis* sp. CCNUM1 culture (Fig. 1).

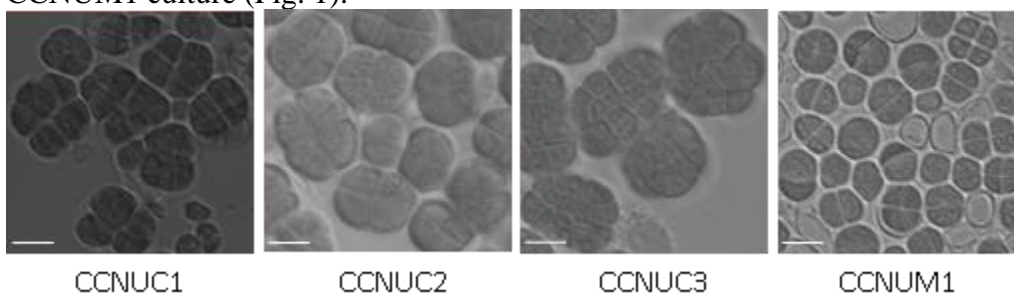


Fig.1. Morphologies of *Chroococidiopsis* strains from white light cultures. CCNUC1, CCNUC2, CCNUC3 and CCNUM1 were abbreviated for *Chroococidiopsis* sp. CCNUC1, *Chroococidiopsis* sp. CCNUC2, *Chroococidiopsis* sp. CCNUC3 and *Chroococidiopsis* sp. CCNUM1, respectively. Scale bar represented 5 μm .

UV-B tolerance assays

The Fv/Fm significantly decreased in the four cyanobacterial strains during UVB treatments (Fig. 2). *Chroococcidiopsis* CCNUM1 was most sensitive to UV-B radiation whereas *Chroococcidiopsis* CCNUC3 was most tolerant to UV-B. The decrease of Fv/Fm indicated negative effects of UV-B in *Chroococcidiopsis* strains.

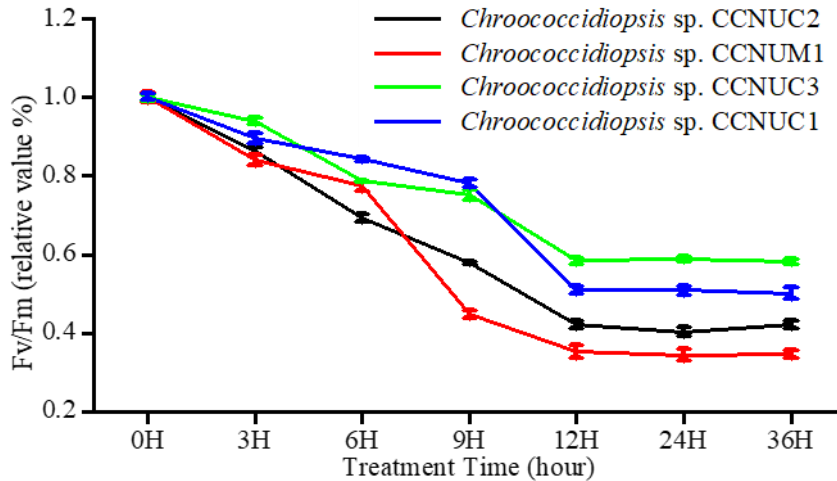


Fig.2. Photosynthetic tolerance of *Chroococcidiopsis* strains after UV-B treatments at $0.15W \cdot m^{-2}$ for several hours (H). There are three replicates for each treatment.

MAA Induction

The absorption spectra at the range of 200 to 800 nm were recorded for the methanolic extracts from cyanobacteria. The peaks at 435 nm and 665 nm represented the presence of Chl *a*. The absorbance between 300 and 340 nm with maximum at 310 nm typically represented the presence of MAAs (Fig. 3). MAA content gradually increases in response to prolonged UVB treatments in these four *Chroococcidiopsis* strains (Fig. 3). The content of MAAs was most induced in *Chroococcidiopsis* sp. CCNUC3 amongst all the four strains, and the other three strains produced similar content of MAA after UVB treatments for 48 h (Fig. 3).

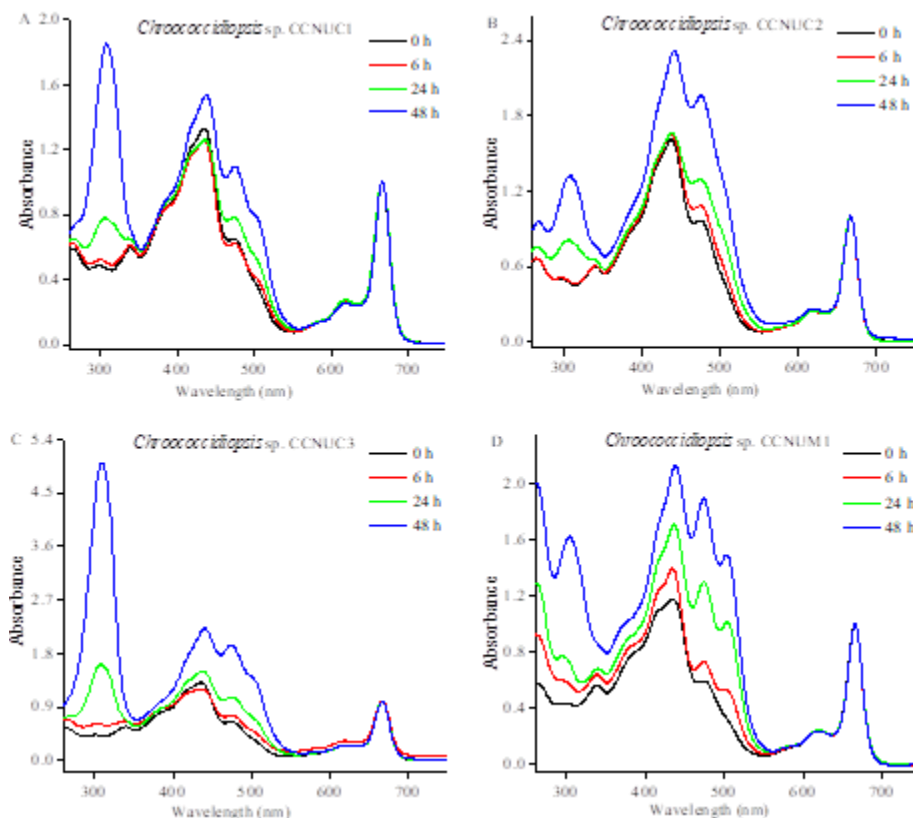


Fig. 3. MAA induction in *Chroococcidiopsis* strains under $0.15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ UV-B treatments. The difference of MAA content was shown by normalized absorbance spectra of methanol extracts by the chlorophyll *a* peak at 665 nm. A, *Chroococcidiopsis* sp. CCNUC1; B, *Chroococcidiopsis* sp. CCNUC2; C, *Chroococcidiopsis* sp. CCNUC3 and D, *Chroococcidiopsis* sp. CCNUM1

MAA identification in *Chroococcidiopsis* strains

MAAs in the methanolic extraction was separated by HPLC and then subjected to mass spectra analysis for characterization of the compounds. HPLC profiles at detecting wavelength of 310 nm showed one prominent peak at 2.7 min with a main absorption peak centered 310 nm for the sample from *Chroococcidiopsis* sp. CCNUC1 (Fig. 4A). The mass spectrum further showed protonated molecule $[\text{M}+\text{H}]^+$ at m/z 246.0977 suggesting the molecular weight of 245 (Fig. 4A). In the sample from *Chroococcidiopsis* sp. CCNUC2, HPLC profile showed a peak at 2.7 min with a main absorption peak centered 310 nm (Fig. 4B). The mass spectrum showed the protonated molecule $[\text{M}+\text{H}]^+$ at m/z 246.0970 suggesting the molecular weight of 245 (Fig. 4B). In the sample from *Chroococcidiopsis* sp. CCNUC3, HPLC profile shows a peak at 2.7 min with a main absorption peak centered 310 nm (Fig. 4C). The mass spectrum show the protonated molecule $[\text{M}+\text{H}]^+$ at m/z 246.0974 suggesting the

molecular weight of 245 (Fig. 4C). In the sample from *Chroococidiopsis* sp. CCNUM1, HPLC profile shows a peak at 2.7 min with a main absorption peak centered 310 nm (Fig. 4D). The mass spectrum show the protonated molecule $[M+H]^+$ at m/z 246.0974 suggesting the molecular weight of 245 (Fig. 4D). All HPLC profiles showed one peak at 2.7 min and the compounds corresponding to the peaks also showed the similar absorption spectra and mass spectra. The detected absorption spectra and mass spectra matched well with previously known MAA mycosporine-glycine (Fig. 4 and Fig. 5) (Shukla et al., 2015; Rosic et al., 2019). These results indicated mycosporine-glycine was the dominant type or the only kind of MAA in the four *Chroococidiopsis* strains.

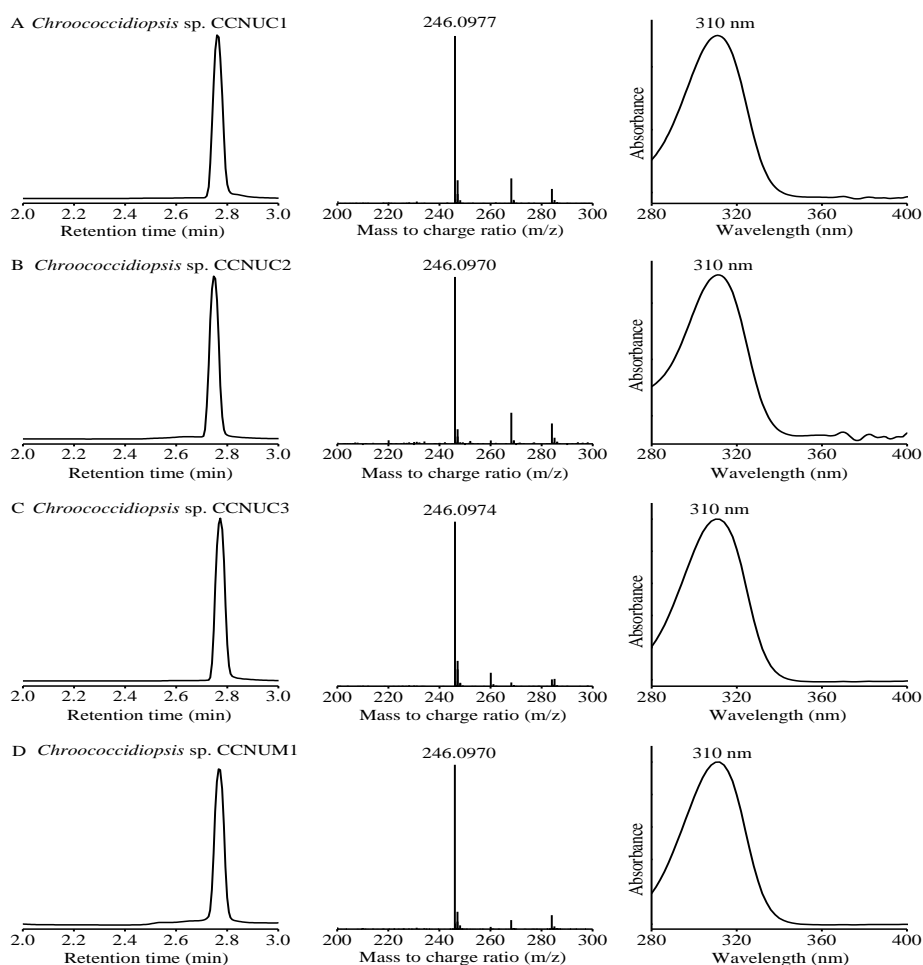


Fig. 4. MAA Characterization in *Chroococidiopsis* strains. LC-MS analysis and in-line absorbance spectra of methanol extracts from $0.15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ UV-B treated *Chroococidiopsis* sp. CCNUC1 (A), *Chroococidiopsis* sp. CCNUC2 (B), *Chroococidiopsis* sp. CCNUC3 (C) and *Chroococidiopsis* sp. CCNUM1 (D) for 7 days. Each LC profile was normalized by maximum MAA absorption.

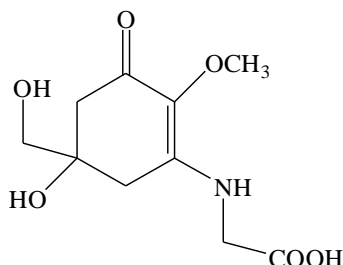


Fig. 5. Molecular structure of mycosporine-glycine

Discussion

Cyanobacteria were considered as the efficient MAA producers. The compositions of MAA production varied a lot in different kinds of cyanobacteria (Jain et al., 2017). Generally, the most reported MAAs included shinorine, porphyra-334 and mycosporine-glycine in cyanobacteria (Jain et al., 2017). The orders of Synechococcales, Chroococcales, Oscillatoriales, and Nostocales are frequently explored for MAA production (Jain et al., 2017). But almost no reports of MAA production have been studied in the orders of Gloeobacterales, Spirulinales, Pleurocapsales, and Chroococciopsidales. Present investigation firstly showed that *Chroococciopsis* strains belong to Chroococciopsidales have the abilities to produce the MAA mycosporine-glycine. To our knowledge, *Arthrospira sp.* CU2556 isolated from brightly lit habitat, produced mycosporine-glycine as the only one type MAA under solar UV radiation (Rastogi and Incharoensakdi, 2014). Most cyanobacteria produced mycosporine-glycine in addition to other kinds of MAAs. For examples, *Trichodesmium spp.* produced mycosporine-glycine plus with shinorine, asterina-332 and porphyra (Subramaniam et al., 1999). Multiple MAA production of mycosporine-glycine, porphyra and shinorine were also observed in *Anabaena doliolum* (Singh et al., 2008). Mycosporine-glycine was the simplest MAA and was supposed as the precursor to synthesis other bi-substituted MAAs (Carreto and Carignan, 2011). This was likely the case that mycosporine-glycine was often detected in cyanobacteria.

MAAs were usually synthesized to copy with UVR in cyanobacteria (Carreto and Carignan, 2011). However, these four *Chroococciopsis* strains inhabited the shaded environments of rock, soil, stream and pond, where almost no UVR reached (Table. 1; Zhang et al., 2019). It was known that *Chroococciopsis* were very old cyanobacteria and were widely distributed in harsh environments exposed to strong solar radiation (Friedmann and Ocampo 1976; Cockell and Stokes 2004; Warren-Rhodes et al., 2006, 2007). The early *Chroococciopsis* likely possessed the abilities of MAA production to protect themselves from solar radiation. But the environments probably changed and shaded the niches for *Chroococciopsis* later in the evolutionary

history. In the shaded niches where far-red light enriched but visible light lacked, *Chroococcidiopsis* gained the abilities to synthesis chl *f* for survival, but also kept the capacities to synthesize MAA for other functions such as osmotic regulation, roles in desiccation and thermal stress in cyanobacteria (Jain et al., 2017; Chrapusta et al., 2017). It is also possible that MAA production suggested protective roles of MAAs in *Chroococcidiopsis* strains to adapt daily fluctuations of sunlight on their natural habitat.

In summary, the *Chroococcidiopsis* strains produced mycosporine-glycine as the only one type of MAA under UVB radiation. It was the first report of MAA production in *Chroococcidiopsis* genus to cope with UVB radiation. These results suggested other roles of MAAs in addition to UVB protection in the special cyanobacteria from shaded environments. Furthermore, the results were also helpful to explore the new sources of MAAs for potential application in industry.

Author contributions

B.S. Qiu conceived the study; M.C.M. Boukar and C. Zhang isolated the cyanobacterial strain and wrote the manuscript; M.C.M. Boukar and K. Wang detected and characterized the MAAs; M.D. Saley and M.C.M. Boukar analyzed the data; B.S. Qiu and M. Ali revised the manuscript.

Acknowledgements

We thank Yan-Chao Yin and Shen Liqin for LC-MS support, Dr. Grema Moustapha (Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger) for critical reading of the manuscript, Dr. Dai Guozheng and Dr. Jiang Haibo for their valuable advice. We thank also National Natural Science Foundation of China for financial support.

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

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

References:

1. Carreto, J.I. & Carignan, M.O. (2011). Mycosporine-like amino acids: relevant secondary metabolites. Chemical and ecological aspects. *Marine Drugs*, 9: 387–446.
2. Chen M, Schliep M, Willows RD, et al. (2010) A red-shifted chlorophyll. *Science*, 329: 1318–1319.
3. Chrapusta, E., Kaminski, A., Duchnik, K., Bober, B., Adamski, M. & Bialczyk, J. (2017). Mycosporine-like amino acids: potential health and beauty ingredients. *Marine Drugs*, 15: 326.

4. Cockell, C.S., Stokes, M.D. (2004) Ecology: widespread colonization by polar hypoliths. *Nature*, 431: 414.
5. Friedmann, E.I., Ocampo, R. (1976). Endolithic blue-green algae in the dry valleys: primary producers in the antarctic desert ecosystem. *Science*, 193: 1247-9.
6. Jain, S., Prajapat, G., Abrar, M., Ledwani, L., Singh, A. & Agrawal, A. (2017). Cyanobacteria as efficient producers of mycosporine-like amino acids. *Journal of Basic Microbiology*, 57: 715–727.
7. Li Y, Chen M. (2015). Novel chlorophylls and new directions in photosynthesis research. *Functional Plant Biology*, 42: 493-501.
8. Rastogi R.P, Incharoensakdi, A. (2014). Analysis of UV-absorbing photoprotectant mycosporine-like amino acid (MAA) in the cyanobacterium *Arthrospira* sp. CU2556. *Photochemical Photobiological Sciences*, 13: 1016-1024.
9. Shick, J.M. & Dunlap, W.C. (2002). Mycosporine-like amino acids and related gadusols: biosynthesis, accumulation, and UV-protective functions in aquatic organisms. *Annual Review of Physiology*, 64: 223–262.
10. Singh, S.P, Klisch M., Sinha R.P., & Häder D.P. (2008). Effects of abiotic stressors on synthesis of the mycosporine-like amino acid shinorine in the cyanobacterium *Anabaena variabilis* PCC 7937. *Photochemistry Photobiology*, 84: 1500-1505.
11. Subramaniam, A., Carpenter, E., Falkowski, P. (1999). Bio-optical properties of the marine diazotrophic cyanobacteria *Trichodesmium* spp. II. A reflectance model for remote sensing. *Limnology Oceanography*, 44: 618-627.
12. Vincent, W.F. (2009). Cyanobacteria. *Encyclopedia of Inland Waters* 3: 226-232.
13. Warren-Rhodes, K.A., Rhodes K.L., Pointing S.B., Ewing, et al. (2006) Hypolithic cyanobacteria, dry limit of photosynthesis, and microbial ecology in the hyperarid Atacama Desert. *Microbial Ecology*, 52: 389-98.
- Warren-Rhodes, K.A., Rhodes, K.L., Boyle, L.N., et al. (2007). Cyanobacterial ecology across environmental gradients and spatial scales in China's hot and cold deserts. *FEMS Microbiology Ecology*, 61: 470-82.

14. Whitton B.A, Potts, M. (2000). Introduction to cyanobacteria. In *The Ecology of Cyanobacteria*; B.A. Whitton, M. Potts, Eds.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Netherlands, pp. 1-11.
15. Zhang, Z.C., Li, Z.K., Yin, Y.C., Li, Y., Jia, Y., Chen, M. & Qiu, B.S. (2019). Widespread occurrence and unexpected diversity of red-shifted chlorophyll producing cyanobacteria in humid subtropical forest ecosystems. *Environmental Microbiology*, 21: 1497–1510

Bibliographic Review of Aquaponic Systems and their Relevance to Côte d'Ivoire, a Sub-Saharan African Country

Nobah Celine Sidonie Koco

Koffi Kouakou Barthelemy

Maître-Assistant; Ecole Normale Supérieure d'Abidjan; Département des Sciences et Technologie; Section Sciences de la Vie et de la Terre; Abidjan; Côte d'Ivoire

Kouakou Affoue Constantine

Doctorante Université Félix Houphouët-Boigny; UFR Biosciences ; Laboratoire d'hydrobiologie et d'écotechnologie des eaux, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p63](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p63)

Submitted: 01 September 2023

Accepted: 27 March 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Sidonie Koco N.C., Barthélemy K.K. & Constantine K.A. (2024). *Bibliographic Review of Aquaponic Systems and their Relevance to Côte d'Ivoire, a Sub-Saharan African Country*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 63. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p63>

Abstract

Through a review of aquaponic techniques, the present work highlights the interest aroused by this practice in the world as well as different modes of exploitation. Aquaponics is defined as a coupling between a recirculated aquaculture compartment and an aboveground crop compartment. Since two decades, it has been the subject of a significant economic activity in Canada, the USA, Australia and induces numerous research activities. This system is subdivided into three (3) major techniques which are the culture techniques on bed of inert substrates, on nutritive film and that of rafts. Aquaponics is the subject of profitable industrial economic activity on both large and small scale in the USA and Canada. Given the benefits of low water consumption, then on-use of fertilizers and pesticides, aquaponics is unquestionably according to researchers and users, the system capable of revolutionizing livestock farming and agriculture around the world. Côte d'Ivoire is suffering not only from the consequences of climate change but also from rapid urbanization, with the consequent change in water resources. Aquaponics deserves to be mastered then popularized in this country, to help produce fish and plants of better

quality while avoiding the waste of water caused by traditional livestock systems.

Keywords: Aquaponics, agriculture, above-ground fishfarming, techniques

Introduction

According to FAO (2014), by 2030, more than 60% of the population of developing countries will live in megacities. These countries will therefore have to face the dual challenge of famine and rapid growth in the number of people suffering from food-related illnesses. Urban agriculture could be one way of overcoming famine.

The integrated fish-farming system is a traditional Chinese practice, consisting of fish or shrimp farming combined with domestic animal husbandry or agricultural practices such as market gardening. It is practised in Europe, Africa and some Latin American countries and plays an important role in increasing farm productivity (Pillay, 1990). However, the adoption rate of this technology is low, resulting in socio-economic barriers to its diffusion. Some people, mostly Americans and Canadians and Europeans, have adopted a sustainable integrated fish-farming system. This revolutionary practice is called aquaponics. Aquaponics can be defined as a coupling between a recirculating aquaculture compartment and a soilless plant culture compartment. After more than thirty years of dotted-line studies, the concept of aquaponics is increasingly appearing as an opening for the agricultural world in these countries, concerned with the preservation of water resources from a quantitative and qualitative point of view. According to the European Parliament, aquaponics is one of the "ten technologies capable of changing the world" because of its reduced environmental impact and improved sustainability (Van Woensel and Archer, 2015). This integrated system is productive. It requires few water and soil. The waste products from aquaculture are a source of nutrients that can be easily assimilated by plant roots. Today, aquaponics is the subject of significant economic activity in Canada, USA and Australia, and has led to numerous initiatives by private individuals initiated by numerous media on the Internet and by scientific publications. With the exception of a few industrial operators, this technology is currently used on a garden scale, while research in this field has been intensifying for several years.

Côte d'Ivoire is characterised by a rich and diversified hydrographic network. However, the country is suffering from the harmful effects of industrial and anthropic pollution. In Côte d'Ivoire, fish farming is booming, but the techniques are rudimentary. Very often, this activity is abandoned in favour of agriculture due to certain uncontrolled parameters. Aquaculture is not able to satisfy the needs of the population because the demand is very high

(Bamba, 2002). In Côte d'Ivoire, annual national fish production, estimated at 3,750 tonnes in 2016, is insignificant compared with consumption, which stands at 286,000 tonnes (FAO, 2018). Traditional fish farming has failed to make up the shortfall in fish production. This activity is increasingly being abandoned because of the pollution of continental waters, the high cost of investment and, above all, the high cost of feed, consisting mainly of fishmeal, which is subject to inflation because of marine pollution. This makes it difficult for fish farmers to make a return on their investment. This situation is exacerbating poverty. In the search for an environmentally friendly, economically profitable production system with local production potential that can help combat poverty, our interest has focused on integrated fish farming-agriculture, or aquaponics, which holds enormous potential for poverty alleviation. In Côte d'Ivoire, aquaponics is virtually non-existent. Integrated agricultural fish farming systems exist in rural areas, but the techniques used are rudimentary and different from those of aquaponics. Today, aquaponics must overcome technical, economic and societal obstacles. This fish farming system can be adapted to the Ivorian context, which is often hampered by the high cost of setting up ponds or other infrastructure essential to the creation of a fish farm or market gardening operation.

Research programmes on Aquaponic in the Ivorian environment are also rare. (How can research and experience gained in other countries contribute to the introduction and development of aquaponics in Côte d'Ivoire, in order to revitalize fish farming and livestock breeding? The present work, which is a bibliographical review, after a brief history, presents on the one hand the state of the art of aquaponics in the world, and on the other hand the different types of aquaponics as well as the advantages and disadvantages linked to this activity. In addition, the need to operate such a system in Côte d'Ivoire in order to make a real contribution to food security by controlling fish feed and focusing on quality is analysed.

I. Material and Method

This work consists of a bibliographical research on the aquaponics method. To do this work, we used books, scientific articles and scientific papers in our possession. In addition to these documents, we accessed to virtual libraries such as Google, Google scholar which are packed with valuable scientific articles. The keywords used for this research are: aquaponics, soil-less agriculture, soil-less fish farming, aquaculture, breeding techniques, innovative agriculture, sustainable agriculture, integrated fish farming-agriculture system, recirculated system. To find the right articles, we applied the following protocol; we used an iterative approach that gradually led from increasingly relevant keywords to documents that were more and more appropriate to our research topic.

The progressive affirmation of our aquaponics problematic, the description of the subject by keywords and the sorting possibilities progressively refined our research on aquaponics, its origins, its advantages and the possibilities of experimenting with them in our African and Ivorian context. In addition, authors, journals, laboratories, perspectives, methods and results are all clearly indicated. We obtained over 50 relevant studies. It is the grouping of articles into different categories according to sub-themes of aquaponics types, advantages, disadvantages, that has enabled us to write our article correctly.

The final search date is the day before the manuscript is transferred to the journal, i.e. September 01, 2023.

II. Results

II.1. Background

Aquaponics is as old as agriculture. It is an ancestral method whose origins date back to the Aztecs in Central America, two millennia before Christ (Foucard *et al.*, 2015). This people cultivated 'floating' gardens in a lake environment, the *chinampas*, structures covered on the surface by mud from the lake bottom, rich in nutrients from organic debris and decomposition. These rafts were irrigated by water enriched with nutrients from fish droppings that naturally accumulated on the lake bottom.

In scientific terms, aquaponics is thought of and developed by aquaculture research with an initial focus on phytopurification and sustainable food production. The first research work on aquaponics was carried out by the New Alchemy Institute in North Carolina in 1969. They found that pond aquaculture water was an attractive source of nutrients for hydroponic plant production. Subsequently, Mark Mc Murtry at the University of North Carolina continued this work by developing a system of vegetable cultivation combined with tilapia farming in the 1980s. At the same time, he introduced the issues of water conservation, intensive fish production and reduced operating costs. Inspired by these successes, Dr James Rakocy's experiments at the University of the Virgin Islands (UVI) on a floating raft system called "rafts" are a reference for commercial aquaponics systems worldwide (Rakocy *et al.*, 2006). This system is best known for providing important sizing data, transferring a reproducible model, and producing over 60 different species in aquaponics.

II.2. Different types and techniques of aquaponics

II.2.1. Geographical distribution

Aquaponics is the subject of significant economic activity in Canada, the USA (especially Hawaii) and Australia, and is the subject of numerous research activities.

According to Love *et al.* 2014, a survey of 809 aquaponic farmers around the world indicates that 80% of aquaponics producers are in the USA, making it the leading country in the field. This is followed by 8% in Australia and only 2% in Canada.

Other countries with aquaponics activities are California, Washington and Oregon, Arizona and Nevada, to name but a few West Coast states.

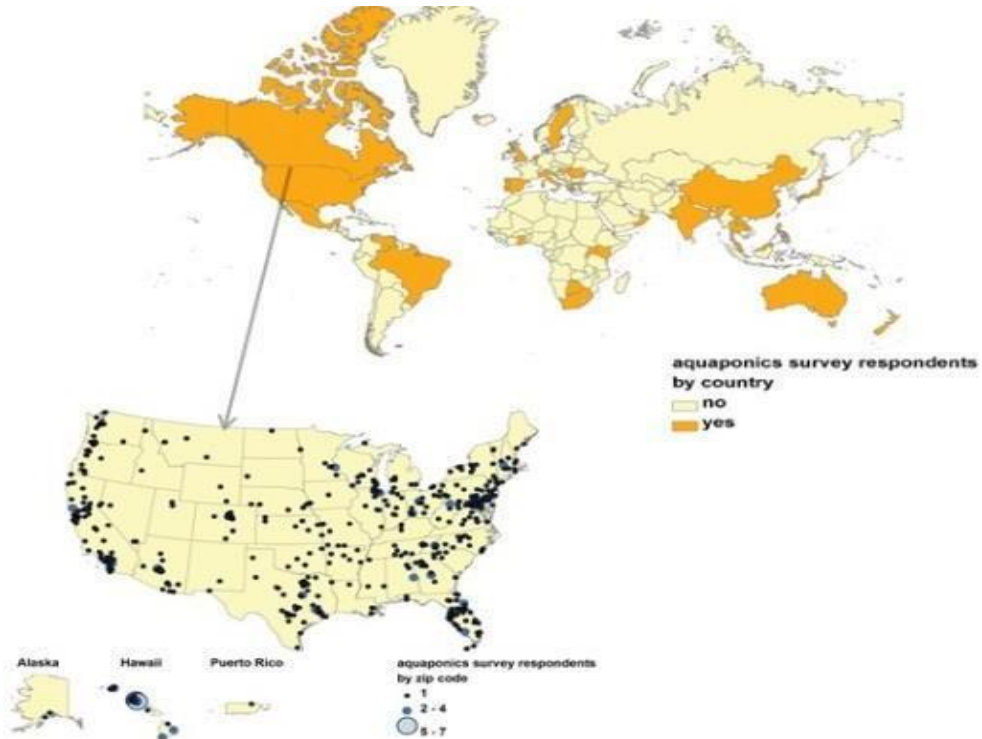


Fig 1. Distribution of aquaponics activities in the world

II.2.2. Types of aquaponics

Domestic aquaponics: It covers vegetable ponds, vegetable aquariums and family micro-greenhouses for the garden, terrace or kitchen, building roofs and local authority land in built-up areas, gardens, parks, schools and roofs.

Commercial aquaponics: This is a small-scale activity. The farmer lives from his production but also from other activities such as training, site visits and ecotourism, which take place on the same sites as those mentioned above.

Industrial aquaponics: It is a very sophisticated system incorporating several culture basins, filtration systems (mechanical and biological), aeration and alarms, installed in urban or peri-urban environments on industrial wastelands, or on sites already identified for aquaculture and on which it is

possible to couple plant cultures, or on market garden production sites on which it is possible to install recirculating aquaculture circuits.

II.3. Aquaponics techniques

II.3.1. Coupled aquaponics systems

Coupled systems are those designed in the early days of aquaponics (Palm *et al.*, 2019), such as at the New Alchemy Institute, North Carolina State University and the University of the Virgin Islands (UVI). The disadvantage of this coupling strategy is the total dependence between the two aquaculture and hydroponic compartments. These systems involve a constant dependency between the aquaculture and plant compartments. The water leaves the fish tanks and goes directly into the plant system through a biofilter and mechanical filtration before returning to the fish. In the event of a health problem with fish or plants, solutions are limited (Foucard *et al.*, 2015).

Deep Water Culture (DWC) or rafting technique or "Deep Water Culture" (DWC)

It is a recirculating aquaponics system consisting of tanks and raft, adapted to the tropics, called "Rakocy system" because it was developed by Dr. Rakocy, Professor Emeritus of the University of the Virgin Islands (Rakocy *et al.*, 2006). It is the most studied and used technique especially in large-scale aquaponics, as it allows for an easy crop rotation and production plan. Plants are grown on rafts, which are floating plates (mostly made of high-density polystyrene, extruded type, with a thickness of 30 to 50 mm) placed directly on the water (15 to 30 cm deep) (Lennard and Leonard, 2006). The plants produced are supported by an inert substrate in growing pots fixed through the pre-drilled rafts. This technique works in continuous flow, and the roots of the plants are continuously irrigated with well oxygenated water. Once developed, the plant roots literally "soak" in the water. The two compartments of fish and plants must be separated and the water returning from the plants to the fish must pass through mechanical and biological filtration structures to remove as many solid particles and toxic dissolved forms of nitrogen as possible (Gravel *et al.*, 2014). The surface underneath the rafts and the space between the plant roots are potential habitats for nitrifying bacteria, but they are by no means sufficient, and a precisely sized biological filtration compartment is required. The raft system is suitable for producing lettuce and herbs (Tyson *et al.*, 2004). The design and management of this system allows for optimal harvesting of plants and fish.

Nutrient film culture or "Nutrient Film Technic"(NFT)

In NFT soilless systems, nutrient-rich water is pumped into small closed pipes or gutters (Adler *et al.*, 2000; Lennard and Leonard, 2006). The

water flows in a steady stream through the system, first through filtration components and then over very gently sloping gutters where plants (in pots, in inert substrate) collect nutrients for growth, before returning to the aquaculture compartment. The very thin film of water flows down each channel of the gutters, which have a slope of about 1%. A flow rate of 1 litre/minute is recommended (Savidov, Hutchings and Rakocy, 2007). Oxygenation of the nutrient solution is largely achieved by its movement through the gutters and by the large surface area of exchange between water and air (Foucard *et al.*, 2015).

Cultivation technique on a bed of inert substrates

This is a flooding and drainage system. In grow bed units, the substrate used to support the plant roots also acts as a filtration medium. This technique is most often used in small-scale, hobby aquaponics, and where maximising production space is not an objective (Lennard and Leonard, 2006; Mc Murtry *et al.*, 1997 a; Tyson *et al.*, 2012, Gravel *et al.*, 2014). It has a relatively low cost and is suitable for beginners because of its very simple design. It allows the cultivation of a wide range of plants and simply requires a container filled with a neutral and inert substrate such as gravel or clay balls etc. These media are regularly irrigated with the nutrient solution from the aquaculture compartment, which provides the mineral salts essential for plant growth directly to the roots, either continuously or discontinuously. This system can be used in two different ways. On the one hand, with a continuous circulating flow of water as in rafting or NFT; on the other hand, by successive flooding and draining of the culture medium also called "ebb & flow", a technique for which an automatic siphon or "bell siphon" is often used for water drainage. Dissolved organic and solid waste from fish farming is usually directly decomposed within this substrate (FAO, 2008). To remove salt accumulations, regular thorough washing of the rooting bed and growing medium is often necessary (Foucard *et al.*, 2015).

II.3.2. Decoupled systems

In this system, the aquaculture and hydroponic compartments are no longer "dependent" on each other. This technique has the advantage of coupling or decoupling each compartment as needed. In this configuration, the fish farms are built in a classic recirculating aquaculture system (RAS) with biological and mechanical treatments and a pumping system for water recirculation. A buffer tank or "return tank" stores the output water from the aquaculture system and sends it to the plants. Decoupled systems are more flexible in their operation and more secure for commercial production. In case of problems related to prophylactic or pest control treatments, mechanical, electrical or filtration problems, it is possible to make the two compartments

independent in order to feed the plants with mineral inputs as in conventional hydroponics while quarantining the fish. Decoupled systems are particularly interesting for hydroponic growers who already own all the hydroponic equipment, and who can therefore analyse the water composition precisely and adjust it with mineral nutrient solution if necessary.

II.4. Operation and monitoring of the aquaponics system

II.4.1. Principle



Figure 3. Principle of an aquaponics system (Foucard *et al.*, 2015)

In aquaponics, much of the plant nutrients can come from organic sources such as fish excrement, waste from food scraps, or the breakdown of algae and other microorganisms growing in the water. The idea is simple, but the implementation is complex. In their pond, fish release ammonia and phosphorus. Instead of being discharged into the environment as is the case with conventional aquaculture, this water is filtered mechanically and then biologically, in this case in a tank containing bacteria fixed on plastic supports: first *Nitrosomas* sp. which transforms ammonia nitrogen and urea into nitrite, then *Nitrobacter* sp. which transforms nitrite into plant-assimilable nitrate (Fujiwara *et al.*, 2013). Indeed, a large part of the nitrogen released by fish is in the ammonia form, which is toxic for them and not very valuable for plants.

Nitrification of ammonia to obtain nitrate and mineralisation of faeces to provide phosphorus and other nutrients are essential processes that take place in the system, following the installation of a biofilter on the one hand and sometimes a mineralisation tank on the other. In addition, the removal of particulate matter through adequate mechanical filtration is essential (Tyson *et al.*, 2004). It is necessary to have a daily fresh water supply to replace part of the water in the system, either to compensate for evaporation and evapotranspiration losses or those generated by routine aquaculture practices such as fishing, maintenance, pond cleaning in order to avoid the accumulation of fine particles ($< 50 \mu\text{m}$), gases, or certain minerals that can be harmful to fish such as iron and other heavy metals in particular, but also potassium to a lesser extent and depending on the species and plants (mainly sodium, supplied by the feed). This input of new water corresponds to an "opening rate" of 0.5 to 5% depending on the species of fish, the rearing volumes, the biomass in stock and the quantity of feed distributed.

Aquaponics is therefore an ecosystem in which three radically different types of organisms - fish, plants and bacteria - must coexist. The main challenge is to find the right balance between the fish population, the food supply, the bacterial population and the vegetation. This balance is essential to achieve high productivity and good recycling of the water, which circulates in a closed and continuous cycle.

II.4.2. Setting up the aquaponics system and monitoring Building materials

The material requirements differ depending on the technique and the quantities you hope to produce. For example, with a floor area of 10 m^2 , a single 1000 litre fish breeding tank and three culture tanks can be considered. The tanks can be made from 1 m containers³ or recycled material. Theoretically this size of installation can produce 60 kg of fish and 300 kg of vegetables per year. In temperate regions, a greenhouse is needed to get through the winter and avoid overheating the water. Pipes, elbows, taps and a pump are needed. Growing trays should be filled with clay balls to plant lettuce, tomato and spinach seeds. A pump is needed to pump water from a 300 liter basin. PVC pipes with adjustable fill levels allow the distribution of water through the system.

Species raised in aquaponics

In aquaponics, tomatoes, lettuce, peppers, leafy plants and herbs such as basil, mint, chives and lettuce have already been tested. Many other field crops such as honeydew melons, watermelons, cucumbers and fruit trees have also been successfully tested.

With regard to fish, tests were carried out with species such as freshwater tilapia (*Oreochromis niloticus*); red tilapia; skipper (*Lates calcarifer*); trout; silver perch (*Bidyanus bidyanus*); freshwater shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*); marine shrimp (*Penaeus* sp.).

II.5. Advantages and disadvantages of aquaponics

II.5.1. Benefits of aquaponics

Aquaponics has many advantages. It is an economically profitable system, especially with high value- added species on a large scale (Foucard *et al.*, 2019). The fish waste becomes valuable nutrients for soil- less production of plants of economic interest such as ornamental plants, aromatic or medicinal herbs, and vegetables with high added value. This allows not only the valorisation of aquaculture effluents, but also the recirculation of healthy farm water for the fish, after a joint process of mechanical and biological filtration. For soilless farmers, aquaponics could provide a nutrient-rich solution ready to be used for plant cultivation. It allows water to be purified through phytodepuration and then reused in the aquaculture compartment of the system, with a theoretically even lower water turnover rate than in recirculating aquaculture (Rakocy *et al.*, 2006). In contrast to open or recirculated aquaculture systems, this production system has the advantage that the dissolved compound-laden effluent from aquaculture production can be used as a nutrient for hydroponic plant production (Rakocy *et al.*, 2006; Diver, 2006; Klinger, 2012). For this to happen, a situation of balance between the different productions must be achieved. The fish production must be able to grow without being disturbed by its own waste, which must allow for optimised growth of the plants. Recalling that hydroponics is a soilless agricultural system requiring the constant or intermittent addition of mineral inputs to the growing water to meet the requirements of the plants, some studies show that aquaponics can be more efficient than hydroponics, when all parameters are controlled and the bacterial community is fully mature (Nichols and Lennard, 2011). Indeed, an aquaponics system aims to be free from the need for nutrient solutions, while eliminating the need for regular emptying practiced by hydroponic systems. Aquaponics could have the potential to be labelled as "organic" if soil-less cultivation were not a limitation to this labelling, unlike in the USA where plants from aquaponics systems are labelled as organic. However, an eco-label could soon be defined for fish raised in aquaponics.

In aquaponics, water consumption is much lower than in conventional soil-based agriculture, in the order of 90% less water consumption (FAO, 2014). Furthermore, since this system is based on water saving and reuse, aquaponics could allow the production of fresh plants and fish in regions with poor soil and limited access to water resources, or even in arid and semi-arid

areas (Diver, 2006; FAO, 2014). Aquaponics is also interesting in terms of optimising certain production costs. The costs of infrastructure, production structures, and use of space, soil and aquatic resources are shared thanks to polyculture. Aquaponics eliminates input costs, and it induces a double valuation of the aquaculture feed which indirectly serves as fertiliser for the plants (Rakocy *et al.*, 2006). An aquaponic greenhouse can be set up anywhere, particularly in urban and peri-urban areas, close to the places of consumption, which favours the development of a local economy of short circuits and direct sales, thereby limiting the costs and CO₂ emissions linked to transport and which can create a social aspect around this new activity (vegetable gardens, green sports, etc.) (Diver, 2006). The system is autonomous and requires little monitoring, productivity is very good despite slight occasional deficiencies which tend to correct themselves, and the supply of 'new' water is limited to compensating for the evapotranspiration of the plants. It is important to note that the use of phytosanitary products and antibiotics is not recommended (Rakocy *et al.*, 2006). Antibiotics could have an inhibiting effect on the biofiltration process carried out by nitrifying bacteria, which is essential for the proper functioning of the recirculating system (Rakocy *et al.*, 2006; Diver, 2006; Klinger, 2012).

II.5.2. Disadvantage

However, aquaponics has some disadvantages. This integrated farming system has emerged through the ideology of sustainable food production and not through market demand. The capital investment is usually high to design these systems and the long learning process often specific to each system is also to be taken into account. Indeed, merging two production systems doubles the possibility of problems arising. There is a tendency for the PVC pipes to become clogged, which means that they have to be emptied at least once every two months. So there is no "zero waste". This technique involves many areas of technical expertise, namely, recirculating aquaculture, horticulture, water chemistry. It requires a skilled and trained workforce to deal with the various problems that can arise. In addition, the water quality of the resource, the climate, the fish species, its stage of development, the plant species and its phenological stage, the applied feed ration, the composition of the feed, the thermal and energy aspects. Among other things, water movement, filtration, plant lighting, thermoregulation of livestock and crops are all parameters that can influence the performance of animal and plant production.

The fact that pesticides cannot be used leads to the use of purely biological control, the real effectiveness of which in technical and economic terms must be demonstrated. Some disadvantages may be related to the specificity of each system. The major drawbacks of NFT are the risk of depletion of the nutrient solution at the end of the circuit and the risk of

clogging of fine hydraulic circuits. In the case of inert substrate culture, the risk of accumulation of phosphorus and calcium elements in the culture media is very detrimental to plant nutrition.

II.6. Productivity and yield of the aquaponics system

Yields can vary depending on the plant and fish species used. Some aquaponics systems produce mainly plant material, in that 3-10kg of plant material is harvested for every 1kg of fish produced. However, research has shown that plant production in aquaponics is double that of intensive conventional farming, with a 20-25% increase in plant yields, and even a 2-5 fold increase in productivity (Pantanella *et al.*, 2010; Klinger and Naylor, 2012). Soil-less techniques therefore have a higher yield than soil-based farming (Rakocy *et al.*, 2006; FAO, 2014). The average fish production from aquaponic farms can reach up to (5) five tonnes.

In the current context, aquaponics is indeed only economically viable with high value-added species, but it is very relevant for supplying the market in large conurbations. Contrary to what one might think, a mature system requires relatively little time investment. In an average system, maintenance represents about 15 minutes/day, i.e. 2 hours/month.

Aquaponics is a way to reduce the production costs of plant cultivation. Indeed, the excretions from fish farming can replace the fertilisers needed for commercial hydroponic production. The fertilisers generated by an annual production of one tonne of fish can normally support the cultivation of seven tonnes of lettuce (approximate ratio). In traditional hydroponics, without fish farming, the production of 7 tons of lettuce results in annual fertilisation costs of about \$300 or 178.350 FCFA. The cost of fertilisers used in hydroponic production represents about 5% of production costs. There is therefore a significant financial gain. Vegetable production contributes most to the income and profitability of an aquaponic farm. Eighty-five percent (85%) of aquaponics income comes from the sale of market garden produce. In order to reduce the financial risk associated with starting an aquaponics business, it is important to size the vegetable section so that it is profitable on its own.

In aquaponics, 95% of water is saved compared to soil cultivation. The electricity consumption of an aquaponics system is about one (1) € per month or about 650 FCFA. Moreover, producing your own food can save you a few hundred euros or more than one hundred thousand (100.000) CFA francs in food purchases each month.

The value of aquaponics

The estimated world population that will need to be fed by 2030 is 10 billion! According to the FAO, by 2030, more than 60% of the population of developing countries will live in megacities. These countries must therefore

face a double challenge, that of famine and the rapid growth in the number of people suffering from food-related illnesses. Fisheries are no longer able to meet the demand, in either quantity or quality. In terms of quantity, the share of fisheries in total world protein production has tended to erode since the mid-1980s. Some countries, victims of intensive exploitation of the seabed off their coasts, have become unable to satisfy local populations. As regards quality, the pollution of the seabed and rivers by heavy metals and pesticides poses serious food contamination problems.

After more than thirty years of piecemeal studies, the concept of aquaponics is increasingly seen as an opening for the agricultural world in countries concerned with the preservation of water resources in terms of quantity and quality. According to the European Parliament, aquaponics is one of the "ten technologies capable of changing the world" (Van Woensel *et al*, 2014) because of its reduced environmental impact and improved sustainability. In Europe, the resolution adopted by the European Parliament in 2014 (Mc Intyre, 2014), states that aquaponics systems have the potential to produce food locally and sustainably and can contribute to reducing resource consumption compared to conventional systems. All of these changes are driving a large part of the population to seek quality products. Therefore, new protein potentials of aquaponically farmed fish need to be explored.

In many developed countries, large-scale aquaculture is now considered a source of environmental pollution due to the release of organic matter into the surrounding environment, especially in rivers, bays and coastal areas. This is particularly the case for trout farms in South America. In addition, the excessive use of feed leads to eutrophication of inland and coastal waters in some areas. Aquaponics is therefore becoming a sustainable, economically viable integrated fish farming system with local production potential that can contribute to reducing the consumption of water resources. Among the many types of integrated fish-farming systems, aquaponics is a revolutionary system that can meet the expectations of climate change smart agriculture. It paves the way for more sustainable farming with fewer inputs to produce a wide variety of high value, healthy food all year round. It contributes to food security by producing fish and vegetables all year round. It produces 1 kg of fish for every 4 kg of plants. The need to deploy aquaculture expertise to produce fish and plants in symbiosis, while avoiding the accumulation of animal waste, contamination by bacteria, parasites and the proliferation of benthic species such as gastropods, is compelling.

Aquaponics is an innovation that is in line with the directions set by the agricultural world to contribute to the production of healthy and fresh food, even in environments that are hostile to conventional agriculture. Production is not dependent on fertile land or high water availability. It can therefore be

grown on polluted land, on industrial wastelands, in urban areas, or in water-deficient areas, on the roofs of buildings, on balconies, etc.

In Côte d'Ivoire, the fisheries and aquaculture sector occupies a strategic place in the economy with regard to the issue of food security. This sector represents 3.1% of agricultural GDP and 0.74% of total GDP (FAO, 2009). National fish consumption is estimated at 278,463 tonnes/year for an average local production of 43,532 tonnes in 2005 (FAO, 2010a). Growth forecasts for the sector are possible due to the insufficiently developed ecological assets. Indeed, Côte d'Ivoire has a dense hydrographic network with an estimated potential of 170,000 tonnes of exploitable fisheries resources per year (PDPA, 2010 - 2025). However, national fisheries production, the most productive sector of which is artisanal fishing (60%), has fallen significantly since 2000 and only covers 20% of national needs, estimated at 300,000 tonnes per year. The reasons given to explain this low productivity of water bodies are essentially the degradation of aquatic ecosystems and the overexploitation of fisheries resources (Coulibaly, 2012). Investment in industrial mining is limited, while the artisanal mining sector is booming. Although Côte d'Ivoire has experienced an oil spill, increased oil exploration in the Gulf of Guinea increases the risk of an oil spill in coastal waters. As a result, the capacity to deal with an oil spill is reduced, making the country doubly vulnerable.

Human activities combined with seasonal variations induce new constraints causing major changes, with varying frequencies and intensities. Like many countries in the tropical zone, Côte d'Ivoire is experiencing the significant effects of climate change, which, among other consequences, are significantly modifying the hydrological regime of rivers and therefore the functioning of the coastal areas that are under their influence. These processes are taking place in a context of intensified anthropic pressures, linked to the profound socio-economic and environmental changes that the country is undergoing. Thus, in addition to the increase in demographic pressure from populations concentrated in coastal areas, there is an intensification of activities linked to tourism, the exploitation of mining resources (precious stones, gold), agro pastoral activities (firewood, agricultural intensification, overgrazing) and aquatic activities (fishing, aquaculture).

Côte d'Ivoire is suffering from the effects of rapid deforestation. Indeed, with nearly 16 million hectares of forest in 1960, only 3.4 million hectares remain presently. The conversions of forests and national parks into agricultural land, in order to feed local populations, urbanisation or land use planning and illegal logging are the main causes of deforestation in Côte d'Ivoire, which has reduced the biodiversity of national parks by half.

In the north of Côte d'Ivoire, particularly in Korhogo, the decade 2000-2010 was marked by significant climatic variability, with relatively high rainfall followed by intense drought, leading to the drying up of small basins

and dams supplying drinking water to the town of Korhogo. This was followed by heavy rainfall causing flooding in the town and its surroundings. This led to severe disruptions in agricultural and aquaculture activities, resulting in famine. The problems facing Côte d'Ivoire are due to the pollution of continental and maritime waters, fishing pressure, the depletion of fisheries resources, and water shortages, accentuated by the effects of climate change. This is prompting a large part of the population to seek new methods and techniques for protein production. In order to find a solution to these problems, new sources of potential production need to be explored. Thus, aquaponics can be an alternative for maintaining or increasing aquaculture production and also for combating food insecurity, while helping to slow down the process of deforestation, depletion of water and fisheries resources and many other consequences of climate change.

In Côte d'Ivoire, aquaponics is almost non-existent. Integrated fish-farming systems exist in rural areas and the techniques used are rudimentary and different from those used in an aquaponics system. There is rice-fish farming, fish farming integrated with pig, duck or other poultry farming. Today, aquaponics must overcome technical, economic and societal obstacles. Aquaculture in Côte d'Ivoire is very often inhibited by the high cost of setting up ponds or other infrastructure required to build a fish farm. For the past few decades, the quality of the largest lagoon in West Africa, the Ebrié Lagoon, which borders the city of Abidjan, has been heavily dependent on industrial and anthropogenic activities. These are dependent on rapid population growth and uncontrolled urbanisation, with disastrous consequences (Akpétou *et al.*, 2010; Coulibaly *et al.*, 2010). In addition, since October 1999, a sudden mass mortality of fish has been observed in sectors IV and V of the Ebrié Lagoon bordering the towns of Jacqueline and Dabou. In addition, fishing pressure and pollution induce important changes in the ichthyological population (Konan *et al.*, 2011). Aquaponics could be an alternative to counter the fish deficit linked to the above-mentioned problems and the water shortage in the semi-arid areas of northern Côte d'Ivoire.

Adapting aquaponics to the Ivorian context can meet the main challenges, which are the appropriation of natural cycles by producers, through the standardisation of breeding protocols, the reduction of investment costs, the training and retraining of traditional fish farmers, and the availability of fish in savannah areas where water resources are constantly diminishing. The start-up of such a sector requires the support of research and training structures. The development of aquaponics in Côte d'Ivoire inevitably requires the establishment of a strategic plan, then a value chain, i.e. the development of a detailed business plan supported by a market study on the most appropriate plant and aquaculture products in the context of a given region, targeting high value-added products. This is a pragmatic plan that is essential

for a commercial set-up. Highly effective marketing techniques will need to be deployed with diversification into retail, tourist attraction, equipment supply, training, consultancy, while aiming at a sufficiently large scale of production.

Conclusion

In short, this review shows that aquaponics, a system of fish farming combined with soil-less agriculture, offers different techniques that can be adapted to all seasons, climates and areas, whether arid, semi-arid or desert, because it saves 80 to 100% water. It is an innovation in line with the guidelines defined by the agricultural world to contribute to the production of healthy and fresh food, even in environments hostile to conventional agriculture. Production is not dependent on fertile land or high water availability. It can therefore be grown on polluted land, on brownfields, in urban areas, or in water-deficient areas. It contributes to food security by producing fish and vegetables all year round. Given the ecological and environmental damage that Côte d'Ivoire suffers from anthropogenic and industrial pollution, aquaponics could be popularised following the example of the United States and Canada in order to solve food insecurity. However, this popularisation cannot be done without research. Indeed, research on the characterisation of the aquaculture, agricultural and bacterial compartments in order to control them must be undertaken; the organoleptic quality of the cultivated food must be conducted. In addition, the cultivation system adapted to the climatic, economic and social specificity of Côte d'Ivoire must be determined.

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. Adler P.R., Harper J.K., Takeda F., Wade E.D., & Summerfelt S.T. (2000). Economic evaluation of hydroponics and other treatment options for phosphorus removal in aquaculture effluent. *HortScience* 35:993-999.
2. Akpétou K. L., Kouassi A. M., Goula B. T. A, Assemian S. & Aka K. (2010). Nutrients induction on lead, cadmium, manganese, zinc and cobalt speciation in the sediments of Aby lagoon (Ivory Coast), *International Journal of Engineering Science and Technology* Vol. 2(8), 3894-3900.

3. Bamba V. (2002). "Marché et commercialisation du poisson de pisciculture en Côte d'Ivoire" Author's contract-Rome: FAO. 55 p.
4. Coulibaly A.S., Monde S., Wognin A.V. & Aka K. (2010). Dynamics of metallic trace elements in the sediments of Abidjan bays (banco bay and harbour bay). *European Journal of Scientific Research*, 46: 204-215.
5. Coulibaly S. (2012). Bioaccumulation of heavy metals and induced biological effects in *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 caught in Biétri Bay in the Ebrié Lagoon (Ivory Coast).
6. Diver S. (2006). *Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture*. National Sustainable Agriculture Information Service. ATTRA Publication. 28pp.
7. FAO. (2008). *Aquaculture Development: Technical Guidelines for Responsible Fisheries*. No 5, suppl.4. Rome.
8. FAO. (2009). *How to feed the world in 2050*. Rome.
9. FAO. (2010 a). *Making agriculture climate smart. Policies, practices and financing for food security, mitigation and adaptation*. Rome.
10. FAO. (2014). *The State of Food and Agriculture. Opening up family farming to innovation*, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
11. Foucard P., Tocqueville A., Gaumé M., Labbé L., Baroiller J.F., Lejolivet C., Lepage S. & Darfeuille B. (2015). Overview of the development potential of aquaponics in France: presentation and critical look at this alternative development path for fish and horticultural productions. *Innovations Agronomiques*, 45: p. 125-139.
12. Foucard P., Tocqueville A., Gaumé M., Labbé L., Baroiller J.F., Lejolivet C., Lepage S. & Darfeuille B. (2019). Development potential of aquaponics in France: the APIVA programme "Aquaponics Plant Innovation and Aquaculture". *Innovations Agronomiques*, 71: p. 385-400.
13. Fujiwara H., Kawai S., Murata K. (2013). Significance of sulfiredoxin / peroxiredoxin and mitochondrial respiratory chain in response to and protection from 100% O₂ in *Saccharomyces cerevisiae*. *Mitochondrion*, 13 (1):52-8
14. Gravel V., Dorais M., Vandenberg G. (2014). Fish effluents promote root growth and suppress fungal diseases in tomato transplants. *Canadian Journal of Plant Science*, doi: 10.4141/CJPS-2014-315.
15. Klinger D., Naylor R. (2012). Searching solution for aquaculture: charting a sustainable course. *Annual Review of Environment and Resources*. 37, 247-276.
16. Lennard W.A. & Leonard B.V. (2006). A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film

- technique) in an Aquaponic test system. *Aquaculture International* 14, 539-550.
17. Love D.C., Fry J.P., Genello, L., Hill, E.S., Frederick, J.A., Li, X., Semmens, K. (2014). An international survey of aquaponics practitioners. *PLoS One*, 9 (7): 102662
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102662>.
 18. Konan K.J., Sylla S., Diaha N.C., Joanny T.G., Atse B.C. (2011). Stock assessment of *Brachydeuterus Auritus* and *Pseudotolithus sp.* by size frequency analysis methods. *F.Tech. & Doc. Vulg.*: 38-42.
 19. McIntyre A. (2014). Report on technology solutions for sustainable agriculture in the European Union
https://www.europarl.europa.eu/meps/fr/111011/ANTHEA_MCINTYRE/history/8 (Accessed 1 October 2020).
 20. McMurtry M.R., Sanders D.C., Cure J.D., Hodson R.G. (1997a). Effects of biofilter/culture tank volume ratios on productivity of a recirculating fish/vegetable co-culture system. *J. Appl. Aquacult.* Seven: 33-51.
 21. McMurtry M.R., Sanders D.C., Cure J.D., Hodson R.G., Haning B.C., St Amand E.C. (1980). Efficiency of water use of an integrated fish/vegetable co-culture system. *J. World Aquacult. Soc.* 28:420-8.
 22. Nichols M.A. & Lennard W.A. (2011). Aquaponics: a nutrient and water efficient production system. *Acta Hort.* 947:129-32
 23. Palm H.W., Knaus U., Wasenitz B., Bischoff-Lang A.A. & Strauch S.M. (2019) Proportional up scaling of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) commercial recirculating aquaculture systems disproportionately affects nutrient dynamics. *Aquacult. Int* 26 (3): 813–842. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0249-z>
 24. 1007/s10499-018-0249-z
 25. Pantanella E., Cardarelli, M. Colla G., Rea E., Marcucci A. (2010). Aquaponics vs. hydroponics: production and quality of lettuce crop. *Acta Hort.* 927, 887-893
DOI:10.17660/ActaHortic.2012.927.109; <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.927.109>.
 26. Pillay T.V.R. (1990). *Aquaculture: principles and techniques*. Fishing News Books. Blackwell Scientific Publications Ltd. 575 pp.
 27. Rakocy J.E., Masser M.P., Losordo T.M. (2006). *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture*; Southern Regional Aquaculture Center: Stoneville, MS, USA, pp. 1-16.
 28. Savidov N.A., Hutchings E., Rakocy, J.E. (2007). Fish and plant production in a recirculating aquaponic system: a new approach to

- sustainable agriculture in CANADA. *Acta Hortic.* 742, 209-221. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.742.28
29. Tyson R.V., Simonne E.H., White J.M., & Lamb E.M. (2004). Reconciling Water Quality Parameters Impacting Nitrification in Aquaponics: The pH Levels. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 117, 79-83.
 30. Tyson R.V., Danyluk D.M., Simonne E.H., Treadwell D.D. (2012). Aquaponics-Sustainable Vegetable and Fish Co-Production. *Proc. Fla. State Hort. Soc. Natural Resources Section.* 125: 381-385.
 31. Van Woensel L., Vrščaj D., Oh Y. (2014). Ten technologies, which could change our lives: potential impacts and policy implications (forthcoming). *Science and Public Policy.* ISBN: 978-92-823-6474-1 DOI: 10.2861/367909 CAT: QA-02-15-029-EN-N
 32. Van Woensel L. & Archer G. (2015). Ten technologies that could change our lives: potential impacts and policy implications. Report European Parliament Research Service, Scientific Foresight Unit, 38p.

Evaluation de la Qualité Physico-Chimique et Microbiologique des eaux de Puits Consommées dans le Quartier Kombé à Brazzaville

Tchoumou Martin, Maître de Conférences
Louzayadio Mvouezolo Raison Félicien, Maître-Assistant
Malera Kombo Merci Adonai, Doctorant
Moussoki Nsona Promesse, Doctorante
Ouamba Jean-Maurille, Professeur Emérite

Unité de Chimie du Végétal et de la Vie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Marien NGOUABI, Brazzaville, Congo

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p82](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p82)

Submitted: 06 September 2023

Accepted: 16 April 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Tchoumou M., Louzayadio Mvouezolo R.F., Malera Kombo M.A., Moussoki Nsona P. & Ouamba J.M. (2024). *Evaluation de la Qualité Physico-Chimique et Microbiologique des eaux de Puits Consommées dans le Quartier Kombé à Brazzaville*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 82. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p82>

Résumé

Naturellement, les eaux souterraines sont potables de façon générale et devraient être consommées sans aucun traitement préalable. Malheureusement, ces eaux sont soumises actuellement à une forte pression anthropique. Cette étude vise d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de puits consommées dans le quartier Kombé à Brazzaville. Quatre puits ont été identifiés et caractérisés. La caractérisation a montré trois puits équipés des mêmes systèmes de protection et de remontée d'eau et, un seul point de prélèvement diffère des autres par le système de remontée d'eau. Trente-trois paramètres physico-chimiques et neuf paramètres microbiologiques ont été évalués par des méthodes normées et référencées. Les résultats obtenus révèlent du point de vue physico-chimique que, les eaux de puits étudiées sont faiblement minéralisées et tous les paramètres physico-chimiques répondent aux normes de l'OMS, excepté le pH, la concentration des ions cadmium, chrome, phosphate ainsi que de la silice dans certains cas. Une seule famille chimique est mise en évidence : les eaux chlorurées sodique

et potassique. Malheureusement, ces eaux sont fortement chargées en *Escherichia. coli*, *Salmonella* et *Shigella*, coliformes totaux, *Pseudomonas aeruginosa*, germes totaux, staphylocoques, levures et moisissures. Elles sont impropres à la consommation humaine et doivent subir quelques traitements préliminaires comme la correction du pH à la chaux et la désinfection à l'hypochlorite de sodium.

Mots-clés: Evaluation, qualité physico-chimique, qualité microbiologique, eaux de puits, Kombé, Brazzaville

Evaluation of Physicochemical and Microbiological Quality of Well Waters Consumed in the Kombé District of Brazzaville

Tchoumou Martin, Maître de Conférences

Louzeyadio Mvouezolo Raison Félicien, Maître-Assistant

Malera Kombo Merci Adonäi, Doctorant

Moussoki Nsona Promesse, Doctorante

Ouamba Jean-Maurille, Professeur Emérite

Unité de Chimie du Végétal et de la Vie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Marien NGOUABI, Brazzaville, Congo

Abstract

Naturally, groundwater is generally drinkable and should be consumed without any prior treatment. Unfortunately, these waters are currently subject to strong anthropogenic pressure. This study aims to evaluate the physicochemical and microbiological quality of well water consumed in the Kombé district of Brazzaville. Four wells were identified and characterized. The characterization showed three wells equipped with the same protection and water rise systems and only one sampling point differed from the others by the water rise system. Thirty-three physicochemical parameters and nine microbiological parameters were evaluated using standardized and referenced methods. The results obtained reveal from the physicochemical point of view that the well water studied is poorly mineralized and all the physicochemical parameters meet WHO standards, except pH, the concentration of cadmium, chromium, phosphate ions as well as than silica in certain cases. Only one chemical family is highlighted: sodium and potassium chloride waters. Unfortunately, these waters are heavily loaded with *Escherichia. coli*, *Salmonella* and *Shigella*, total coliforms, *Pseudomonas aeruginosa*, total germs, staphylococci, yeasts and molds. They are unfit for human consumption and must undergo some preliminary treatments such as pH

correction with lime and disinfection with sodium hypochlorite.

Keywords: Evaluation, physico-chemical quality, microbiological quality, well water, Kombé, Brazzaville

1. Introduction

L'eau constitue un élément important dans la ration alimentaire de l'homme et dans les nombreuses activités dictées par les conditions de vie. La quantité tout comme la qualité de l'eau est un des indicateurs à considérer dans l'appréciation du niveau de satisfaction de l'homme en matière d'eau (Toponi, 2013). Disposer d'une eau de bonne qualité améliore considérablement la santé humaine. Elle apporte à l'organisme des éléments dont il a besoin pour bien fonctionner (Chouti, 2007). Adopté en 2003, le « Code de l'eau » est le principal document de la stratégie nationale en matière d'eau. Ce code est complété par des textes législatifs portant notamment sur le transfert de compétences de l'État aux collectivités locales et sur la détermination du patrimoine des collectivités. À Brazzaville, tous les ménages ne sont pas abonnés à La Congolaise Des Eaux (LCDE). Ce qui pousse certains habitants de certains quartiers, comme Kombé, à consommer les eaux de puits. En effet, dans l'arrondissement 8 Madibou situé au sud de Brazzaville, la population de Kombé n'a toujours pas accès à l'eau potable de la LCDE. Pour pallier à ce problème, elle est obligée de consommer les eaux souterraines, notamment celles de puits et de certaines sources de fortune (Louzayadio Mvouezolo, 2019). Une situation plus incompréhensible, car ce quartier est longé par le fleuve Congo, le deuxième fleuve le plus puissant du monde par son débit, après l'Amazon (Fquyau, 1989 ; Laraque *et al.*, 1996). Avec une population estimée à plus de 20000 habitants (Médecine d'Afrique, 2015), dans le quartier Kombé, presque tous les ménages ont un puits creusé dans leur propriété. Ceci montre à quel point les habitants de ce quartier consomment les eaux de puits qui ne sont pas exemptes de contamination microbiologique et physico-chimique pour la plupart. Ainsi, l'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de puits consommées dans le quartier Kombé à Brazzaville.

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

Brazzaville est située sur la rive droite du fleuve Congo, elle s'étend environ sur 30 kilomètres avec une altitude de 335 mètres, entre 4°13 et 4°18 de latitude Sud et entre 15°13 et 15°18 de longitude Est (Koua *et al.*, 2011 ; Vennetier, 1966). Administrativement, elle est découpée en neuf (09) arrondissements à savoir : Makélékélé, Bacongo, Poto-poto, Moundali, Ouenzé, Talangaï, M'filou, Madibou et Djiri. Dans le cadre de cette présente

étude, elle a été réalisée dans l'arrondissement Madibou, quartier Kombé (Figure 1).

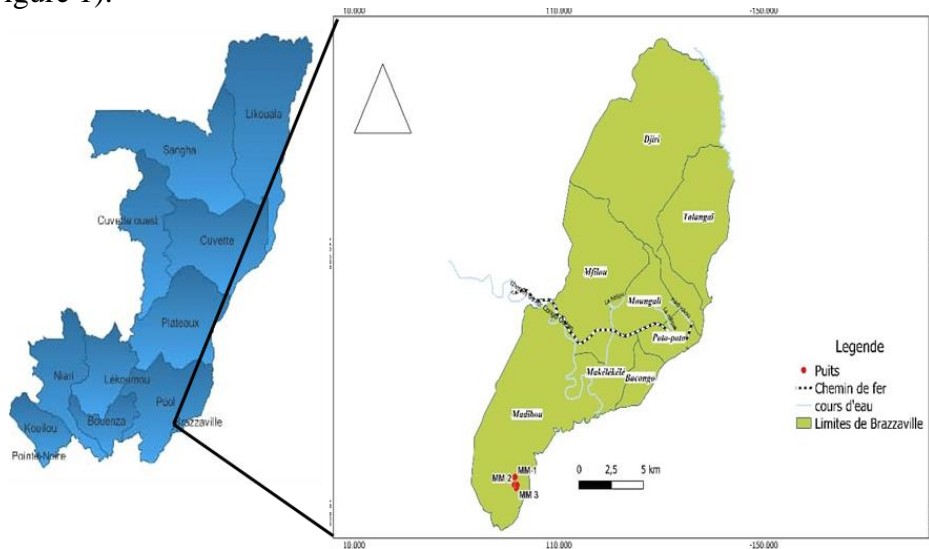


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

2.2. Méthodes d'enquêtes

Les enquêtes ont été menées auprès des populations utilisatrices des eaux de puits. Elles ont été réalisées sur la base d'un questionnaire et des observations, en vue de l'identification et la caractérisation des différents sites de prélèvement.

2.3. Prélèvements des échantillons

Les échantillons destinés aux analyses physico-chimiques ont été prélevés dans des bouteilles en Polyéthylène Téréphtalate (PET) de la société l'Industrie de Transformation et d'Emballage (ITE) de Brazzaville, propres, de 1,5 L à l'aide d'un seau lesté, et ceux destinés aux analyses microbiologiques ont été prélevés dans des flacons stériles à usage unique, de 100 mL, délivrés par l'ITE de Brazzaville. Les échantillons des différents prélèvements ont été transportés au laboratoire de l'ITE le même jour pour être analysés. Au total, trois (03) campagnes de prélèvement ont été réalisées en février 2021 qui correspond à la petite saison sèche.

2.4. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Les différentes analyses ont été réalisées au laboratoire de l'Industrie de Transformation et d'Emballage de Brazzaville. Trente-trois (33) paramètres physico-chimiques ont été analysés. Le tableau 1 résume les différentes méthodes et les équipements utilisés.

Tableau 1. Méthodes et équipements utilisés

Paramètres physico-chimiques	Références de la méthode	Equipements
Aspect et Odeur	-	Organes de sens
pH et potentiel redox	NF T 90-008 (53)	Multi-paramètre ADWA AD12/131/8000
EC et TDS	NF EN 27888 (94)	Multi-paramètres ADWA AD/8000
Turbidité, TAC, HCO_3^- , NH_4^+ , Cd^{2+} , Cl^- , Cr^{3+} , Cu^{2+} , F^- , Fe, Pb^{2+} , Mn^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+} , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , K^+ , SiO_2 , SO_4^{2-} et Zn^{2+} , Cl_2 total	Méthode spectrophotométrique	Spectrophotomètre La Motte 2000-02 Smart Spectro 2
THT, Ca^{2+} et Mg^{2+}	NF T 90-003 (84)	Kit dureté totale, calcique et magnésique LaMotte CODE 4824-LT-02
Na^+	Sodium calculator	Ordinateur

EC : Conductivité électrique ; pH : Potentiel d'hydrogène ; TDS : Sels totaux dissous ; TAC : Titre alcalimétrique complet ; THT : Titre hydrotimétrique

2.5. Méthodes d'analyses microbiologiques

Les analyses ont été réalisées en utilisant la méthode de dénombrement en milieu solide, précisément la technique de filtration sur membrane. La méthode consiste à faire passer 100 mL d'un échantillon d'eau à travers une membrane cellulosique ayant des pores de diamètre uniforme égale à 0,45 µm. Après filtration, cette membrane est déposée dans la boîte de pétri contenant le milieu de culture solide et incubée à une température appropriée. Les germes totaux ont été évalués dans 1 mL d'échantillon brut et/ou dilué par la méthode d'ensemencement en profondeur. Le tableau 2 donne les paramètres microbiologiques déterminés et les méthodes analytiques utilisées.

Tableau 2. Méthodes d'analyses microbiologiques

Paramètres microbiologiques	Références de la méthode	Milieus de culture	Température (°C) et temps d'incubation
<i>Escherichia. coli</i> (<i>E. coli</i>)	NF ISO 9308-2	<i>MacConkey Agar No.3</i>	35-37 (24-48h)
Coliformes totaux (CT)	NF ISO 9308-1		
<i>Salmonella Shigella</i> (SS)	NF ISO 6579	<i>Salmonella Shigella</i> (SS) Agar, Modified	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (PA)	NF ISO 16266-2	<i>Pseudomonas</i> Isolation Agar Base	30-37 (24-48h)
Germes Totaux (GT)	NF ISO 9308-2	Plate Count Agar	35-37 (24-48h)
Staphylocoques (Sta)	NF EN ISO 6888-1	Mannitol Salt Agar	35-37 (24-48h)
Levures / Moisissures (LM)	NF ISO 21527-1	M-Green Agar	25 (72h)

2.6. Traitement des données hydrochimiques

La fiabilité des analyses chimiques a été vérifiée par le calcul de l'erreur relative sur la balance ionique qui s'exprime en % selon l'équation (1) décrite par (Appelo *et al.*, 2005) :

$$BI = \frac{\sum \text{cations} - \sum \text{anions}}{\sum \text{cations} + \sum \text{anions}} \times 100 \quad (1)$$

Une analyse chimique des eaux est considérée représentative et acceptable que lorsque la balance ionique est inférieure ou égale à 10 %. La classification hydrochimique a été faite à l'aide du logiciel Diagramme (Version 6.72 du 04/03/2021), développé par Roland Simler, Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon.

3. Resultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Enquêtes

Les résultats des différentes enquêtes menées sont consignés dans les tableaux 3 et 4. Il en ressort que tous les puits investigués ont une profondeur de plus de 15 m et sont équipés de margelle, de dalle en ciment, de trappe de fermeture en fer, exempts de cuvelage. Le système de protection au niveau de chaque puits est défaillant. Ces puits sont exempts de système de drainage (Tableau 3).

La remontée d'eau, pour l'ensemble des points d'eau, est faite avec un seau lesté (Tableau 3). Ce qui est pénible pour les gens, car ils doivent fournir plus d'efforts pour remonter l'eau. Seul le puits MM2 est équipé d'une poulie pour la remontée d'eau. Tous les puits investigués ne respectent pas la distance requise, de plus 15 m, entre le puits et la latrine la plus proche (WHO, 2011). En effet, deux puits sont situés à une distance comprise entre 5 et 10 m et deux autres à une distance comprise entre 10 et 15 m (Tableau 4).

Tableau 3. Caractéristiques des puits investigués

Puits	Margelles	Accessoires de remontée d'eau	Profondeurs	Cuvelages	Couvertures du puits	Trappes de fermeture
MM1	0,60 m	Seau lesté	Plus de 15 m	Sans cuvelage	Dalle en ciment	En fer
MM2	0,50 m	Seau lesté, lié à une poulie				
MM3	0,50 m	Seau lesté				
MM4	0,50 m	Seau lesté				

Tableau 4. Distance entre le puits et la latrine la plus proche

Distances (m)	Puits (Codes)	Pourcentage (%)	Type de latrines
[5-10]	MM2 et MM4	50	Puits perdus avec cuvelage en tonneau
[10-15]	MM1 et MM3	50	
Plus de 15	-	-	

3.1.2. Evaluation de la qualité physico-chimique

Les résultats des analyses physico-chimiques sont consignés dans le tableau 5.

➤ Paramètres organoleptiques et physiques

Le tableau 5 montre que les eaux sont acides, avec des valeurs moyennes de pH de 5,75, 5,90, 6,12 et 6,40 respectivement dans les points de prélèvement MM1, MM2, MM3 et MM4. Les observations sur l'aspect physique révèlent des eaux très "claires" et sans odeur. Les valeurs moyennes du potentiel redox et de la turbidité varient, respectivement, entre 122,40 et 137,53 mV et, entre 0,00 et 1,00 NTU. Les valeurs moyennes des TDS et de la conductivité électrique sont comprises entre 24,9 et 58,57 mg/L et, entre 49,80 et 117,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces faibles valeurs indiquent que ces eaux sont de faible minéralisation.

➤ Fiabilité des résultats

Les erreurs relatives sur la balance ionique des différentes eaux de puits étudiées sont représentées dans le tableau 7. Il ressort que les erreurs relatives sur la balance ionique des différentes eaux de puits étudiées sont inférieures 5 %, ceci montre que les analyses effectuées sont de bonne qualité et que les résultats obtenus peuvent être traités sans restriction.

Tableau 7. Erreurs relatives sur la Balance Ionique des eaux de puits étudiées

Ouvrages étudiés	Σ Cations (méq/L)	Σ Anions (méq/L)	BI (%)
MM1	1,3422	1,3322	0,37
MM2	1,1445	1,1430	0,07
MM3	1,5640	1,6352	2,23
MM4	0,7775	0,7776	0,01

Σ : somme ; BI : balance ionique

➤ Paramètres chimiques

Les valeurs moyennes du TAC et du THT sont très faibles et oscillent respectivement entre 7,67 et 28 mg/L et, entre 3 et 5 mg/L. Les eaux étudiées sont donc très douces (THT < 500 mg/L). Les teneurs moyennes en cations majeurs sont très faibles. Elles varient de 0,2 à 1,73 mg/L pour les ions calcium, de 0,16 à 0,60 mg/L pour les ions magnésium, de 0,63 à 3,27 mg/L pour les ions potassium et de 15,56 à 31,74 mg/L pour les ions sodium. Les faibles teneurs des ions calcium et magnésium dans ces eaux confirment le caractère très doux de ces eaux.

Tout comme les cations, les teneurs moyennes en anions sont faibles. Elles sont comprises entre 4,03 et 10,3 ; 9,58 et 38,74 ; 3 et 6,67 et entre 21,33 et 46 mg/L respectivement pour les ions chlorures, bicarbonates, sulfates et les ions nitrates. Le chlore total, le cuivre, les fluorures, le manganèse, le zinc, l'ammonium, les nitrites, le fer total, le plomb, le mercure et le nickel présentent des valeurs moyennes en-dessous des valeurs guides préconisées par l'OMS (OMS, 2017). Le cadmium, le chrome, les phosphates ainsi que la silice présentent des teneurs moyennes oscillant respectivement entre 0,04 et 0,015 ; 0,02 et 0,28 ; 0,02 et 11,93 et entre 7,67 et 15,67 mg/L. L'eau du puits MM1 présente la teneur moyenne la plus importante en phosphates, celle du puits MM2 en chrome et celle du puits MM3 en silice.

Tableau 5. Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques des eaux de puits étudiées

Paramètres	Unités	MM1	MM2	MM3	MM4	Normes OMS
Température	°C	25	25	25	25	12-30
Aspect	-	Claire	Claire	Claire	Claire	Claire
Turbidité	NTU	0,63	1	0,37	0	≤ 5
Odeur	-	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
pH	-	5,75	5,90	6,12	6,40	6,5-8,5
Potentiel redox	mV	127,9	137,53	129,40	122,40	≤ 250
TDS	mg/L	58,57	41,10	51,60	24,90	≤ 250
CE	µS/cm	117,1	82,20	103,13	49,80	≤ 500
TAC	mg/L	7,67	28,00	27,67	12,00	≤ 500
Bicarbonate	mg/L	9,58	34,14	38,74	14,63	≤ 500
THT	mg/L	4,67	3,00	5,00	3,00	≤ 500
Calcium	mg/L	1,73	0,40	1,07	0,20	≤ 70
Magnesium	mg/L	0,16	0,48	0,56	0,60	≤ 50
Ammonium	mg/L	0,19	0,23	0,23	0,13	≤ 1,5
Cadmium	mg/L	0,04	0,07	0,15	0,12	≤ 0,003
Chlorure	mg/L	10,3	4,49	8,5	4,03	≤ 250
Chlore Total	mg/L	0,46	0,07	0,09	0,06	≤ 0,5
Chrome total	mg/L	0,02	0,28	0,02	0,03	≤ 0,05
Cuivre	mg/L	0,26	0,00	0,01	0,00	≤ 2
Fluore	mg/L	0,13	0,01	0,01	0,00	≤ 1,5
Fer Total	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	≤ 0,3
Plomb	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	≤ 0,01
Manganese	mg/L	0,01	0,00	0,23	0,00	≤ 0,4
Mercure	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	≤ 0,006
Nickel	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	≤ 0,07
Nitrate	mg/L	46,00	21,33	38,33	22,33	≤ 50
Nitrite	mg/L	0,17	0,11	0,10	0,08	≤ 0,5
Phosphate	mg/L	11,93	1,47	0,54	0,02	≤ 5
Potassium	mg/L	3,23	0,63	3,27	1,60	≤ 250
Silice	mg/L	7,67	10	15,67	9,67	≤ 12
Sodium	mg/L	26,67	24,57	31,74	15,56	≤ 200
Sulfate	mg/L	6,67	5,33	6,67	3,00	≤ 500
Zinc	mg/L	0,00	0,00	0,01	0,00	≤ 3

EC : Conductivité électrique ; pH : potentiel d'hydrogène ; TDS : Sels totaux dissous ; TAC : Titre alcalimétrique complet ; THT : Titre hydrotimétrique

➤ **Faciès hydrochimiques**

Le diagramme de Piper des eaux de puits étudiées présente un chimisme caractérisé par un seul faciès global : chlorurée sodique et potassique. Ce qui implique que les ions sodium, potassium et chlorures sont dominants des quatre (04) points d'eaux (Figure 2).

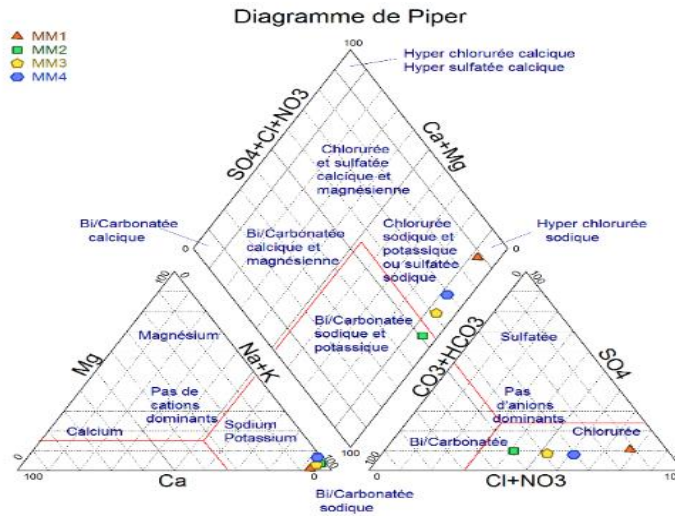


Figure 2. Diagramme de Piper des eaux de puits du quartier Kombé

3.1. 3. Evaluation de la qualité microbiologique

Le tableau 6 présente les résultats des analyses microbiologiques des eaux étudiées. Il ressort de ce tableau que toutes les eaux de puits sont contaminées par les *E. coli*, *Salmonella* et *Shigella* (SS), Coliformes totaux (CT), *Pseudomonas aeruginosa* (PA), Germes totaux (GT), Staphylocoques (Sta) et, levures et moisissures (LM) et, sont impropres à la consommation humaine. Toutes les valeurs obtenues sont supérieures aux valeurs guides OMS (OMS, 2017).

Tableau 6. Résultats des analyses microbiologiques des eaux de puits étudiées

Paramètres Code échantillon	E. Coli	SS	CT	PA	GT	Sta	LM
MM1	8	61	>100	73	>100	57	Présence
MM2	6	11	55	29	>100	2	Présence
MM3	39	>100	>100	46	>100	42	Présence

MM4	>100	>100	>100	>100	>100	41	Présence
Nomes OMS	0 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	100 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL	Présence/Absence

E. Coli : *Escherichia coli* ; SS : *Salmonella et Shigella* ;

3.2. Discussion

Les enquêtes montrent une mauvaise gestion des puits et l'absence de couvage pourrait accentuer les risques de contamination des eaux (WHO, 2006). Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux de puits du quartier Kombé montrent que ces eaux sont acides et très agressives pour l'estomac, avec des valeurs moyennes de pH comprises entre 5,75 et 6,40. Signalons qu'en dessous de 6,5, l'eau est corrosive et au-dessus de 8,5, il pourrait y avoir risque d'entartrage. Cette acidité peut être responsable de la formation des acides trichloracétiques (HAAs) (Reckhow et Singer, (1985) lors de la désinfection par chloration.

Les caractères acides et agressifs des eaux souterraines de la ville de Brazzaville avaient déjà été signalés par Barhé *et al.*, (2013), par Makomo *et al.*, (2018), par Louzayadio Mvouezolo, (2019), par Essouli *et al.*, (2020) et par Ngouala Mabonzo *et al.*, (2020). Cette acidité peut être liée à la solubilité de la silice ou aux réactions secondaires d'oxydation des composés organiques et de précipitation d'hydroxydes ferriques très présent dans ce milieu ferrallitique essentiellement siliceux (Boeglin, 2008 ; Audri, 2008). Mais aussi en zone tropicale humide, l'acidité des eaux souterraines proviendrait principalement de la décomposition de la matière organique végétale, avec la production de CO_2 dans les premières couches du sol. La présence dans l'eau de CO_2 provenant des sols faciliterait l'hydrolyse des minéraux silicatés et la formation des ions HCO_3^- (Allassan, 1994 ; Rodier *et al.*, 2009).

Les valeurs moyennes de la turbidité sont très inférieures à la valeur maximale tolérée par l'OMS (≤ 5 NTU). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Gbohaida *et al.*, (2016), dans leur étude menée sur la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin et, sont aussi proches de ceux obtenus par Badadjide *et al.*, (2011). Les valeurs moyennes du TDS et de la conductivité électrique obtenus, pour l'ensemble des points d'eau, varient entre 24,9 et 58,57 mg/L et, entre 49,8 et 117,1 $\mu S/cm$. Les valeurs de la conductivité électrique obtenues sont semblables à celles obtenues par Louzayadio Mvouezolo, (2019). Ces faibles valeurs de la conductivité électrique indiquent que ces eaux sont faiblement minéralisées. La faible minéralisation des eaux souterraines de la ville de Brazzaville avait déjà été révélée par Makomo *et al.*, (2019), et par Matini *et al.*, (2009).

Les paramètres chimiques comme le TAC, les bicarbonates, le THT, le calcium, le magnésium, les chlorures, le Chlore Total, le cuivre, les fluorures, le manganèse, les sulfates, le zinc, le sodium, le potassium, l'ammonium, les nitrates, les nitrites, le fer total, le plomb, le mercure et le nickel présentent des valeurs moyennes inférieures à celles préconisées par l'OMS pour l'eau de boisson. Les valeurs moyennes des ions cadmium sont supérieures à la valeur maximale tolérée par l'OMS ($< 0,003$ mg/L), pour l'ensemble des points d'eau. Cela pourrait être expliqué par la lithologie du sol et par l'intensification des activités maraichères dans la zone d'étude (Moulemvo, 2006 ; Moustier *et al.*, 2022). Les éléments chrome, silice et phosphates se distinguent également des autres, car ils montrent des valeurs moyennes supérieures aux valeurs guides OMS dans certaines eaux étudiées, il s'agit : des puits MM1 ($PO_4^{3-} > 5$ mg/L), puits MM2 ($Cr^{3+} > 0,05$ mg/L) et puits MM3 ($SiO_2 > 12$ mg/L).

Ainsi, les paramètres les plus déclassant pour l'usage eau de boisson sont le pH et le Cadmium, pour lesquels 100 % des points d'eau analysés ont des teneurs moyennes hors normes.

Le faciès chloruré sodique et potassique des eaux souterraines du quartier Kombé avait été déjà observé par Moukolo, (1984) et Louzayadio Mvouezolo, (2019).

Les résultats microbiologiques montrent que toutes les eaux de puits étudiées sont contaminées par les *E. coli*, *Salmonella* et *Shigella*, coliformes totaux, *Pseudomonas aeruginosa*, Germes totaux, staphylocoques et levures et moisissures et qu'elles sont impropres à la consommation humaine par comparaison aux valeurs guides de l'OMS. Cependant, les charges bactériennes les plus élevées sont observées pour les germes totaux (GT) et les coliformes totaux (CT) sur les quatre (04) points de prélèvement retenus. La présence d'*E. coli* dans les eaux analysées indique une contamination récente par des matières fécales.

La présence d'une grande densité bactérienne dans ces eaux pourrait s'expliquer par le fait que tous les puits ne respectent pas la distance requise de plus 15 m, entre le puits et la latrine la plus proche, ainsi que par l'absence de cuvelage, qui accentuent fortement les risques de contamination des points d'eau. Une désinfection est nécessaire avant toute utilisation. Ces résultats corroborent avec ceux obtenus par Louzayadio Mvouezolo, (2019) et Louzayadio Mvouezolo *et al.*, (2021) sur les eaux souterraines du quartier Kombé.

Conclusion

Ce travail a permis d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de puits consommées dans le quartier Kombé à Brazzaville. Des quatre puits étudiés, trois (03) sont dotés des mêmes systèmes

de protection et de remontée d'eau. Les eaux souterraines de quartier Kombé sont acides avec des valeurs de pH comprises entre 5,75 et 6,40. Hormis le pH, le cadmium, le chrome, les phosphates et la silice, tous les autres paramètres correspondent aux normes de l'OMS et les eaux étudiées sont faiblement minéralisées. Un seul type de faciès chimique caractérise ces eaux : les eaux chlorurées sodique et potassique. Sur le plan microbiologique, ces eaux contiennent des fortes charges en *E. coli*, *Salmonella* et *Shigella*, coliformes totaux, *Pseudomonas aeruginosa*, germes totaux, staphylocoques et levures et moisissures et sont impropres à la consommation humaine. Une désinfection à l'hypochlorite de sodium ou de calcium est requise avant toute consommation.

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. Allassan, B.-M., 1994. Etude de la pollution bactériologique de la nappe phréatique à partir d'une latrine en Afrique Subtropicale. Thèse de Doctorat n°1276, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 251p.
2. Appelo C.A.J. & Postma D., 2005. Geochemistry, groundwater and pollution. Amsterdam, 2nd edition, AA Bakelma, 647 p.
3. Audri, S., 2008. Polymetallic pollution in fluvial environments: Environmental impact of metals derived from mining activities (Example of the Lot-Garonne system, France). Scientific Seminar, Summer School, July 1 to 3, 2008. Marien Ngouabi University, Faculty of Sciences, Brazzaville - Congo.
4. Badadjide, C., Vissin E., Ouassa K. et Adekambi, A., 2011. Qualité d'eau consommée par la population et les maladies hydriques dans la commune de Kétou (Bénin), Université d'Abomey-Calavi, XXVI^{ème} colloque de l'Association Internationale de climatologie, p. 81-86.
5. Barhe, A. et Bouaka F., 2013. Caractérisation Physicochimique et Chloration des Eaux de Puits Consommées dans la Ville de Brazzaville-Congo. J. Mater. Environ. Sci. 4(5) : p.605-612.
6. Boeglin, J.L., 2008. General information on water chemistry. Scientific seminar, Summer school. Marien Ngouabi University, Faculty of Sciences, Brazzaville - Congo.

7. Chouti, W. K., 2007. Evaluation de la qualité des eaux de puits couverts munis de pompe dans la commune de Porto-Novo (Mémoire de Master). Repéré à <https://www.memoireonline.com///10/10/3944/Evaluation-de-la-qualite-des-eaux-des-puits-couverts-munis-de-pompe-dans-la-commune-de-Porto-Novo.html>. doi: 10.11648/j.ijema.20210905.16
8. Essouli, O. F., Miyouna, T., Essouli Kessimpou, P., Boudzoumou, F., Matini, L. et Faye, S., 2020. Hydrochimie des eaux de surface et souterraines de la partie nord de Brazzaville : origine et processus de minéralisation. *Revue RAMReS - Sci. Appl. & de l'Ing.*, Vol.2(1). 1-15 p.
9. Fquyau B.1989. Hydrologie des grands fleuves du Congo, ORSTOM, Brazzaville, 7p.
10. Gbohaida, V., Agbangnan, D.C.P., Ngossanga, M.B., Medoatinsa, S. E., Dovonon, L. F. C., Wotto, D. V., Avlessi, F. et Sohounhloue, D. C. K., 2016. Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin : Cotonou et Dassa-Zoumè. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(1) : 422-434 p.
11. Koua O.J. & Nzaou S., 2011. Perspective de la population congolaise de 2007 à 2020, CNSEE, 11 p.
12. Laraque A. & Olivry J. C. 1996. Evolution de l'hydrologie du Congo-Zaïre et de ses affluents rive droite et dynamique des transports solides et dissous, l'hydrologie tropicale : géoscience et outil pour le développement (Actes de la conférence de Paris, mai 1995), IAHS Pub.no.238, 271-288.
13. Louzayadio Mvouezolo R. F., 2019. Qualité des eaux consommées par les populations de la Ville de Brazzaville, Mémoire de doctorat unique, Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, 198 p.
14. Louzayadio Mvouezolo R.F., Ayessou N., Nkounkou Loumpangou C., Tchoumou M., Mar Diop C.G. and Ouamba J-M., 2021. Vulnerability to Microbiological Pollution of Tap Water and Groundwater Consumed in the Southern Zone of the City of Brazzaville (Republic of the Congo). *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 9(5), 152-161.
15. Makomo, H., Ntalani, H., Dissima, M-EL., Bouaka, F. et Ouamba, J-M., 2019. Caractérisation physico-chimique et étude sur la mise en équilibre calco-carbonique des eaux de trois forages de la ville de Brazzaville, Congo. *Afrique SCIENCE* 15 (5) : 101-115 p.
16. Matini, L., Moutou, J. M. et Kongo-Mantono, M. S., 2009. Evaluation hydro-chimique des eaux souterraines en milieu urbain au Sud-ouest de Brazzaville. *Afrique SCIENCE* 05 (1) : 82-98 p.

17. Moukolo N., 1984. Ressources en eau souterraine et approvisionnement. Essai d'analyse socio-économique en région équatoriale humide (régions de Brazzaville et Pointe-Noire, Congo). Thèse de doctorat du 3 cycle, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 201 p.
18. Moulemvo A. 2006. Agriculture urbaine et développement durable : le cas des exploitants de la ceinture maraîchère de Brazzaville, *Revue Organisations & territoires*, 15 (01) : 31-39.
19. Moustier P., Ofouémé-Berton Y. et Milongo F. 2022. Approvisionnement de Brazzaville en légumes : premiers éléments, *agritrop.cirad.fr*, 21p.
20. Ngouala Mabonzo, M., Mbilou, U. G. et Koussoube, Y., 2020. Hydrochimie des eaux souterraines du bassin versant de la Loua au Sud de Brazzaville, Congo. *Am. J. Innov. res. appl. sci* ; 11(5) : 120-128 p.
21. Organisation mondiale de la santé (OMS). 2017. Directives de qualité pour l'eau de boisson, 4^{ème} édition intégrant le premier additif, Genève, 564p.
22. Reckhow, D. A. et Singer, P. C., 1985. Eds. Jolley R. I., Jacob V. A., vol. 5, Chelsea, MI. Chapter 96.
23. Rodier J., Merlet N. & Legube B., 2009. Analyse de l'eau. Paris, 9^{ème} édition, Dunod, 1579 p.
24. Toponi. 2013. Contribution à l'étude bactériologique de l'eau de boisson vendue en sachet au marché central de la ville de Kisangani, Mémoire inédit, Faculté de Médecine, UNIKIS, 32 p.
25. Vennetier P., 1966. Géographie du Congo Brazzaville, enseignement supérieure en Afrique Centrale, Gautier-Villas- Paris, 174 p.
26. World Health Organization (WHO). 2006. Protecting Groundwater for Health, managing the quality of drinking-water sources, London, 689p.
27. World Health Organization (WHO). 2011. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Geneva, Switzerland, 564 p

Diversité Floristique de la Végétation de la Zone Centrale de l'Habitat des Girafes du Niger, Afrique de l'Ouest

Roumanatou Maman Moutari Danjouma
Maman Maarouhi Inoussa

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, Niger

Boubé Morou

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Dan Dicko Dankoulodo, , Maradi, Niger

Abdoul-Latif Hamani Noma

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, Niger

Mahaman Hamissou Illo Souley

Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Diffa, Diffa, Niger

Yacoubou Bakasso

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p96](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p96)

Submitted: 11 January 2024

Accepted: 27 March 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Maman Moutari Danjouma R., Inoussa M.M., Morou B., Hamani Noma A.L., Illo Souley M.H. & Bakasso Y. (2024). *Diversité Floristique de la Végétation de la Zone Centrale de l'Habitat des Girafes du Niger, Afrique de l'Ouest*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 96. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p96>

Résumé

La présente étude analyse la flore et la végétation en lien avec les variables environnementales de la zone centrale de l'habitat de la girafe. Les relevés floristiques ont été réalisés dans 60 placettes de 1000 m² et 94 de 2500 m² à l'aide de la méthode de Braun-Blanquet. Au total 103 espèces végétales ont été recensées. Ces espèces sont réparties en 84 genres dans 43 familles botaniques dont la plus importante est celle des Fabaceae (24 %), suivis par les Poaceae (10 %) les Malvaceae (7 %) et les Combretaceae (6 %). La Classification Hiérarchiques Ascendante a permis de distinguer quatre groupements végétaux au seuil de 74,76 % de similarité. Les variables

environnementales comme la géomorphologie, la végétation, la texture du sol, l'altitude ont un effet significatif sur la distribution des espèces et la structuration de la végétation. On note aussi une prédominance des Thérophytes et des espèces à large distribution telles que les Paléotropicales et les Pantropicales dans la zone. Ces résultats révèlent le degré d'exploitation de la végétation de la zone par les populations locales et l'aridité du climat sahélien.

Mots-clés: Variables environnementales, flore, girafe, zone centrale, Niger

Floristic Diversity of Vegetation in the Central Zone of Giraffe Habitat in Niger, West Africa

Roumanatou Maman Moutari Danjouma
Maman Maarouhi Inoussa

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, Niger

Boubé Morou

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Dan Dicko Dankoulodo, , Maradi, Niger

Abdoul-Latif Hamani Noma

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, Niger

Mahaman Hamissou Illo Souley

Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Diffa, Diffa, Niger

Yacoubou Bakasso

Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, Niger

Abstract

This study analyzes the flora and vegetation in relation to the environmental variables of the central zone of the giraffe habitat. Floristic surveys were carried out in 60 plots of 1000 m² and 94 of 2500 m² using the Braun-Blanquet method. A total of 103 plant species have been recorded. These species are divided into 84 genera in 43 botanical families, the most important of which is Fabaceae (9 %), followed by Poaceae Malvaceae (7 %) and Combretaceae (6 %). The Ascending Hierarchical Classification made it possible to distinguish four plant groups at the threshold of 74.76% similarity. Environmental variables such as geomorphology, vegetation, soil texture, and altitude have a significant effect on the distribution of species and the

structuring of vegetation. We also note a predominance of Therophytes and widely distributed species such as Paleotropicals and Pantropicals in the zone. These results reveal the degree of exploitation of the vegetation in the area by local populations and the aridity of the Sahelian climate.

Keywords: Environmental variables, flora, giraffe, central zone, Niger

Introduction

La transformation du milieu naturel par l'action de l'homme dans les zones semi-arides sahélo-soudaniennes de l'Afrique affaiblit davantage les écosystèmes face aux effets du changement climatique (Rasmussen et al., 2001; Sop et al., 2011). Ce dernier crée d'importantes variations environnementales qui se manifestent par la réduction du couvert végétal et des rendements agricoles, l'extension des terres nues (Bambara et al., 2013) et le déclin des forêts dans le Sahel ouest-africain (Belem et al., 2017; Ouédraogo & Thiombiano, 2012). Ainsi, à l'échelle planétaire la destruction des écosystèmes forestiers est assurément une des causes de la perte de biodiversité (N'DA et al., 2008).

Les effets de la sécheresse climatique sont plus dommageables lorsque les écosystèmes sont affaiblis par des perturbations anthropiques (Teague et al., 2004). Cette pression est encore plus prononcée dans l'habitat des girafes, où la disparition de certaines espèces végétales entraîne un déséquilibre de la flore de l'écosystème (Morou, 2010). L'impact sur les girafes et leur répartition est donc imminent. De plus, la saturation écologique et/ou sociale peut amener les girafes à se propager en dehors du cœur de la zone girafes, où elles sont plus susceptibles d'être braconnées (Suraud, 2011). La dispersion accrue des girafes à la recherche d'un habitat plus favorable (plus de ressources, moins de perturbations) peut également avoir un impact négatif sur les taux de croissance de la population (Suraud, 2011).

Face à la menace de réduction de la biodiversité, le Niger a basé la conservation de sa flore et de sa faune sur les Réserves Forestières et les Parcs Nationaux. A cet effet, la « zone centrale de la girafe » a été circonscrite zone de transition de la réserve de biosphère du w (Morou, 2010). Néanmoins, la conservation de la biodiversité au Niger reste un défi majeur. Il est donc nécessaire de trouver de nouvelles solutions pour y faire face (Jiagho, 2018).

Les informations et connaissances apportées par la recherche scientifique sont nécessaires à la mise en œuvre de programmes alliant la conservation de la biodiversité et le développement durable du pays. Cette recherche a été initiée dans le cadre de la conservation des girafes et de leur habitat. En effet, les inventaires de la flore et les études de groupes végétaux (Abdourhamane et al., 2013; Inoussa, 2011; Mahamane, 2005; Morou, 2010; Souley, 2022) constituent les informations les plus importantes, notamment

les données de base pour la recherche portant sur la diversité spécifique, le développement de systèmes de gestion forestière, d'aménagement et de conservation de la nature (Lubini, 1982). Les données issues de ses travaux serviront de base dans la conservation de la flore et de la faune de la zone et par la même occasion celle du dernier troupeau des girafes d'Afrique de l'Ouest.

Ainsi, ce travail a pour objectifs (i) d'évaluer la diversité floristique de la zone centrale de l'habitat de la girafe et (ii) de caractériser les groupements végétaux en recherchant les corrélations avec les facteurs écologiques.

1- Matériel et Méthodes

1.1- Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude correspond à la vallée du Dallol Bosso qui est la zone centrale de distribution des girafes. Elle s'étend sur une partie de la région de Tillabéry et celle de Dosso. Elle est comprise entre 2°30' et 3°30' de longitude Est et 13°20' et 14°30' de latitude Nord (**Figure 1**). Elle regroupe les communes rurales de Kouré, Harikanassou et N'Gonga, toutes situées au Sud-Est de Niamey la capitale du Niger. Elle comprend une diversité d'écosystèmes : brousses tigrées, brousses diffuses, cordons rupicoles, steppes et parcs agroforestiers. Elle est à forte densité humaine et fait face à une intense exploitation de ses ressources naturelles. La zone centrale est constituée de trois zones principales : le plateau de Kouré, le Dallol Bosso Nord, et la Zone Intermédiaire qui lie ces deux zones (Morou, 2010).

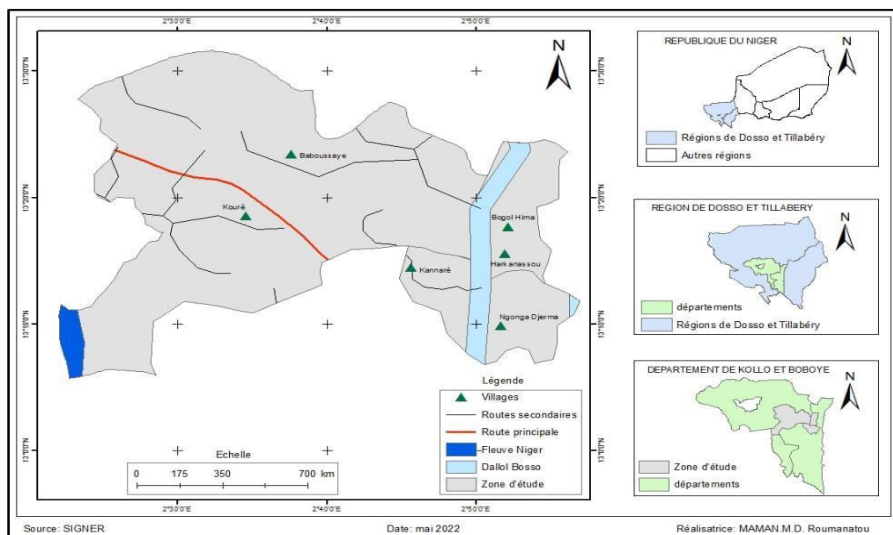


Figure 1. Carte de localisation de la zone centrale de l'habitat de la girafe

1.2- Collecte des données

Taille de l'échantillon et méthode d'échantillonnage : Les sites échantillonnés dans la zone d'étude sont les terroirs de Kouré, Baboussaye (zone des plateaux), Kannaré (zone intermédiaire), Harikanassou, Bogol Hima et N'Gonga Zarma (zone des dallols) définis par (Ambouta, 2006) selon leurs caractéristiques géomorphologiques et l'unité d'occupation des sols. La méthode d'échantillonnage utilisée est de type systématique (Mahamane & Saadou, 2008). Les transects ont été disposés selon les quatre directions Est, Ouest, Nord et Sud ; sur chaque transect quatre à cinq placettes sont placées dans les villages selon la distance par rapport au prochain village. Les placettes ont été placées sur chaque transect à égale distance de 500 m et la première placette a été placée à 2 km du centre du village.

Collecte des données : Les relevés ont été effectués dans des placettes de 2500 m² (50 m x 50 m) dans les agrosystèmes et celles de 1000 m² (50 m x 20 m) dans les formations contractées (Thiombiano et al., 2016). Dans cette étude 154 relevés ont été effectués.

Les relevés phytosociologiques ont été réalisés selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet sur la base de l'homogénéité floristique et écologique des stations (Gounot, 1969). Les espèces recensées (ligneuses et herbacées) se voient attribuer un facteur de dominance/d'abondance qui correspond à l'abondance et au poids de l'espèce au sein de la phytocénose (Guinochet, 1973). Les coefficients d'abondance- dominance ont été attribués aux espèces suivant les critères établis par Braun-Blanquet en 1932 (Souley, 2022) :

5: espèce couvrant 75 à 100 % de la surface du relevé soit un recouvrement moyen de 87,5%

4: espèce couvrant 50 à 75% de la surface du relevé, soit un recouvrement moyen de 62,5% ;

3: espèce couvrant 25 à 50% de la surface du relevé, soit un recouvrement moyen de 37,5% ;

2: espèce couvrant 5 à 25% de la surface du relevé, soit recouvrement moyen de 15% ;

1: espèce couvrant 1 à 5% de la surface du relevé, soit un recouvrement moyen de 3% ;

+: espèce couvrant moins de 1 % de la superficie du sol, soit un recouvrement moyen de 0,5 %.

1.3- Analyse des données

1.3.1- Paramètres floristiques

- La **richesse floristique(S)** qui est le nombre des espèces et leurs répartitions taxonomiques.

- La **fréquence spécifique (Fn)** de chaque espèce est donnée par la formule suivante :
$$Fn(\%) = \frac{ni}{N} * 100$$
 (Eq1)

où **N**= nombre de point de lecture et **ni**= nombre de point où l'espèce **i** a été rencontrée.

- Le calcul du **recouvrement moyen (Rmi)** des espèces végétales : il se calcule par la formule ci-après :
$$Rmi = \frac{\sum Ri}{N} \times 100$$
 avec **Ri** : recouvrement global de l'espèce **i** et **N** : nombre de relevé.

- La **diversité floristique alpha** en calculant :

- L'**indice de diversité alpha** de Shannon et Weaver (**H'**) qui est défini par :
$$H' = - \sum_{i=0}^n Pi \log^2 Pi$$
 (Eq2)

Où **pi** (compris entre 0 et 1) = Abondance relative de l'espèce **i** dans l'échantillon total auquel appartient l'espèce.
$$pi = \frac{ni}{\sum ni}$$
 avec **ni** comme recouvrement moyen de l'espèce **i** et $\sum ni$ comme recouvrement total de toutes les espèces.

- Le **coefficient d'équitabilité (E)**

L'équitabilité est une mesure du degré de diversité atteint par le peuplement.

Ainsi, le coefficient d'équitabilité est donné par la formule suivante :
$$E = \frac{H'}{\log_2(S)}$$
 (Eq3)

E = équitabilité de Piélou ; **H** = Indice de diversité de Shannon-Weaver ; **S** = nombre total d'espèces constitutives du groupement, **log₂(S)** = diversité spécifique maximale de Shannon.

- Le **Coefficient de Similitude de Sorensen** (Thiombiano et al., 2016)

Il exprime l'existence d'une communauté floristique entre deux groupements comparés entre eux. Il se calcule selon la formule :

$$Cs = \frac{2C}{A+B}$$
 (Eq4)

avec **A** le nombre d'espèces du groupement 1 ; **B** celui du groupement 2 et **C** le nombre d'espèces communes aux deux groupements. Si "**Cs**" est supérieur à 50 %, alors les groupements comparés appartiennent à une même communauté.

- Le **Coefficient générique** : Selon Ake Assi, (1984), une flore est d'autant plus diversifiée qu'elle comprend moins des grands genres plurispécifiques.

$$Coeff = \frac{G}{E}$$
 (Eq5)

avec **G** = nombre de genres et **E** = nombre d'espèces

- L'appréciation des stratégies de vie (types biologiques) et l'étude de la distribution géographique (types phytogéographiques) des espèces peuvent se faire à l'aide de l'étude des spectres brut et pondéré (Inoussa, 2008; Mahamane, 2005; Oumorou, 2003).

* **Spectre brut** : indique la proportion centésimale des espèces appartenant à chaque catégorie considérée. Il est donné par la formule suivante :

$$SB = \frac{ni \times 100}{N} \quad (Eq6)$$

avec ni le nombre d'espèces ayant le même types biologiques ou phytogéographique, N est le nombre total de l'ensemble des espèces recensées.

* **Spectre pondéré** : est calculé en attribuant à chaque espèce un intervalle de valeur correspondant à son coefficient d'abondance-dominance pour l'ensemble des relevés contenant les espèces de la catégorie considérée. Ainsi on a : (+) = 0,5 ; (1) = 3 ; (2) = 15 ; (3) = 37,5 ; (4) = 62,5 et (5) = 87,5 %.

$$SP = \frac{Rmi \times 100}{N} \quad (Eq7)$$

avec Rmi le recouvrement moyen des espèces ayant le même type biologique ou phytogéographique.

- **Types biologiques**

Les types biologiques utilisés étaient ceux définis par Raunkiaer, (1934) : les Thérophytes (**Th**), les Hémicryptophytes (**H**), les Géophytes (**G**), les Chaméphytes (**Ch**) et les Phanérophytes (**Ph**). Ces derniers se répartissent en : mégaphanérophytes (**Mp**) ; mésophanérophytes (**mep**) ; microphanérophytes (**mp**) ; nanophanérophytes (**np**) ; phanérophytes lianescents (**Phgr**) (Inoussa, 2011) et les lianes microphanérophytes (**Lmp**).

- **Types phytogéographiques**

Ils sont adaptés des subdivisions chorologiques généralement admises pour l'Afrique (White, 1986) et déjà largement utilisés (Djégo, 2006; Morou, 2010). Il s'agit des :

Espèces à large distribution : les Cosmopolites (**Cos**) ; les Afro-Américaines (**AA**) ; les Pantropicales (**Pan**) et les Paléotropicales (**Pal**).

Espèces à distribution limitée au continent africain : les Afro-Malgaches tropicales (**AM**) ; les Afro-Tropicales (**AT**) ; les Pluri-régionales (**PA**) ; les Soudano-Zambéziennes (**SZ**) ; les Guinéo-Congolaises (**GC**) et les **i** : introduite.

Elément-base : les espèces Soudaniennes (**S**).

1.3.2- Traitements statistiques

L'identification des groupements végétaux a été effectuée à travers la Classification hiérarchique ascendante (CHA) sur une matrice de 154 relevés (objets) et 103 espèces (variables). Les groupements végétaux individualisés ont été soumis au test d'Indicator Species Analysis (ISA, ou Analyse des espèces indicatrices) afin de déterminer les espèces caractéristiques de chaque groupement (Souley, 2022).

Le nom de chaque groupement est obtenu avec les deux (2) espèces ayant les plus fortes valeurs indicatrices (VI) : une ligneuse et une herbacée. Le croisement entre les tableaux espèces-relevés et variables écologiques-relevés a été réalisé (Ibrahim et al., 2020), et les variables telles le nombre d'espèces, la géomorphologie (plateau, talus, glacis et bas-fond), la texture du sol (limono-argilo-sableuse, sablo-limoneuse), le type de végétation, l'altitude (faible, moyenne et haute), le recouvrement moyen et la densité (faible, moyenne et forte) ont été soumises à l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC).

Les analyses univariées ont été effectuées par le logiciel PCORD version 5 du logiciel PC-ORD 5 (Dufrene & Legendre, 1997).

2- Résultats

2.1- Richesse floristique

Au total, 103 espèces appartenant à 84 genres regroupés en 39 familles botaniques ont été recensées dans la zone d'étude. Les familles les mieux représentées sont celles des Fabaceae avec 24 %, suivis des Poaceae avec 10 %, des Malvaceae avec 7 %, et des Combretaceae avec 6 % (**Figure 2**).

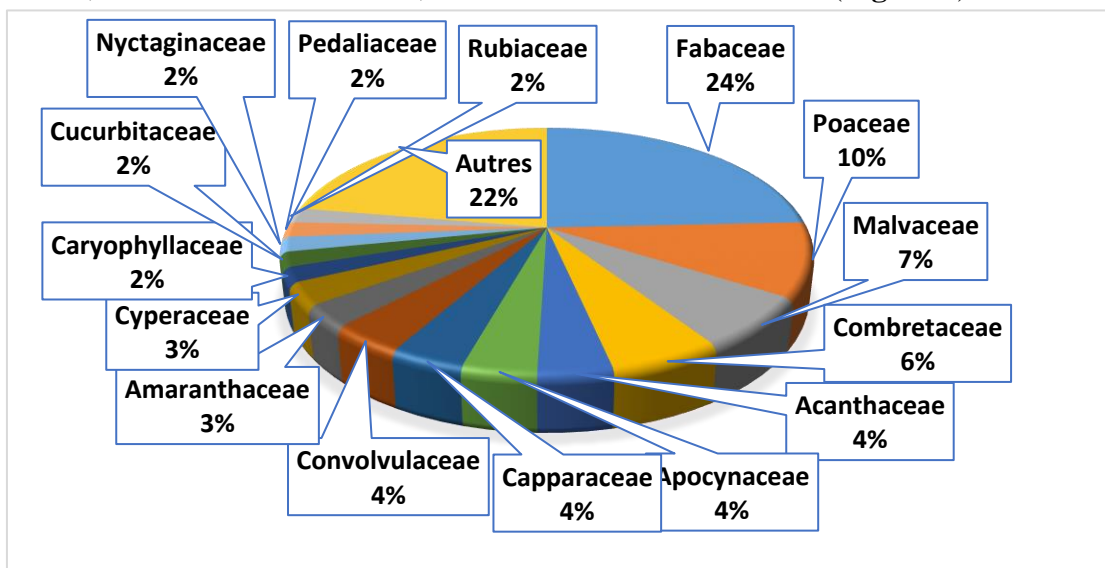


Figure 2. Fréquence relative des familles des espèces (ligneuses et herbacées) recensées dans la zone d'étude

2.2 Analyse globale des types biologiques

L'analyse des spectres des types biologiques montre une prédominance des thérophytes avec 42,42 % et une abondance des microphanérophytes avec 44,59 %. Ils sont suivis de loin par les chaméphytes et les nanophanérophytes (**Figure 3**).

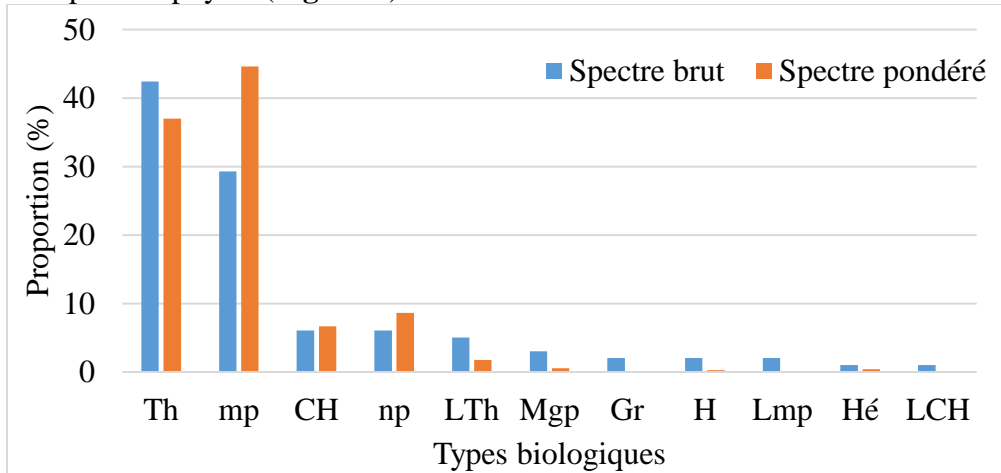


Figure 3. Spectres brut et pondéré des types biologiques

Th : thérophytes, mp : microphanérophytes, np : nanophanérophytes, CH : chaméphytes, LTh : lianes thérophytes, Mgp : mégaphanérophytes, h : hydrophytes, Gr : géophytes rhizomateux, Lmp : lianes microphanérophytes, Hé : hémicryptophytes, LCH : lianes chaméphytes.

2.3 Analyse globale des types phytogéographiques

La distribution phytogéographique montre une prédominance des espèces paléotropicales, pantropicales, plurirégionales et soudano-zambéziennes avec respectivement 21,21 ; 20,20 ; 17,17 et 16,16 %. Cependant, ce sont les Soudano-zambéziennes, les soudaniennes et les afro-tropicales les plus recouvrantes avec respectivement 20,73 ; 20,70 et 20,25 % (**Figure 4**). La **figure 5** quant à elle, montre que la zone d'étude est dominée par les espèces à distribution limitée au continent africain EDC (40 et 52 % respectivement pour le spectre brut et pondéré) et les espèces à large distribution (47 et 27 %). Les spectres brut et pondéré de l'élément-base sont respectivement de 13 et 21 %.

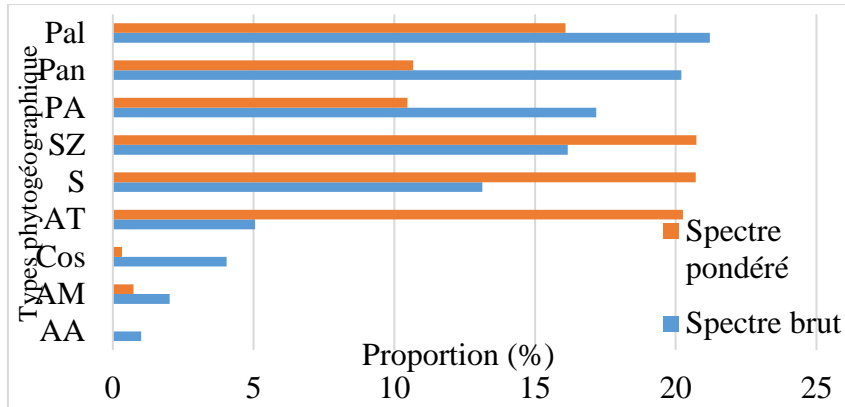


Figure 4. Spectre brut et pondéré des types phytogéographiques
 PA : plurirégionales, SZ : soudanno-zambéziennes, Pal : paléotropicales, Pan : pantropicales, S : soudaniennes, AM : afro-malgaches, Cos : cosmopolites, AT : Afro-tropicales

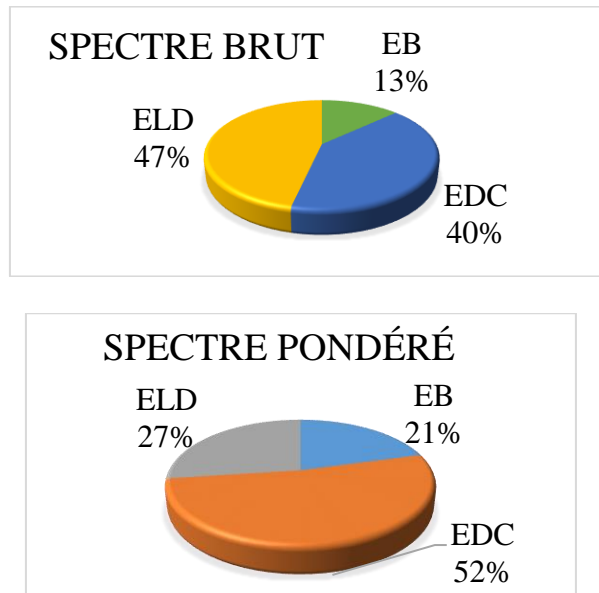


Figure 5. Répartition de l'élément base (EB), des espèces à distribution continentale (EDC) et à large distribution (ELD)

2.4- Classification hiérarchique ascendante et espèces caractéristiques des groupements

La CHA a permis de discriminer quatre (4) groupements végétaux (G1, G2, G3 et G4) au seuil de 74,76 % de similarité (**Figure 6**). Il s'agit des Groupements : G1 : Groupement à *Annona senegalensis* Pers. (VI : 33,9 %) et *Tephrosia lupinifolia* DC. (VI : 49,4 %) ; G2 : Groupement à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (VI : 26,4 %) et *Corchorus tridens* L. (47,6 %) ; G3 : Groupement à *Guiera senegalensis* J. F. Gmel. (30,7 %) et *Jacquemontia*

tamnifolia (L.) Griseb (45,6 %) ; et le G4 : Groupement à *Combretum micranthum* G. Don (VI : 82,8 %) et *Digitaria horizontalis* Willd. (43,5 %) (Tableau 1).

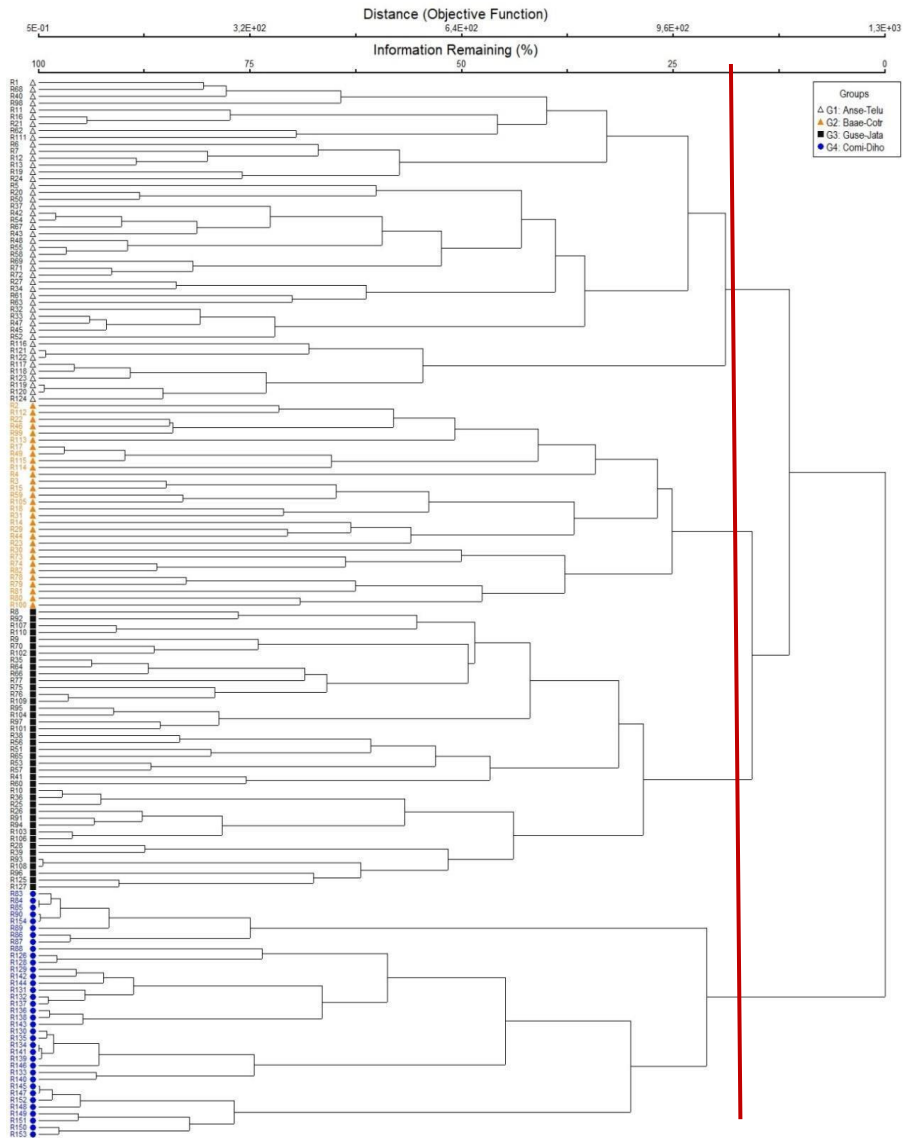


Figure 6. Dendrogramme des relevés

Tableau 1. Valeurs indicatrices des différents groupements

Column	Maxgrp	Valeurs Indicatrices observées		IV de groupes randomisés	
		(VI)	Mean	S.Dev	p *
1 <i>Tephrosia lupinifolia</i> DC.	1	49,4	11,7	2,54	0,001
2 <i>Annona senegalensis</i> Pers.	1	33,9	16	2,62	0,001
3 <i>Corchorus tridens</i> L.	2	47,6	10,1	2,49	0,001
4 <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	2	26,4	9	2,49	0,001
5 <i>Jacquemontia tannifolia</i> (L.) Griseb	3	45,6	15,4	2,62	0,001
6 <i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel	3	30,7	21,6	2,21	0,001
7 <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	4	43,5	7,6	2,27	0,001
8 <i>Combretum micranthum</i> G. Don	4	82,8	10,6	2,61	0,001

$p = (1 + \text{number of runs} \geq \text{observed}) / (1 + \text{number of randomized runs})$ *: $p < 0,05$ difference significative; **: $p < 0,001$ difference hautement significative.

2.5- Relations entre les groupements et quelques paramètres environnementaux

L'Analyse Canonique des Correspondances a permis d'apprécier les différentes relations qui existent entre les axes et les paramètres environnementaux. C'est ainsi que les trois (3) premiers axes factoriels expliquent à 7,5 % la variance totale pour 6,0897 % de l'inertie totale. Ces faibles valeurs mettent en évidence la dispersion des informations sur plusieurs axes factoriels (**Tableau 2**).

Tableau 2. Valeurs propres, pourcentage de variance expliquée par les trois premiers axes de la CCA et les corrélations (Pearson, Kendall)

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Inertie totale
Valeur propre	0,252	0,124	0,084	6,0897
Variance in species data				
% de la variance expliquée	4,1	2	1,4	
Cumulative % explained	4,1	6,2	7,5	
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0,788	0,788	0,682	
Kendall (Rank) Corr., Spp-Envt	0,601	0,547	0,503	

La matrice de corrélation (**Tableau 3**) montre que l'axe 1 est fortement corrélé avec le nombre d'espèces (0,725), faiblement corrélé avec le recouvrement moyen (0,069) et négativement corrélé avec la texture du sol (-0,803), la géomorphologie (-0,490), la végétation (-0,555), l'altitude (-0,569) et la densité (-0,365). L'axe 2 est faiblement corrélé avec le nombre d'espèce (0,109) et la texture du sol (0,238) et négativement corrélé avec le recouvrement moyen (-0,408), la densité (-0,232) et la végétation (-0,562) (**Tableau 3**).

Tableau 3. Corrélations "intra set*" de Ter Braak (1986) et "inter-set" pour 7 variables

	Caractéristiques environnementales	Corrélations*			Biplot Scores		
		Axe1	Axe2	Axe3	Axe1	Axe2	Axe3
1	N_Species	0.725	0.109	-0.003	0.364	0.038	-0.001
2	Géomorpho	-0.490	0.422	0.534	-0.246	0.149	0.155
3	Texture_sol	-0.803	0.238	-0.346	-0.403	0.084	-0.100
4	Végétation	-0.555	-0.562	0.291	-0.278	-0.198	0.084
5	Rec_moyen	0.069	-0.408	-0.185	0.035	-0.144	-0.054
6	Altitude	-0.569	0.579	0.506	0.285	0.204	0.146
7	Densité	-0.365	-0.232	-0.447	0.183	-0.082	-0.129

* Corrélations are "intrasets correlations" of ter Braak (1986)

Le nombre d'espèces et la végétation expliquent la répartition du groupement G1 à *A. senegalensis* et *T. lupinifolia* (As_Tl), le nombre d'espèces, la végétation et l'altitude expliquent la répartition du groupement G2 à *B. aegyptiaca* et *C. tridens* (Ba_Ct) et l'altitude, la géomorphologie expliquent la répartition de G3 à *G. senegalensis* et *J. tamnifolia* (Gs_Jt). Quant au groupement G4 à *C. micranthum* et *D. horizontalis* (Cm_Dh), il est lié à l'altitude, la géomorphologie, la texture du sol, la densité et la végétation. Les groupements G1 à As_Tl et G2 à Ba_Ct sont situés dans les basses altitudes sur des glacis et des bas-fonds, avec des sols à textures sablo-limoneuses et un nombre d'espèces élevé. Notons aussi que la densité des arbres est faible dans ces groupements.

Le groupement G3 à Gs_Jt est intermédiaire des formations naturelles et des agrosystèmes avec des relevés réalisés sur des talus dans les moyennes altitudes.

Enfin, le groupement G4 à Cm_Dh est situé dans les hautes altitudes, avec des arbres à moyennes et fortes densités sur des sols à texture limono-argilo-sableuse (**Figure 7**). Ces variables environnementales expliquent la répartition des groupements végétaux de la zone girafe.

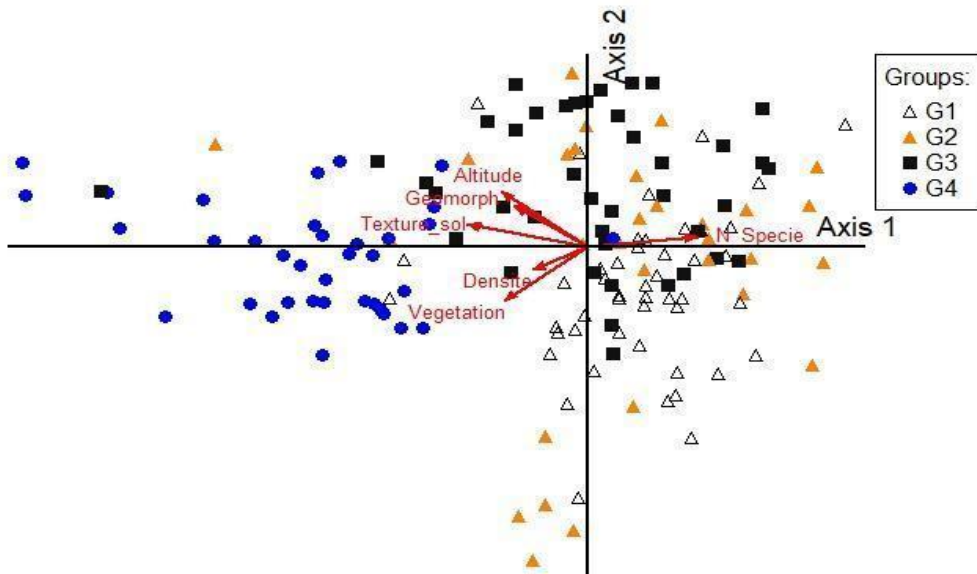


Figure 7. CCA des groupements végétaux par rapports aux variables environnementales
 G1 : Groupement à *Annona senegalensis* Pers. et *Tephrosia lupinifolia* DC. ; G2 :
 Groupement à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Corchorus tridens* L. ; G3 : Groupement à
Guiera senegalensis J. F. Gmel. et *Jacquemontia tamnifolia* (L.) Griseb ; et le G4 :
 Groupement à *Combretum micranthum* G. Don et *Digitaria horizontalis* Willd.

2.6- Degré de similarité entre les groupements

Les faibles valeurs du coefficient de Sorensen montrent qu’il n’existe pas de similarité entre les groupements (**tableau 4**).

Tableau 4. Coefficient de Sorensen entre les groupements

Groupements	G1	G2	G3	G4
G1	1			
G2	0,45	1		
G3	0,43	0,41	1	
G4	0,34	0,32	0,33	1

G1 : Groupement à *Annona senegalensis* Pers. et *Tephrosia lupinifolia* DC. ; G2 :
 Groupement à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Corchorus tridens* L. ; G3 : Groupement à
Guiera senegalensis J. F. Gmel. et *Jacquemontia tamnifolia* (L.) Griseb ; et le G4 :
 Groupement à *Combretum micranthum* G. Don et *Digitaria horizontalis* Willd.

2.7- Description des groupements végétaux

Suivant les seuils de variation des indices de diversité, tous les groupements sont moyennement diversifiés (**tableau 5**). Les groupements G1 et G2 se localisent sur les sols à texture sablo-limoneuse et en position de bas-fond et de glacis. Le groupement G3 se trouve sur des stations à texture sablo-argileuse dans les talus. Pour le groupement à *C. micranthum* et *D. horizontalis* (G4) la diversité est moyenne et il se localise sur les sols à texture limono-argilo-sableux dans le domaine des plateaux (**tableau 5**).

Les groupements G1, G2 et G3 correspondent aux agrosystèmes (champs, jachères) alors que le groupement G4 est celui des formations contractées (brousse tigrée).

Tableau 5. Diversité spécifique, équitabilité et paramètres écologiques des groupements

Groupements	G1	G2	G3	G4
Paramètres				
Richesse spécifique (S)	62	79	53	38
Rec Moyen (RM)	166,91	129,42	104,82	139,17
Indice de Shannon (H') en bits	3,36	3,55	3,13	2,56
Diversité maximale (Hmax)	5,95	6,3	5,73	5,25
Équitabilité de Piélou (E)	0,56	0,56	0,55	0,49
Nbre de relevés	47	30	41	36
Texte du Sol	sablo- limoneuse	sablo- limoneuse	sablo- argileuse	limono- argilo- sableux
Géomorphologie	bas-fond et glacis	bas-fond et glacis	talus	Plateau

G1 : Groupement à *Annona senegalensis* Pers. et *Tephrosia lupinifolia* DC. ; G2 : Groupement à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Corchorus tridens* L. ; G3 : Groupement à *Guiera senegalensis* J. F. Gmel. et *Jacquemontia tannifolia* (L.) Griseb ; et le G4 : Groupement à *Combretum micranthum* G. Don et *Digitaria horizontalis* Willd.

3- Discussion

Richesse floristique : L'inventaire floristique de la végétation de la zone centrale a permis d'identifier au total 103 espèces végétales. Ce nombre d'espèces inventorié est relativement faible par rapport aux 224 espèces de la même division phytogéographique inventoriées par (Morou, 2010). Cette différence peut s'expliquer par le fait que ses recherches couvraient un domaine plus vaste. De plus, les espèces végétales sont soumises à une forte pression d'exploitation qui conduit à leur disparition. La famille la plus représentative est celle des Fabaceae, suivis des Poaceae, des Malvaceae et des Combretaceae. La forte présence de plantes herbacées est due au bon développement du couvert herbacé pendant la période de collecte des données (fin de saison des pluies). Cette dominance des Poaceae a été rapportée par plusieurs études menées au Sahel, notamment par (Boubacar, 2010; Inoussa, 2008; Melom et al., 2015; Ouedraogo, 2009). Ce sont des espèces capables de faire face à des conditions environnementales sévères (Kaou et al., 2017). Les Fabaceae-mimosoidae et les Combretaceae sont indicatrices d'un climat généralement sec (Dimobe et al., 2012). Cela s'expliquerait par la faible pluviométrie et aux températures extrêmement élevées, reflétant l'aridité des climats soudanais et soudano-sahélien caractéristiques de la région.

Les Thérophytes sont les formes de vie les plus abondantes, suivis des phanérophytes. Cet avantage des Thérophytes s'explique par les conditions climatiques rudes qui caractérisent le milieu. Cela a été rapporté par plusieurs auteurs (Alhassane et al., 2017; Bio et al., 2021; Soumana, 2011). Dans la zone

sahélienne, la dominance des thérophytes dans une population reflète le degré de perturbation des écosystèmes (Houinato, 2001; Oumorou, 2003). Cet avantage apparent des Thérophytes par rapport aux chaméphytes et aux phanérophytes (qui restent accessibles au bétail) reflète l'avantage des plantes à survivre aux saisons rigoureuses sous une forme fortement déshydratée (à l'état de graines) tout en limitant les risques de prédation (Carriere, 1989). Les espèces paléotropicales sont les plus représentées alors que les espèces Soudano-zambéziennes sont les plus recouvrantes. La flore de la zone centrale de l'habitat de la girafe se caractérise distinctement par la forte présence d'espèces largement répandues et d'espèces dont la répartition est restreinte au continent africain, au détriment de l'élément de base. Cela s'explique par la forte pression exercée sur la végétation par les riverains et par la rigueur du climat. Ceci est un indice de perturbation (Moumouni et al., 2018; Souley, 2022).

Espèces caractéristiques des groupements : les valeurs indicatrices des groupements G1 (à As_Tl) ; G2 (à Ba_Ct) et G3 (à Gs_Jt) sont élevées, surtout pour l'herbacée qui constitue chaque groupement alors que pour le G4 (Cm_Dh) des formations naturelles c'est la valeur indicatrice de *C. micranthum* qui est la plus élevée. Ces valeurs indicatrices élevées des herbacées est le résultat du développement des activités pastorales dans la zone d'étude. En effet, la richesse de la flore herbacée augmente avec le développement pastoral à grande échelle (F. Achard et al., 2001; Fournier et al., 2000).

Relation entre les groupements et les paramètres écologiques : le nombre d'espèce et la végétation expliquent la répartition du groupement G1 à As_Tl, le nombre d'espèce et l'altitude expliquent la répartition du groupement G2 à Ba_Ct et l'altitude, la géomorphologie expliquent la répartition de G3 à Gs_Jt. Quant au groupement G4 à Cm_Dh, il est lié à l'altitude, la géomorphologie, la texture du sol, la densité et la végétation. Ces variables environnementales expliquent la répartition de la flore dans les zones centrales de l'habitat des girafes. Plusieurs auteurs ont réalisé cette analyse de la végétation, parmi lesquels (Karim, 2013) a montré que les vallées fluviales, les champs, les étangs, les plateaux, les basses terres et les terrasses ont une influence significative sur la structure de la végétation fluviale. Par ailleurs, (Souley, 2022) a montré que les propriétés du sol et l'altitude participent à la répartition de tous les taxons, tandis que certaines variables environnementales comme la latitude ont un impact faiblement significatif sur la répartition des taxons végétaux.

Description des groupements végétaux : le groupement G3 à Gs_Jt et le groupement G4 à Cm_Dh de cette étude sont proche en espèces caractéristiques à ceux obtenu par (Morou, 2010) qui sont le groupement à G.

senegalensis et *E. tremula* (dans les systèmes agricoles) et le groupement à *C. micranthum* et *M. indica* (dans les formations naturelles).

Les autres groupements de cette étude tels que G1 à As_T1 et G2 à Ba_Ct sont différents de ceux obtenus par (Morou, 2010). Il a obtenu les groupements à *Mitracarpus scaber* et *Zornia glochidiata* dans les jachères, les groupements à *Monechma ciliatum* et *Phyllanthus pentandrus* dans les champs de mil, les groupements à *Guiera senegalensis* et *Blepharis maderaspatensis* dans la brousse diffuse et les groupements à *Combretum nigricans* et *Mitracarpus scaber* dans les brousses tigrées. Il y a donc eu, une évolution de la végétation de la zone centrale de 2010 à 2022. Cette évolution est due à la modification du milieu naturel par l'action de l'homme.

La diversité floristique des groupements est moyenne à l'échelle de Shannon ; par conséquent, seules certaines espèces se partagent la dominance de ces communautés. Pour le groupement à Cm_Dh (G4) la faible valeur des indices de diversité peut être due à leur présence sur les zones de hautes altitudes. Par ailleurs, les groupements partagent un faible pourcentage de communauté floristique entre eux car les valeurs du coefficient de Sorensen obtenues sont inférieures à 0,5. Ceci peut résulter d'une différence édaphique entre les relevés constituant les groupements. Quant aux valeurs moyennes de l'équitabilité de Piélou sur les quatre groupements, elles témoignent un nombre satisfaisant d'espèces dominantes. Les conditions du sol expliquent la plus grande part de la variance de la diversité des espèces (Crispo, 2016). Lorsque la période est caractérisée par une succession de brousse tigrée constituant l'essentiel des formations d'années sèches, il y aura une contraction des bandes de végétation (Morou, 2010). La mortalité sera très importante dans la partie avale des bandes de végétation qui dès lors rétrécissent. La conséquence est une diminution du recouvrement de la végétation (Morou, 2010). Cela explique la faible diversité floristique dans Cm_Dh (G4).

Conclusion

Cette étude a permis de faire ressortir la diversité floristique, les types biologiques, chorologiques et les différents gradients qui permettent d'expliquer la répartition de la flore des groupements végétaux dans la zone d'étude. En effet, sur le plan phytosociologique, 103 espèces ont été recensées dans la zone d'étude, réparties en 84 genres dans 43 familles. Ce nombre représente 4,63% de la phytodiversité du Niger. Les Fabaceae, auxquelles s'ajoutent les Poaceae, les Malvaceae et les Combretaceae sont les familles les plus dominantes avec au moins 6 espèces par famille. La forte représentativité des thérophytes reflète les conditions écologiques particulièrement arides caractérisant le milieu sahélien alors que l'abondance des microphanérophytes montre l'aspect arbustif des peuplements ligneux. Du point de vue

chorologique, les espèces paléotropicales sont les plus représentées et les soudano-zambéziennes les plus recouvrantes. L'élément-base soudanien est moins représenté. Tous ces résultats indiquent le degré de pression et de perturbation subies par les écosystèmes de cette zone. Les données issues de ses travaux sont tangibles pour l'élaboration des stratégies de gestion et de conservation de la girafe et de son habitat.

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 résultats publiés dans cet article, est une partie des travaux de thèse d'Université de Roumanatou MAMAN MOUTARI DANJOURA conduits avec l'appui du Gouvernement de la République du Niger.

Références:

1. Abdourhamane, H., Morou, B., Rabiou, H., & Mahamane, A. (2013). Caractéristiques floristiques , diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger : cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 7(1991–8631), 1048–1068. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.13>
2. Ake Assi, L. (1984). *Flore de la Côte d'Ivoire: étude descriptive et biogéographique, avec quelques notes ethnobotanique* [Thèse présentée pour obtenir le grade de Docteur es-sciences naturelles,]. Faculté des Sciences de l'Université d'Abidjan, Tome II.
3. Alhassane, A., Idrissa, S., Saley, K., Issa, C., & Ali, M. (2017). *Flore et végétation des parcours naturels de la région de Maradi , Niger*. 34(1), 5354–5375.
4. Ambouta, K. J. M. (2006). *Contribution à l'élaboration d'une stratégie de conservation à long terme de la girafe (Giraffa camelopardalis peralta) au Niger*. Parc Régional W (ECOPAS) Niamey, 39-55p.
5. Bambara, D., Bilgo, A., Hien, E., Masse, D., Thiombiano, A., & Hien, V. (2013). Perceptions paysannes des changements climatiques et leurs conséquences socio environnementales à Tougou et Donsin, climats sahélien et sahélo- soudanien du Burkina Faso. *Bulletin de La Recherche Agronomique Du Bénin (BRAB)*, 1840–7099, 1025–2355. <http://www.slire.net>
6. Belem, O. M., Yameogo, J., Ouédraogo, S., & Nabaloum, M. (2017).

- Étude ethnobotanique de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam (Capparaceae) dans le Département de Banh, Province du Loroum, au Nord du Burkina Faso. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34(1 : 5390-5403), 14p.
7. Bio, I., Rabiou, H., Soumana, I., Mamoudou, B. M., & Mahamane, A. (2021). Étude floristique des formations naturelles à *Vachellia tortilis* subsp. *raddiana* en zone sahélienne du Niger. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 2(2028-991X), 230–241.
 8. Boubacar, H. (2010). *Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradées et reverdies au Sahel : cas du département de Mayahi* [Diplôme d'Etudes Approfondies en Biologie appliquée]. Université Abdou Moumouni de Niamey, 57p.
 9. Carriere, M. (1989). *Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (région de Kaedi) ; analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacée*. [Spécialité : Science de la vie et de la terre]. Centre d'Orsay, Université de Paris-Sud. 235p.
 10. Crispo, M. (2016). *Facteurs expliquant la composition et la diversité de la végétation vasculaire de sous-bois des peuplements de peupliers faux-trembles dans la forêt boréale du Canada*. Université de Québec à Montréal, 126p.
 11. Dimobe, K., Wala, K., Batawila, K., Dourma, M., Yao, A. W., & Akpagana, K. (2012). Analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l' Oti-Mandouri (Togo). *Vertigo, La Revue Electronique En Sciences de l'Environnement*, 28p. <https://doi.org/10.4000/vertigo.12423>
 12. Djégo, J. G. . (2006). *Phytosociologie de la végétation de sous-bois et impact écologique des plantations forestières sur la diversité floristique au sud et au centre du Bénin*. [Thèse de doctorat]. Université d'Abomey Calavi, 359 p.
 13. Dufrene, M., & Legendre, P. (1997). Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345–366. <http://links.jstor.org/sici?sici=0012-9615%28199708%2967%3A3%3C345%3ASAAIST%3E2.0.CO%3B2-L>
 14. F. Achard, Hiernaux, P., & Banoïn, M. (2001). Les jachères fourragères naturelles et améliorées en Afrique de l'Ouest. *La Jachère En Afrique Tropicale*, 201–239. Ch. Floret, R. Pontanier. John Libbey %0AEurotext, Paris. 201-239.
 15. Fournier, A., Yoni, M., & Zombre, P. (2000). Les jachères à *Andropogon gayanus* en savane soudanienne dans l'ouest du Burkina Faso : flore, structure, déterminants et fonction dans l'écosystème.

- Etude de La Flore et de sa Végétation, 5. Burkina Faso, 3-32p.*
16. Gounot, M. (1969). *Méthodes d'études quantitatives de la végétation.* (ed.), Masson, Paris. 314p.
 17. Guinochet, M. (1973). *Phytosociologie.* Collection d'écologie, . Éd. Masson et Cie, 227p. Collection d'écologie, . Éd. Masson et Cie, 227p
 18. Houinato, M. R. B. (2001). *Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts Kouffé (Bénin)* [Thèse]. Université Libre de Bruxelles, 212 p.%0D
 19. Ibrahim, D. M., Habou, R., Boubé, M., Abdoulaye, D., Issoufa, D. I., Boubacar, A. A., Hamissou, M. L., Abdoulaye, A. O., & Ali, M. (2020). *Boscia Senegalensis (Pers .) Lam . ex Poir ., une Espèce Ligneuse à Fortes Potentialités Ethnobotaniques et Bien Adaptée à la Sécheresse au Sahel : Synthèse Bibliographique.* *European Scientific Journal*, 16(1857 – 7881), 206–229. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n9p206>
 20. Inoussa, M. M. (2008). *Etude de la végétation d'un site de suivi des feux d'aménagement dans la Réserve Totale de Faune de Tamou, République du Niger.* [Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Biologie Appliquée]. Université Abdou Moumouni, 82p.
 21. Inoussa, M. M. (2011). *Université Abdou Moumouni Facultés des Sciences et Techniques Département de Biologie N ° d'ordre :* [Thèse de doctorat en Biologie et Ecologie Végétales]. Université Abdou Moumouni, 93p.
 22. Jiagho, E. R. (2018). *Flore et végétation ligneuse à la périphérie du Parc National de Waza (Cameroun) : Dynamiques et implications pour une meilleure gestion.* Université du Maine; Université de Yaoundé I, 354p.
 23. Kaou, K. A. K., Manzo, O. L., Guimbo, I. D., Karim, S., & Paul, R. (2017). Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa. *Journal of Applied Biosciences*, 120(1997–5902), 12053–12066. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v120i1.8>
 24. Karim, S. (2013). *Dynamique de la biodiversité végétale suivant un gradient pluviométrique et un gradient d'utilisation des terres dans les observatoires de Falmey-Gaya et Tahoua-Tillabéry Nord (Niger)* [Thèse en Botanique et Ecologie Végétales]. Université ABDOU Moumouni, 136p.
 25. Lubini, A. (1982). *Végétation messicole et post culturale des sous-régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaire).* [Thèse de doctorat]. Université de Kisangani, 489p.
 26. Mahamane, A. (2005). *Etudes floristique, phytosociologique et*

- phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger* [Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique]. Université Libre de Bruxelles, 443p.
27. Mahamane, A., & Saadou, M. (2008). *Méthode d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation tropicale*. Actes de l'atelier sur l'harmonisation des méthodes
 28. Melom, S., Mbayngone, E., Bechir, A. B., & Mapongmetsem, P. (2015). Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(1), 3799–3813. <http://www.m.elewa.org/JAPS>;
 29. Morou, B. (2010). *Impacts de l'occupation des sols sur l'habitat de la girafe au Niger et enjeux pour la sauvegarde du dernier troupeau de girafes de l'Afrique de l'Ouest* Table des matières [Thèse de doctorat en Biologie Appliquée]. Université Abdou Moumouni de Niamey, 198p.
 30. Moumouni, Y. I., Arouna, O., Zakari, S., Moumouni, Y. I., Arouna, O., & Zakari, S. (2018). Diversité floristique et structure des formations végétales dans le district phytogéographique du Borgou-nord au Bénin (secteur de l'arrondissement de Bagou) To cite this version : HAL Id : halshs-01703053. *Notes Scientifiques, Homme et Société*, 7, 63-80p. <https://shs.hal.science/halshs-01703053v2>
 31. N'DA, D. H., ADOU, Y. C. Y., N'GUESSAN, K. E., KONE, M., & SAGNE, Y. C. (2008). Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué , Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE*, 04(3), 552–579.
 32. Ouédraogo, A., & Thiombiano, A. (2012). Regeneration pattern of four threatened tree species in Sudanian savannas of Burkina Faso. *Agroforestry Systems*, 86, 35–48.
 33. Ouedraogo, O. (2009). *Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (sud-est du Burkina Faso)* [Thèse de doctorat en Botanique et Phyto-écologie]. Université de Ouagadougou
 34. Oumorou, M. (2003). *Etudes écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin* [Thèse PHD]. Université Libre de Bruxelles, 210 p.%0D
 35. Rasmussen, K., Fog, B., & Madsen, J. E. (2001). Desertification in reverse? Observations from northern Burkina Faso. *Global Environ Change*, 11, 271–282.
 36. Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography* (oxford U. Press (ed.)). London, 632p.
 37. Sop, T. K., Oldeland, J., Schmiedel, U., Ouedraogo, I., & Thiombiano,

- A. (2011). Population structure of three woody species in four ethnic domains of the Sub-Sahel of Burkina Faso. *Land Degradation and Development*, 22, 519–529. <https://doi.org/10.1002/ldr.1026>
38. Souley, H. M. I. (2022). « *Caractérisation de la végétation des couloirs de passage du Goulbi N ' Kaba et des terrasses adjacentes* » [Thèse de doctorat en Écologie végétale et Pastoralisme]. Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi
39. Soumana, I. (2011). *Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs Uda'en* [Thèse de doctorat en Écologie végétale et Pastoralisme]. Université Abdou Moumouni, 210p.
40. Suraud, J. (2011). *Identifier les contraintes pour la conservation des dernières girafes de l ' Afrique de l ' Ouest : déterminants de la dynamique de la population et patron d ' occupation spatiale* [Thèse de doctorat en Biologie animale]. Université Claude Bernard - Lyon I, 282p.
41. Teague, W. R., S.L. Dowhower, & Waggoner, J. A. (2004). Drought and grazing patch dynamics under different grazing management. *Journal of Arid Environments*, 58, 97–117.
42. Thiombiano, A., Glele Kakai, R., Bayen, P., Boussim, J. I., & Mahamane, A. (2016). Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest: état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales Des Sciences Agronomiques*, 20(1659–5009), 15–31.
43. White, F. (1986). *La végétation de l'Afrique*.

Traitement Chirurgical des Tumeurs Osseuses à Cellules Géantes au Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN) à Propos de Cinq (5) Cas

Moussa Kalli

Service de Chirurgie Générale, Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN). Faculté des Sciences de la Santé Humaine de l'Université de N'Djamena (FSSH)

Adendjingue Daniel Mossalbaye

Andjeffa Valentin

Faculté des Sciences de la Santé Humaine de l'Université de N'Djamena (FSSH). Service d'orthopédie et traumatologie, CHU-RN

Seid Younous

Service de Chirurgie Générale, Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN) ;

Digamnodji Magloire

Service d'orthopédie et traumatologie, Centre Hospitalier Universitaire la Renaissance Nationale de N'Djamena (CHU-R)

Dogossou Parteina

Abdoul Touré

Service d'orthopédie et traumatologie, CHU-RN

Choua Ouchemi

Service de Chirurgie Générale, Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN). Faculté des Sciences de la Santé Humaine de l'Université de N'Djamena (FSSH)

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p118](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p118)

Submitted: 19 February 2024

Accepted: 16 April 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Kalli M., Mossalbaye A.D., Valentin A., Younous S., Magloire D., Parteina D., Touré A. & Ouchemi C. (2024). *Traitement Chirurgical des Tumeurs Osseuses à Cellules Géantes au Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN) à Propos de Cinq (5) Cas*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 118.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p118>

Résumé

Les tumeurs à cellules géantes (TCG) sont des tumeurs assez rares et représentent 5 à 10 % de l'ensemble des tumeurs primitives. Elles constituent une entité anatomo-clinique et radiologique particulière observée essentiellement chez le sujet jeune entre 20 et 40 ans. Elles apparaissent comme des lésions lytiques expansives de siège habituellement métaphysaire des os longs. Leur traitement reste controversé en raison du taux important de récurrence. Tout de même la chirurgie reste capitale. Nous rapportons cinq cas de tumeurs osseuses à cellules géantes opérées au travers desquels seront discutées les difficultés diagnostiques et thérapeutiques. Les tumeurs osseuses à cellules géantes (TCG) sont des tumeurs rares et souvent bénignes. Leur traitement est essentiellement chirurgical.

Mots-clés: Tumeurs à cellules géantes, tumeurs osseuses, lyse osseuse, N'Djamena

Surgical Treatment of Giant Cell Bone Tumours at the Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN): About Five Cases

Moussa Kalli

Service de Chirurgie Générale, Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN). Faculté des Sciences de la Santé Humaine de l'Université de N'Djamena (FSSH)

Adendjingue Daniel Mossalbaye

Andjeffa Valentin

Faculté des Sciences de la Santé Humaine de l'Université de N'Djamena (FSSH). Service d'orthopédie et traumatologie, CHU-RN

Seid Younous

Service de Chirurgie Générale, Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN) ;

Digamnodji Magloire

Service d'orthopédie et traumatologie, Centre Hospitalier Universitaire la Renaissance Nationale de N'Djamena (CHU-R)

Dogossou Parteina

Abdoul Touré

Service d'orthopédie et traumatologie, CHU-RN

Choua Ouchemi

Service de Chirurgie Générale, Centre Hospitalier Universitaire de Référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN). Faculté des Sciences de la Santé Humaine de l'Université de N'Djamena (FSSH)

Abstract

The giant cell tumours (GCTs) are fairly rare tumours, accounting for 5 to 10% of all primary tumours. They constitute an anatomico-clinical and radiological entity observed essentially in young subjects between the ages of 20 and 40. They appear as expansive lytic lesions, usually metaphyseal in the long bones. Their treatment remains controversial due to the high rate of recurrence. All surgery remains essential. We report five cases of giant cell bone tumours, and discuss the diagnostic and therapeutic difficulties.

Giant cell tumours (GCTs) are rare and often benign tumours. Their treatment is essentially surgical treatment.

Keywords: Giant cell tumours, bone tumours, bone lysis, N'Djamena

Introduction

La tumeur osseuse à cellules géantes (TCG) a été décrite la première fois par Astley Cooper en 1818. Cependant, c'était en 1940 que Jeff et Lichtenstein distinguèrent la tumeur à cellules géantes comme une entité à part des autres tumeurs osseuses (Cooper, 1818). Ce sont des tumeurs bénignes pouvant avoir une agressivité locale et très récidivantes. Elles représentent 5 à 10% de l'ensemble de tumeurs primitives de l'os et se localisent préférentiellement sur les os longs, près du genou, loin du coude dans les régions métaphyso-épiphysaires (Breton, 2016). Le diagnostic est guidé par l'imagerie médicale et confirmé par l'examen histologique des échantillons osseux. Les modalités thérapeutiques sont variées (Larousserie, 2022).

Nous rapportons cinq cas de tumeurs osseuses à cellules géantes dont trois (3) localisées à l'extrémité inférieure du radius, un (1) au 2^e métacarpien et un (1) au tibia, opérées au service d'orthopédie et traumatologie du Centre Hospitalier Universitaire de référence Nationale de N'Djamena (CHU-RN) à partir de ces observations, nous discuterons les difficultés diagnostiques et thérapeutiques.

Observation n° 1 : il s'agissait d'une patiente de 32 ans, admise pour une tuméfaction ulcéro-bourgeonnante hémicirconférentielle du poignet gauche, d'apparition spontanée saignant au contact et évoluant depuis un an. La patiente était apyrétique. La flexion-extension du poignet était limitée par la douleur. On note une altération modérée de l'état général. La radiographie de face et de profil du poignet (**figure 1**) montrait une image ostéolytique à contour flou du tiers (1/3) distal du membre. L'examen histologique de la pièce biopsique a révélé des lésions en faveur d'une TCG, classée grade 3 de Jaffé-Lichtenstein (Jaffe, 1940). Une amputation au 1/3 moyen transradio-

ulnaire en zone saine était réalisée. L'évolution était normale sur le plan clinique et radiologique. Il n'y avait de récurrence après un recul de 4 ans .



Figure 1. Radiographie de face et profil du poignet gauche montrant une ostéolyse diffuse à contours flous de l'extrémité distale de l'avant-bras

Observation N° 2 : Il s'agissait d'une patiente de 18 ans, reçue pour douleur et tuméfaction du poignet droit évoluant depuis cinq (5) mois. L'examen clinique du poignet avait mis en évidence une tuméfaction de consistance ferme avec un aspect luisant de la peau sans raideur articulaire (**figure 2**). La radiographie avait montré une lyse hétérogène à contour flou de l'extrémité inférieure du radius. Les corticales étaient soufflées mais sans effraction ni envahissement articulaire (**Figure 3**). Une résection en monobloc de la masse a été réalisée. La reconstruction était faite par une autogreffe fibulaire non vascularisée. Pour compenser le collapsus articulaire, un greffon iliaque cortico spongieux était intercalé entre l'extrémité distale du greffon fibulaire et le carpe. L'ensemble était soutenu par une plaque vissée réalisant une arthrodèse (**Figure 4**). L'examen histologique a mis en évidence une tumeur osseuse à cellules géantes de grade 2 selon Jaffé-Lichtenstein. L'évolution postopératoire était normale Il n'y avait pas de récurrence après 4 ans de recul.



Figure 2. Aspect clinique de la tumeur + tracé de la voie d'abord

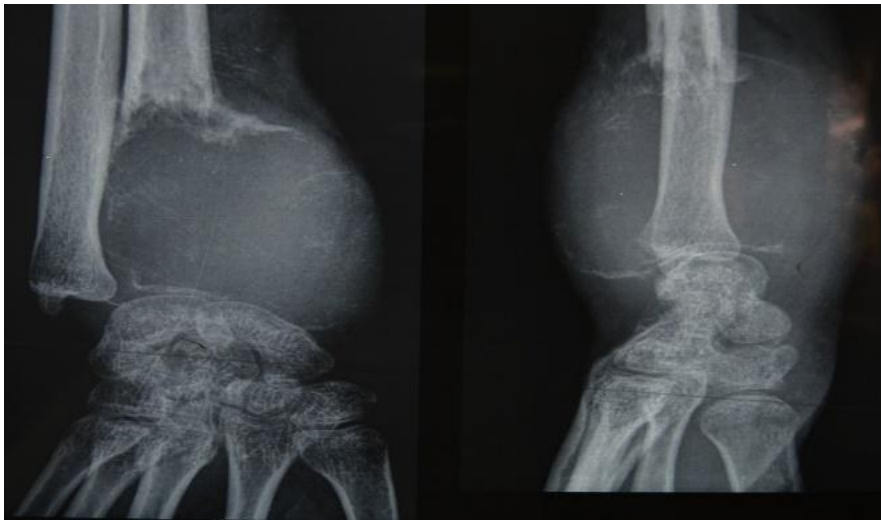


Figure 3. RX face poignet : ostéolyse du radius distal en faveur d'une TCG



Figure 4. Radiographie(contrôle) : montrant le résultat après autogreffe du péroné soutenue par une plaque vissée

Observation N° 3 : C'était un patient de 25 ans qui avait consulté pour une tumeur de la main gauche déformant la face dorsale, évoluant depuis deux ans. La radiographie montrait une masse osseuse, ostéolytique avec disparition totale du deuxième (2^{ème}) métacarpien (**Figure 5**). Une résection totale de la tumeur était réalisée suivie d'une reconstruction immédiate du 2^e métacarpien par un greffon osseux iliaque. Le greffon a été fixé par des broches de kirschner (**Figure 6**). L'examen anatomique pathologique révélait une TCG. Elle était classée grade 2 de Jaffé-Lichtenstein. Les suites opératoires immédiates étaient simples. Nous n'avons pas noté de récurrence après 4 ans de recul.



Figure 5. Radiographie (RX) de la main gauche : ostéolyse cloisonnée en nid d'abeilles du 2^{ème} métacarpien avec des corticales soufflées et amincies.

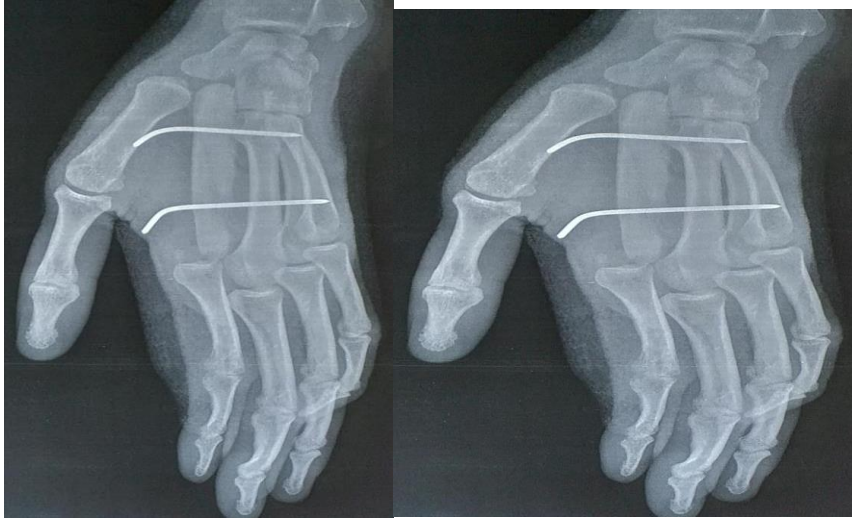


Figure 6 . Reconstruction par greffon iliaque d'une TCG du 2^{ème} métacarpien, maintenu par des broches

Observation N° 4 : Il s'agissait d'un patient de 30 ans, qui a consulté pour une tuméfaction douloureuse du poignet gauche évoluant depuis deux (2) ans. La pronosupination était limitée et l'extension-flexion était possible. La radiographie avait montré une ostéolyse à contours flous avec cloisons en nid d'abeilles. Les corticales étaient amincies, sans envahissement articulaire ni des parties molles (**Figure 7**). Une résection de la tumeur couplée à une résection en monobloc du carpe étaient réalisées. La reconstruction était faite par une autogreffe de fibula non vascularisée. Le greffon était fixé par une plaque vissée (**Figure 8**) aux fins d'une arthrodèse. Tous les gestes étaient réalisés en un seul temps opératoire. La mobilité des doigts était bien conservée. L'histologie des échantillons osseux avait confirmé à une TCG classée grade 3 de Jaffé-Lichtenstein (Jaffe,1940). Le patient a été revu six mois après l'opération, la flexion et l'extension, la pronation, la supination, l'inclinaison radiale et l'inclinaison ulnaire étaient effectives dans les proportions acceptables (**figure 9**).



Figure 7. Radiographie de face et de profil du poignet gauche : aspect lytique épiphysométaphysaire cloisonné évocateur d'une TCG de l'extrémité distale du radius associée à une carpite fusionnante.



Figure 8. Rx (contrôle) : greffon fibulaire fixé par une plaque vissée



Figure 9. Résultat fonctionnel de la main : Conservation de l'extension-flexion des doigts.

Observation N°5 : Patient de 24 ans a consulté pour une tuméfaction douloureuse du 1/3 inférieur de la jambe gauche dont l'évolution remontait à sept (7) mois. L'examen clinique initial avait retrouvé une tuméfaction ferme, la peau en regard de la tuméfaction est luisante sans lésion (**Figure 10**). La radiographie de la jambe montrait une lyse cloisonnée de l'extrémité inférieure du tibia avec des corticales soufflées (**Figure 11**). Un curetage minutieux de la tumeur a été pratiqué suivi d'un comblement par autogreffe spongieuse (**Figure 12**). L'histologie des fragments osseux avait conclu à une TCG classée grade 2 de Jaffé-Lichtenstein. Les suites opératoires étaient sans complication et sans récurrence après 4 ans de suivi.



Figure 10. Tuméfaction du tiers distal de la jambe gauche

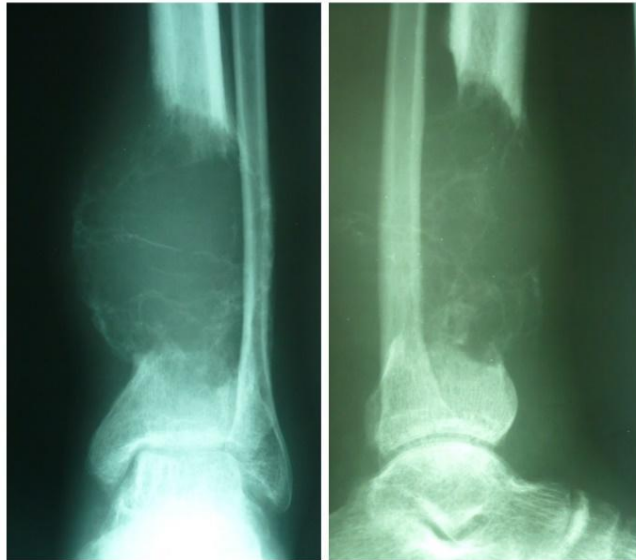


Figure 11. La radiographie de face et de profil montre une lyse cloisonnée métaphysodiaphysaire inférieure du tibia avec des corticales soufflées.

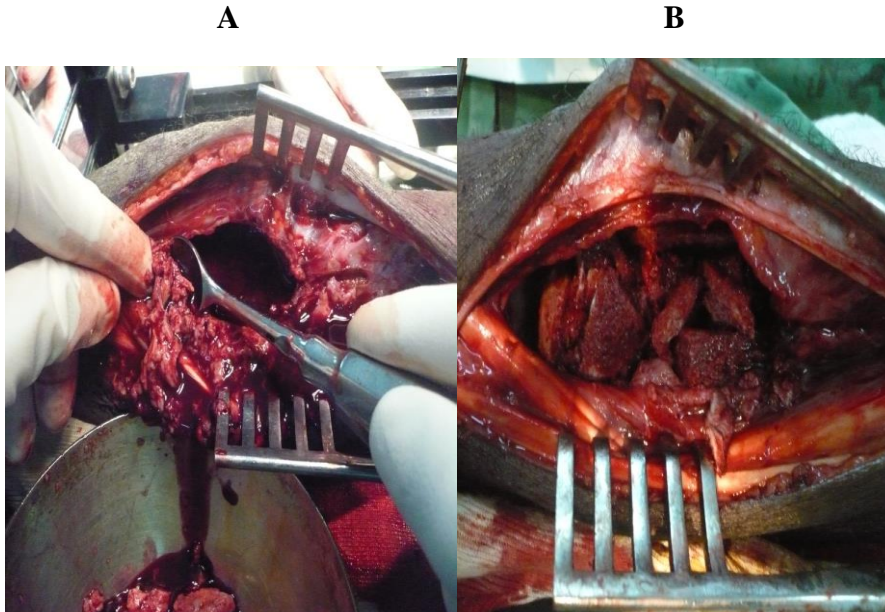


Figure 12. Curetage du contenu de la tumeur (A) et comblement par greffon iliaque spongieux (B) **Droit**

Discussion

Les tumeurs à cellules géantes sont des lésions ostéolytiques ; de siège habituellement épiphysaire. Les TCG sont composées de trois types cellulaires : cellules stromales, seules cellules véritablement tumorales, cellules mononuclées et cellules géantes multinuclées (Larousseriea,2022).

Elles surviennent le plus souvent entre 20 à 40 ans, avec une légère prédominance féminine sur un os préalablement normal (Breton,2016 ; Larousseriea,2022 ; Fandebnet,2021 ; Sidibé,2022). Nous trouvons la même tendance avec un âge moyen de 25,8 ans (extrêmes 18 à 32 ans) et un sex-ratio de 0,6. Tous les cinq patients de notre série ne présentaient pas une pathologie osseuse sous-jacente avant la survenue de la TCG. Elles sont exceptionnelles avant la fin de la croissance et inhabituelles après 70 ans (Sidibé,2022).

La TCG atteint électivement la région épiphyso-métaphysaire des os longs. Elle fait partie de la courte gamme des tumeurs épiphysaires avec le chondroblastome et le chondrosarcome à cellules claires. Les os longs les plus fréquemment atteints sont : le fémur distal, le tibia proximal, le radius distal et l'humérus proximal (Larousseriea,2022). Elle atteint également les vertèbres (y compris le sacrum). Les os plats et les os courts (phalanges) sont atteints plus rarement (Sidibé,2022). Dans cette série la tumeur a concerné l'extrémité inférieure du radius dans trois cas, le tibia dans un cas et le métacarpe dans un cas. La symptomatologie n'était pas spécifique ; la tumeur

était révélée par des douleurs ou une masse, dans 10 % des cas par une fracture pathologique (Sidibé,2022). Tous les patients dans la présente série ont consulté au stade de la tuméfaction (masse) dans un délai moyen de 20 mois à partir du premier symptôme qui est la douleur osseuse pure.

Ce retard de consultation était imputable dans notre pratique à la banalisation des symptômes et le recours aux rebouteux. C'est ainsi que le patient N°1 a consulté plus d'un (1) an après les premiers symptômes, ce qui a obligé à un geste radical.

Bien que le diagnostic définitif d'une tumeur soit histologique, certains aspects radiologiques peuvent nous amener à suspecter des TCG en attendant la confirmation histologique. Sur radiographie standard, la lésion est purement lytique et habituellement excentrique avec des corticales déformées (soufflées) et amincies et la présence de cloisons réalisant ainsi l'aspect classique de "nid d'abeille" (Galvan,2020). Ces déterminants radiologiques sont retrouvés chez tous les patients

Quant à l'imagerie par résonance magnétique et le scanner, ils permettent d'évaluer l'extension intra-osseuse, l'envahissement des tissus mous (Larousseriea,2022 ; Galvan,2020). La scintigraphie est réservée aux formes multifocales et récidivantes (Breton,2016).. Ces examens d'imagerie médicales spécifiques n'étaient disponibles ou n'étaient financièrement accessibles à nos patients. Il faut noter que les 5 patients la série étaient recrutés sur la base d'un compte rendu anatomopathologique en faveur d'une TCG.il s'agissait dans tous les cas de tumeurs primitives. Plusieurs classifications ont été proposées, la première étant celle de Jaffé-Lichtenstein en 1940. Elles ont toutes un intérêt thérapeutique, histologique, radiologique et pronostique. En général, elles sont regroupées en 3 grades dont les grades I, II sont bénins et le grade III est malin (Jaffe,1940). Ainsi nous avons 4 patients avec des tumeurs au stade II (observation N° 2, 3,4 ,5) et 1 patient avec une tumeur au stade III (observation N°1) dans notre série.

Le traitement des TCG est essentiellement chirurgical. Dans les cas pour lesquels le traitement chirurgical est trop mutilant ou à risque de chirurgie contaminée, un traitement par anticorps monoclonal anti-RANKL (déno-sumab) seul ou avant résection chirurgicale est proposé voire une radiothérapie (Larousseriea,2022). Ainsi pour la TCG du 2^e métacarpien gauche nous avons réalisé une résection- reconstruction par un greffon iliaque. Les TCG de métacarpiens constituent une entité très rare. Des résections étendues doivent donc être réalisées suivie d'une chirurgie reconstructive. De nombreuses options chirurgicales sont possibles pour reconstruire un défaut osseux au niveau de la main et du poignet allant des greffes conventionnelles non vascularisées aux lambeaux osseux pédiculés ou libres (Barret,2021).

L'amputation, bien qu'elle puisse éviter les récives reste une méthode très mutilante qui entraîne un retentissement fonctionnel et esthétique

majeur sur la main (Ourab,2003). Les meilleurs résultats sont obtenus par la résection en monobloc de la tumeur à cellules géantes. La reconstruction avec une autogreffe osseuse est nécessaire pour obtenir une main acceptable esthétiquement et fonctionnellement (Barret,2021 ; Ourab,2003).

Pour les deux patients (observation N° 2 et 4) présentant des TCG du poignet, classées stade II de Jaffé-Lichtenstein nous avons réalisé une résection-reconstruction par greffon fibulaire non vascularisé. De nombreuses techniques ont été proposées pour remplacer la perte de substance osseuse et conserver au mieux la fonction, mais elles ne sont pas exemptes de complications infectieuses, vasculaires et nerveuses (Larousseriea,2022). Le curetage tumoral simple permet la conservation articulaire, avec un meilleur résultat fonctionnel, mais avec un taux de récurrence important allant de 30 % à 50 % (Barnaba,2022). C'est la raison pour laquelle, de nombreux adjuvants locaux ont été utilisés en complément du curetage pour tenter de diminuer le risque de récurrence locale, comme le phénol, le peroxyde d'hydrogène, le nitrogène liquide, la chimiothérapie locale, l'électrocoagulation ou la chaleur dégagée par le ciment acrylique (Barnaba,2022). La résection permet de traiter la tumeur en réduisant le risque de récurrence au prix d'un résultat fonctionnel moins satisfaisant (Breton,2016 ; Barnaba,2022). Le choix entre une résection tumorale ou un curetage-comblement dépend du grade de la tumeur et des conditions locales. Devant des localisations au niveau du radius distal comme le cas de notre série, il est rarement possible d'effectuer des curetages avec comblement vu l'extension importante de la tumeur au niveau des parties molles et le risque de récurrence élevé (Larousseriea,2022 ; Lemmouchi,2017). Le traitement de choix est la résection tumorale avec reconstruction, celle-ci peut être réalisée par un greffon fibulaire vascularisé ou non comme chez nos deux patients, un greffon tibial, une allogreffe ostéo-articulaire du radius distal ou une translation ulnaire distale (Breton,2016 ; Larousseriea,2022). Pour la localisation tibiale de notre série (observation N°5), nous avons réalisé un curetage-comblement par greffe osseuse iliaque. Dans certaines séries le comblement après curetage est fait à base de certains adjuvants tels qu'azote liquide, eau distillée, phénol, ciment chirurgical pour réduire considérablement le risque de récurrences, les fractures de contrainte et les enfoncements articulaires (Lemmouchi,2017). L'évolution était satisfaisante après un recul de 4 ans chez notre patient. Le risque de récurrence après curetage-comblement par greffe osseuse est faible. Il est directement lié à la qualité de curetage à tel point que certains auteurs disent qu'il n'y a pas de récurrences, il n'y a que des persistances (Breton,2016).

L'amputation était réalisée chez un patient dans notre série. Il s'agissait d'une TCG du poignet gauche (observation N° 1) classée stade III de Jaffé-Lichtenstein (Jaffe,1940) avec une agressivité locale importante et un haut risque de récurrence justifiant notre choix thérapeutique. C'est une

intervention réservée aux formes malignes des tumeurs à cellules géantes non accessibles à une résection (Breton,2016 ; Ourab,2003). Dans la présente série tous les patients étaient traités chirurgicalement, avec une évolution favorable sans récurrence avec un recul moyen de 3 ans en moyenne. Ce taux de récurrence zéro serait-il lié à notre échantillon qui est faible ou bien aux méthodes chirurgicales radicales utilisées (résection-reconstruction, amputation) ? Il s'avère nécessaire de poursuivre l'étude pour tirer de conclusions sur la prise en charge des TCG au CHU-RN.

Conclusion : Les TCG sont des tumeurs ostéolytiques bénignes et l'apanage du sujet jeune de sexe féminin. Le diagnostic de la TCG osseuse est facile en présence d'un aspect radiologique typique. La résection en bloc des TCG métacarpiennes et de l'extrémité inférieure du radius avec reconstruction par un greffon osseux paraît un traitement efficace. Elle permet d'obtenir un bon résultat fonctionnel et esthétique.

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. Cooper A, Travers B. (1818). Surgical essays, 3rd ed., London, England:Cox and Son ,178-9
2. Le Breton C,Felter A,Safa D,Lrrousserie F,Hangard C,Carlier RC (2016). Tumeurs à cellules géantes des os. EMC-Radiologie et imagerie-musculosquelettique-neurologique-maxillo-faciale ;11(4) :1-12
3. Larousserie F, Audarda V, Burnsc R, Pinieux GD(2022). La tumeur à cellules géantes des os en 2022 Annales de pathologie ; 42 :214-26
4. Fandebnet, S.,Kotyade, N., Nour, A.D.M., Ngarieguem, O,Massar, W.B (2021). Giant Cell Tumor of the Wrist: Rare Location of the Distal Ulna. Open Journal of Orthopedics;11, 67-72. <https://doi.org/10.4236/ojo.2021.113007>
5. Sidibé, M., Mohamed B, L., Sylla, F.M., Camara, M., Soumah, A. Ntungwanayo, S. (2022) Giant Cell Tumor of the Proximal Phalanx of the Little Finger about One Case in Our Milieu. Open Journal of Orthopedics ,12, 345-350 <https://doi.org/10.4236/ojo.2022.128033>

6. Galvan, D, Mullins C, Dudrey E, Kafchinski, L, Laks, S (2020). Giant Cell Tumor of the Talus: A Case Report. Radiology Case Reports;15,825-31. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2020.03.016>
7. Jaffe, H.L., Lichtenstein, L,Portis, R.B. (1940) Giant Cell Tumor of Bone. Its Pathologic Appearance, Grading, Supposed Variants and Treatment. Archives of Pathology & Laboratory Medicine , 30, 993-1031.
8. Barret H, Remy H, Piereschi S, Camuzard O (2021). Transfert osseux libre de condyle fémoral médial pour la reconstruction d'une perte de substance osseuse carpo-métacarpienne après résection d'une tumeur à cellule géante des gaines synoviale. Annales de chirurgie plastique esthétique.66,86-92
9. Ouarab M, Hattoma N, Ouali M, Hachimi K, Trafef M (2003). Tumeur à cellules géantes du troisième métacarpien : à propos d'un cas. Chirurgie de la main,22 :158-62
10. Barnaba A, Colas M , Larousserie F , Babinet A , Anract P , Biau D (2022). Quelle est la charge des complications chirurgicales des tumeurs à cellules géantes ? Étude monocentrique rétrospective de 192 cas. Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique ;108:430-7
11. Lemmouchi S, Kara Z, Kihal Nouar M(2017). tumeurs à cellules géantes perspective et thérapeutique à propos de 29 cas. Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique.102(8) :78880

Indicateurs Floristiques de la Conservation de la Biodiversité dans la Réserve Partielle de Faune de Dosso (RPF) à l'Ouest du Niger

Hamani Noma Abdoul-Latif
Inoussa Maman Maarouhi
Douma Soumana
Bourahima Kimba Saharatou
Djibo Ide Abdoul Rachid
Maman Moutari Danjouma Roumanatou
Younfa Abdou Mourtala
Bakasso Yacoubou
Mahamane Ali

Université Abdou Moumouni de Niamey, Département de Biologie,
Faculté des Sciences et Techniques, Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p133](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p133)

Submitted: 24 October 2023

Accepted: 21 April 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Hamani Noma A.L., Inoussa M.M., Douma S., Bourahima Kimba S., Djibo Ide A.R., Maman Moutari Danjouma R., Younfa Abdou M., Bakasso Y. & Mahamane A. (2024). *Indicateurs Floristiques de la Conservation de la Biodiversité dans la Réserve Partielle de Faune de Dosso (RPF) à l'Ouest du Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 133.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p133>

Résumé

Au Niger, les aires protégées subissent de plus en plus un processus de dégradation lié aux impacts de variabilité et changement climatiques couplés aux activités humaines. C'est dans ce contexte que la présente étude a été conduite dans la Réserve Partielle de Faune de Dosso (RPF) qui couvre une superficie de 551 480 ha. La RPF est située à cheval entre la région de Dosso et celle de Tillabéry au Niger. L'objectif est d'identifier les indicateurs floristiques de gestion durable des ressources naturelles. Ainsi quatre villages situés dans la réserve ont été soumis à un échantillonnage par transects radiaires et les placettes d'inventaires ont été disposées à des intervalles réguliers dans la végétation. Les données issues de 62 relevés phytosociologiques réalisés selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet

ont permis d'inventorier 146 espèces dont 101 herbacées et 45 ligneuses ; appartenant à 107 genres réparties en 41 familles dont les principales sont : les Fabaceae (21,92 %) et les Poaceae (14,38 %). Les types biologiques les plus abondants sont les Thérophytes (42,06 %) suivis des Microphanérophytes (22,06 %). La chorologie de la flore est caractérisée par des espèces à distribution Soudanienne avec 22,06 % suivies des espèces Paléotropicales 19,31 %. Quatre groupements végétaux tous diversifiées ont été discriminé à travers la classification hiérarchique ascendante (CHA). Il ressort de l'évaluation de l'état actuel que la phytodiversité de la Réserve Partielle de Faune de Dosso à une flore particulièrement riche avec une diversité intra-groupe importante. Cette flore est dominée par des espèces herbacées annuelles et présente une physionomie arbustive. Ces résultats tant exploitables peuvent servir de base de données pour une meilleure préservation de la flore de la Réserve Partielle de Faune de Dosso.

Mots-clés: Gestion durable ; Ressources floristiques ; Réserve Partielle de Faune de Dosso, Niger

Floristic Indicators of Biodiversity Conservation in the Dosso Partial Wildlife Reserve (RPF) in Western Niger

Hamani Noma Abdoul-Latif

Inoussa Maman Maarouhi

Douma Soumana

Bourahima Kimba Saharatou

Djibo Ide Abdoul Rachid

Maman Moutari Danjouma Roumanatou

Younfa Abdou Mourtala

Bakasso Yacoubou

Mahamane Ali

Université Abdou Moumouni de Niamey, Département de Biologie,
Faculté des Sciences et Techniques, Niamey, Niger

Abstract

In Niger, protected areas are increasingly undergoing a process of degradation linked to the impacts of climate variability and change coupled with human activities. It is in this context that the present study was carried out in the Dosso Partial Wildlife Reserve (RPF) which covers an area of 551,480 ha. The RPF is located between the Dosso and Tillabéry regions of Niger. The objective is to identify floristic indicators of sustainable

management of natural resources. Thus, four villages located in the reserve were subjected to sampling by radial transects and the inventory plots were arranged at regular intervals in the vegetation. Data from 62 phytosociological surveys carried out using the Braun-Blanquet sigmatist method made it possible to inventory 146 species including 101 herbaceous and 45 woody; belonging to 107 genera divided into 41 families, the main ones of which are: Fabaceae (21.92%) and Poaceae (14.38%). The most abundant biological types are Therophytes (42.06%) followed by Microphanerophytes (22.06%). The chorology of the flora is characterized by species with a Sudanian distribution of 22.06% followed by Paleotropical species 19.31%. Four plant groups, all diverse, were discriminated against through ascending hierarchical classification (CHA). The evaluation of the current state of phytodiversity of the Dosso Partial Fauna Reserve reveals a particularly rich flora with significant intra-group diversity. This flora is dominated by annual herbaceous species and has a shrubby appearance. These exploitable results can serve as a database for better preservation of the flora of the Dosso Partial Fauna Reserve.

Keywords: Sustainable management; Floristic resources; Dosso Partial Wildlife Reserve, Niger

Introduction

La dégradation des écosystèmes forestiers constitue une des causes majeures de réduction de la biodiversité dans le monde (Hyppolite *et al.*, 2008). Cela se manifeste par une très forte modification des paysages naturels, favorisé par une multiplicité de facteurs dont l'impact négatif varie en fonction des contextes socio-économiques, politiques et environnementaux de la zone (Ouedraogo, 2009). En zone Sahélo-Soudanienne, depuis la sécheresse de 1972-1973, une évolution régressive des paysages naturel est observée (Aboubacar *et al.*, 2018). Celle-ci se manifeste par une diminution croissante de la superficie du couvert végétal liée aux processus d'aridification et aux activités anthropiques telles que l'agriculture sur brûlis, le surpâturage, la surexploitation des espèces ligneuses et l'urbanisation qui ont un impact négatif sur les écosystèmes naturels (Aboubacar *et al.*, 2018). Pourtant, les espèces végétales jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre écologique (Inoussa, 2011). En effet, le Niger n'est pas épargné de ces problèmes qui minent la biodiversité dans son ensemble. Ainsi, face à ces problèmes d'ordre naturel et anthropique, l'Etat nigérien avec l'appui des partenaires techniques a mis en place un dispositif institutionnel et technique de création des aires protégées pour la bonne gestion des ressources naturelles contre les impacts de l'exploitation et le changement climatique afin d'éviter la dégradation des écosystèmes. L'importance des aires protégées dans la

conservation de la biodiversité est reconnue par plusieurs auteurs (Mahamane, 2005 ; Ouedraogo, 2009 ; Inoussa, 2011 ; Abdou, 2021). Cette option de l'Etat, vise une meilleure gestion de la biodiversité dans le pays. Ainsi, à l'état actuel, 9 aires protégées ont vu le jour au Niger dont la Réserve Partielle de Faune de Dosso. Cette dernière présente de plus en plus un intérêt particulier ces dernières années car elle constitue une zone tampon au Parc National du W du Niger. Cependant, bien qu'il ait des travaux sur la caractérisation de la végétation de la RPF (Hamani Noma, 2020 et Abdou, 2021), aujourd'hui avec la croissance démographique accélérée, il est nécessaire de définir un dispositif de suivi de l'état de la conservation de la biodiversité pour une gestion durable des ressources naturelles dans cette réserve. L'objectif principal de cette étude est d'identifier les indicateurs floristiques de suivi de l'état de conservation de la biodiversité dans la RPF. Il s'agit spécifiquement de : i) évaluer la diversité floristique ; ii) individualiser les différents groupements végétaux de la RPF ; iii) analyser les différentes formes de vie et la chorologie des espèces rencontrées dans la RPF.

Materiel et methodes

Site d'étude

L'étude s'est déroulée dans la Réserve Partielle de Faune de Dosso (RPF) précisément dans sa composante située dans la partie sud-ouest du pays, dans le département de Falmey, région de Dosso. La RPF est située entre les latitudes 11°50 et 11°40 Nord et les longitudes 2°30 et 4°40 Est (Figures 1). Elle a été créée par Décret n° 62189/MER/ du 8 août 1962, portant création de la réserve partielle adjacente dite de Dosso. Elle est partagée entre deux régions de la République du Niger, à savoir la Région de Dosso avec une superficie d'environ 519 078 ha (soit 94,1 %) ; et la Région de Tillabéry avec la commune de Kirtachi dans le Département de Kollo qui couvre une superficie de 32 402 ha (soit 5,9 %) soit un total de 551 480 ha (MCA, 2021). Elle appartient à la catégorie VI de l'IUCN, classée site RAMSAR à cause de la disponibilité de l'eau de surface (Zone Humide). Le décret de création mentionne que cette zone a pour vocation de servir de zone tampon au Parc National du W du Niger auquel elle est adjacente (PAG, 2016).

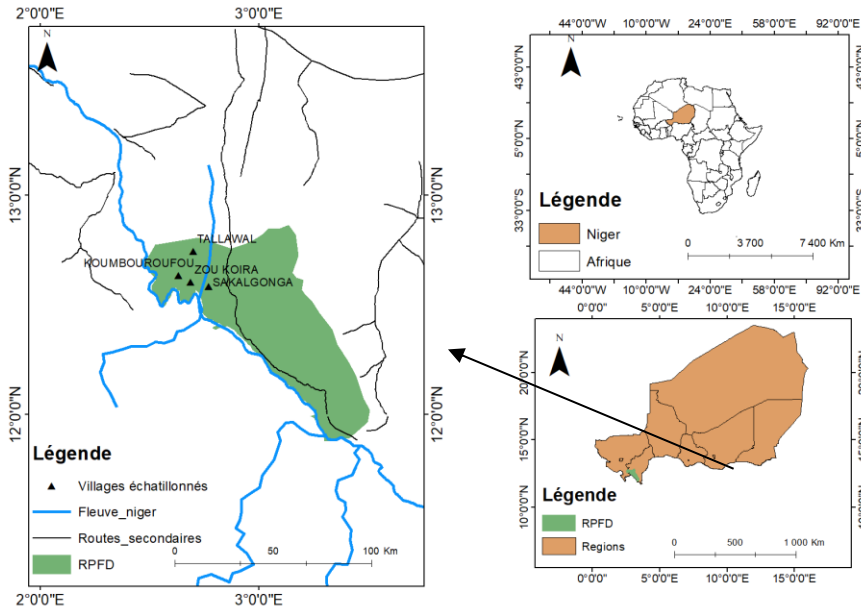


Figure 1. Carte de localisation de la Reserve Partielle de Faune de Dosso

Méthodes

Echantillonnage

La méthode d'échantillonnage des transects radiaires a été effectuée (Douma, 2016). Quatre villages situés au cœur de la RPF ont été retenus, à savoir Tallawal, Koumbourfou, Zoukoira et Sakalgonga. Dans chaque village échantillonné, quatre transects ont été tracés suivant les directions Est, Ouest, Nord, Sud ; partant du centre du village. Sur chaque transect, quatre placettes d'inventaire avec une équidistance de 500 m ont été installées, soit un total de seize placettes par village à l'exception de Tallawal où douze placettes ont été installées à cause de l'inaccessibilité de la zone. La taille de ces placettes était fonction du type d'écosystème. Ainsi, dans les systèmes agroforestiers elles sont de (50 m * 50 m), formes carrées (soit 2500 m²) et dans la savane elles sont de 50 m * 20 m (soit 1000 m²) (Hamani Noma, 2020) (Figure 2).

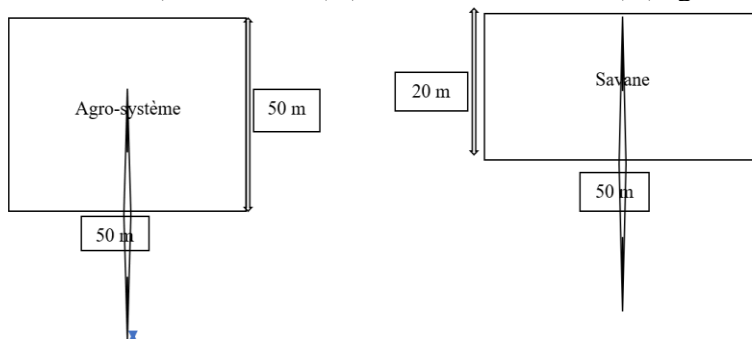


Figure 2. Dispositif d'inventaire floristique

Collecte des données

Dans le cadre de cette étude, des relevés phytosociologiques ont été effectués suivant la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932) sur la base de l'homogénéité floristique des strates herbacées et ligneuses (Mahamane, 2005). Elle a l'avantage de dresser la liste floristique de la zone investiguée et d'appréhender les conditions du milieu (Soumana, 2011). Les relevés ont été effectués en Septembre (une période de floraison et de fructification des espèces notamment les herbacées) facilitant ainsi l'identification des espèces sur le terrain. Les données de végétation et les caractéristiques du milieu ont été relevées dans les placettes (Gounot, 1969).

A l'intérieur de chaque placette, les descripteurs du milieu enregistrés sont :

- les coordonnées géographiques à l'aide du GPS ;
- l'unité géomorphologique ;
- l'état de surface du sol selon les critères de (Casenave & Valentin, 1990);
- la texture du sol.

En ce qui concerne la phytosociologie, chaque espèce répertoriée, était affecté un coefficient d'abondance-dominance selon l'échelle de (Braun-Blanquet, 1932), défini comme suit :

5 : espèce couvrant 75 à 100 % de la surface du relevé ;

4 : espèce couvrant 50 à 75 % de la surface du relevé ;

3 : espèce couvrant 25 à 50 % de la surface du relevé ;

2 : espèce couvrant 5 à 25 % de la surface du relevé ;

1 : espèce couvrant 1 à 5 % de la surface du relevé ;

+ : espèce couvrant moins de 1 % de la superficie du sol.

Les recouvrements moyens (RM) correspondant à chaque classe d'abondance-dominance sont : 5 : espèce à recouvrement moyen de 87,5 % ;

4 : espèce à recouvrement moyen de 62,5 % ;

3 : espèce à recouvrement moyen de 37,5 % ;

2 : espèce à recouvrement moyen de 15 % ;

1 : espèce à recouvrement moyen de 3 %.

+ : espèce à recouvrement moyen de 0,5 %.

Analyse des données

▪ Diversité taxonomique de la RPFD

La richesse floristique de la réserve est évaluée à l'aide de l'échelle de Daget & Poissonet (1997). Elle est dite : flore raréfiée si elle compte moins de 5 espèces ; flore très pauvre, lorsqu'il y a moins de 10 espèces ; flore pauvre, lorsqu'il y a 11 à 20 espèces ; flore moyenne, lorsqu'il y a 21 à 30 espèces, flore assez riche, lorsqu'il y a 31 à 40 espèces ; flore riche, lorsqu'il y a 41 à

50 espèces ; flore très riche, lorsqu'il y a plus de 51 espèces ; flore particulièrement riche, avec plus de 70 espèces (Roselt/ OSS, 2008) *in* (Illo Souley, 2022). Ainsi, la liste floristique a été établie sur la base du Lexique du nom vernaculaire des plantes du Niger ; Arbre, Arbustes et Lianes des zones sèches de l'Afrique de l'Ouest et la Flore du Sénégal.

▪ **Calcul des indicateurs de forme de vie**

Spectres biologiques : les types biologiques constituent des indices de la stratégie de vie des espèces (Mahamane, 2005). L'identification des types biologiques des espèces a été réalisée sur la base des travaux de Raunkiaer, (1934). La description des types biologiques retenue dans ce travail est celle de Sirvent (2020). Ces types biologiques par leur répartition, traduisent fidèlement les conditions écologiques d'une région et leur étude permet d'avoir une idée de la végétation d'une région donnée (Mahamane, 2005 & Saadou, 1990). Ainsi, onze (11) types biologiques ont été recensés dans cette étude (Tableau 1).

Tableau 1. Types biologiques et leurs descriptions

Types biologiques	Descriptions
Thérophytes (T)	Plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie durant la période favorable et passent la période défavorable en dormance uniquement sous forme de graines. La plupart des thérophytes sont capables de réaliser leur cycle de vie en quelques semaines. Ces plantes sont dites annuelles.
Liane Thérophytes (LT)	Plantes herbacées annuelles dont la tige flexible s'appuie sur un support ou s'enroule pour s'élever, notamment grâce à des vrilles ou des crampons.
Hémicryptophytes (H)	Plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la période défavorable se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm. Les parties aériennes meurent durant la période défavorable, elles forment ainsi une protection additionnelle pour les bourgeons proches de la surface du sol. Ces bourgeons peuvent aussi être protégés par des écailles. Ils permettront la croissance et la formation de nouvelles tiges, feuilles et fleurs lors de la période favorable suivante.
Géophytes (Ge)	Plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont enfouis dans des organes souterrains, en dormance : racines, bulbes, tubercules, rhizomes. Les parties végétatives s'expriment rapidement au début de la période favorable grâce aux réserves généralement stockées dans ces organes.
Hydrophytes (Hy)	Plantes vivant dans l'eau, submergées ou flottantes, libres ou enracinées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable sont constamment submergés dans l'eau ou la vase.
Chaméphytes (CH)	Plantes pérennes, plus ou moins lignifiées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la période défavorable sont voisins de la surface du sol ; de 5 cm jusqu'à 50 cm au-dessus de celui-ci. Les bourgeons peuvent s'élever plus haut ; cependant, ils meurent

	pendant la période défavorable. Il ne reste alors que les bourgeons végétatifs persistants entre 5 et 50 cm de hauteur.
Phanérophytes (Ph)	Plantes pérennes ligneuses, de type arboré, dont les bourgeons végétatifs qui survivent lors de la période défavorable, sont situés à l'extrémité de tiges, au-delà de 8 mètres de hauteur. Ces bourgeons qui se développent dans les airs assez loin du sol sont capables de vivre plusieurs années. Les phanérophytes sont divisés en sous-groupes suivant la taille des végétaux et donc suivant la hauteur où se développent les bourgeons
Nanophanérophytes (np)	Plantes hautes de 0,5 à 2 m
Microphanérophytes (mp),	Plantes hautes de 2 à 8 m
Mésophanérophytes (MsPh),	Plantes hautes de 8 à 30 m
Mégaphanérophytes (MgPh),	Plantes hautes de plus de 30 m

Les valeurs des indicateurs de forme de vie, évaluées sous forme des spectres bruts (SB) et spectres pondérés (SP) ont été calculées à partir des formules suivantes :

$$SB = \frac{ni}{N} * 100 \quad (1)$$

(Avec ni le nombre d'espèces ayant le même type biologique et N le nombre total des espèces recensées).

$$SP = \frac{RM}{N} * 100 \quad (2)$$

(Avec RM le recouvrement moyen de chaque espèce ayant le même type biologique et N le nombre total des espèces recensées).

$$RM = \frac{\sum_{i=1}^n ri}{Nr} ; \quad (3)$$

(Avec Nr est le nombre de relevés ; ri est la proportion des différentes espèces).

Calcul des indicateurs phytogéographiques

Spectres phytogéographiques : les types phytogéographiques retenus ont été adoptés en accord avec les subdivisions chorologiques de l'Afrique selon (White, 1986) et déjà utilisés au Niger par plusieurs auteurs (Saadou, 1990 ; Mahamane, 2005; Inoussa, 2008; Soumana, 2011; Abdou, 2021; Illo Souley, 2022). (Tableau 2)

Tableau 2. Types phytogéographiques et leurs descriptions

Distribution	Types phytogéographiques	Description
Espèces à large distribution	Pantropicales (Pan)	Espèces réparties dans toutes les régions tropicales.
	Paléotropicales (Pal)	Espèces présentes aussi bien en Afrique tropicale, en Asie tropicale, en Australie et à Madagascar.
	Afro-Américaines (AA)	Espèces présentes en Afrique et en Amérique tropicale.
Espèces plurirégionales africaines	Soudano-Zambéziennes (SZ)	Espèces présentes à la fois dans les Centres Régionaux d'Endémisme Soudanien et Zambézien.
	Afro-Tropicales (AT)	Espèces distribuées dans toute l'Afrique tropicale.
	Afro-Malgaches (AM)	Espèces distribuées en Afrique et à Madagascar.
	Plurirégionales Africaines (PA)	Espèces dont l'aire de distribution s'étend à plusieurs Centres Régionaux d'Endémisme.
	Guinéo-Congolaises (GC)	Espèces largement distribuées dans la Région guinéo-congolaise.
Elément-base Soudanien	Soudanienne (S)	Espèces largement distribuées dans le Centre Régional d'Endémisme Soudanien.

Les valeurs des indicateurs des types phytogéographiques sont évaluées sous forme des spectres bruts (SB) et spectres pondérés (SP). Ils ont été calculés à partir des formules (4, 5 et 6) :

$$SB = \frac{ni}{N} * 100 \quad (4)$$

(Avec ni le nombre d'espèces ayant le même type phytogéographique et N le nombre total des espèces recensées).

$$SP = \frac{RM}{N} * 100 \quad (5)$$

(Avec RM le recouvrement moyen de chaque espèce ayant le même type phytogéographique).

$$RM = \frac{\sum_{i=1}^n ri}{Nr} \quad (6)$$

(Avec Nr est le nombre de relevés ; ri est la proportion des différentes espèces)

Individualisation des groupements végétaux

La classification, consiste à placer des espèces et / ou des unités d'échantillonnage en groupes (Palmer, 1993). Ainsi, la matrice brute présence-

absence des espèces, constituée de 62 relevés phytosociologiques et 146 espèces (herbacées et ligneuses) a été soumise à une classification hiérarchique ascendante (CHA) avec le logiciel R-3.6.0-win pour l'identification des différents groupements. Le résultat se présente sous forme d'un dendrogramme avec les différents groupements identifiés.

Détermination des espèces caractéristiques des groupements végétaux

Les espèces caractéristiques de chaque groupement végétal ont été déterminées par le test d'Indicator Species Analysis (ISA, ou Analyse des espèces indicatrices bloquées) du logiciel PC-ORD5 (Dufrêne & Legendre, 1997). Ainsi la valeur indicatrice (IV) de toutes les espèces de chaque groupement végétal a été calculée au moyen du programme PC ORD (version 5.0 : (Mc Cune et Mefford, 1999)(Abdou, 2021). Le degré de significativité du caractère indicateur de chaque espèce a été évalué par le test de Monte Carlo au seuil de probabilité de 5% à l'aide de PC ORD. Cette méthode évalue la fidélité de chaque espèce et sa contribution significative dans le maintien du groupement végétal (Soumana, 2011). Les espèces ayant les plus grandes valeurs indicatrices et statistiquement significatives ont été considérées pour nommer chaque groupement végétal. Le nom de chaque groupement est une combinaison de deux espèces dont le premier nom est une espèce ligneuse et le second une espèce herbacée (Soumana, 2011).

Indices de diversité

La diversité alpha (α) de chaque groupement végétal a été évaluée sur la base de la richesse floristique (Thiombiano *et al.*, 2016). L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') a été calculé par la formule (7) :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad (7)$$

Avec $p_i = n_i/N$, abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon total auquel appartient l'espèce, N = effectif total des individus et n_i = effectif des individus de l'espèce i .

Les valeurs de H' sont exprimées en bits et varient de 1 à plus de 4. Il est : faible s'il varie de]0 ; 2,5] ; moyen de [2,5 ; 4[et élevé de 4 à plus (Morou, 2010).

L'indice d'Equitabilité de Pielou (E) évalue la régularité de la distribution des espèces au sein d'une communauté calculé par la formule (8) :

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \text{ avec } H_{max} = \log_2 S \quad (8)$$

Avec S le nombre d'espèces, E varie de 0 à 1 (Thiombiano *et al.*, 2016). L'échelle d'évaluation de l'Equitabilité est la suivante : $E < 0,6$ = faible ; $0,6 \leq E \leq 0,7$ = moyen ; $E \geq 0,8$ = élevé (Illo Souley, 2022).

Pour évaluer la similarité entre deux communautés, l'indice de Jaccard a été calculé, par l'équation (9) :

$$J = \frac{a}{(a+b+c)} \quad (9)$$

(Avec: a : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats ; b : représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 1 ; c : représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 2. Si l'indice J augmente, un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats évoquant ainsi que la biodiversité inter habitat est faible (conditions environnementales similaires entre les habitats). Dans le cas contraire, on ne rencontrera qu'un faible nombre d'espèces présentes sur les deux habitats. Ainsi, les espèces pour les deux habitats comparés sont totalement différentes indiquant que les différentes conditions de l'habitat déterminent un « turn-over » des espèces importantes (De Bello *et al.*, 2007).

Le recouvrement moyen (RM %) fournit la moyenne de la classe d'abondance-dominance de chaque espèce du groupement (Mahamane, 2005). Il a été calculé par la formule (10) :

$$RM = \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{n} \quad (10)$$

(Avec n le nombre de relevés ; Ri le recouvrement du i^{ème} relevé estimé par les valeurs moyennes de l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet).

Résultats et discussion

Résultats

Diversité taxonomique

Au total 146 espèces ont été inventoriées, dont 101 herbacées et 45 ligneuses, appartenant à 107 genres réparties en 41 familles. Les familles les mieux représentées sont : Fabaceae avec 32 espèces soit 21,92% ; les Poaceae avec 21 espèces soit 14,38 %, les Malvaceae (11 espèces soit 7,53 %), les Combretaceae, les Convolvulaceae et les Rubiaceae 5,48 % avec 8 espèces chacune, en suite viennent les Acanthaceae, les Asteraceae et les Capparaceae avec 4 espèces soit 2,74 % chacune et en fin les Anacardiaceae, les Lamiaceae et les Vitaceae (2,05% soit 3 espèces par famille). Ces 12 familles représentent 74,66% des 41 familles que compte la flore de la réserve ; les autres familles sont faiblement représentées (Figure 3).

La zone d'étude présente un indice de Shannon, (H') de 2,56 bits et l'équitabilité de Pielou (E) est de 0,48 avec une diversité maximale (Hmax) de 5,29 bits.

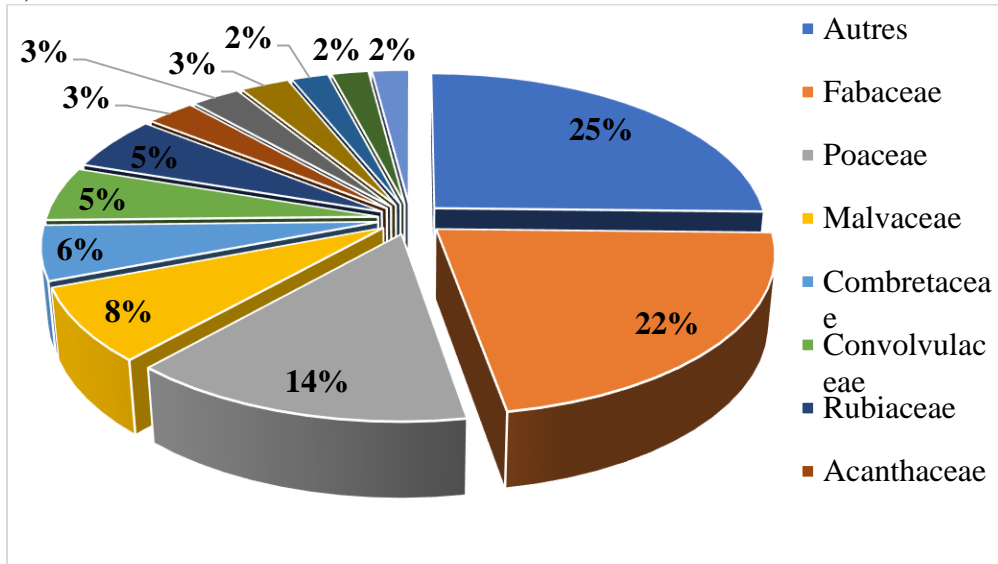


Figure 3. Importance relative des espèces par famille dans la flore de la RPF

Types biologiques et phytogéographiques

La figure 4 montre que les Thérophytes dominent aussi bien le spectre brut (42,06 %) que le spectre pondéré (78,16 %) suivi des Microphanérophytes qui représentent (22,06 %) du spectre brut et (8,35 %) du spectre pondéré. Les autres formes de vie sont faiblement représentées.

La figure 5, donne les proportions des affinités phytogéographiques des espèces dans la zone d'étude. Il ressort de l'analyse de cette figure que, les espèces de l'élément de base Soudanien sont les mieux représentées dans le spectre brut avec (22,06 %), suivies des espèces Paléotropicales (19,31 %) ; tandis que le spectre pondéré est largement dominé par les espèces Paléotropicales avec (44,40 %) suivi des espèces Guinéo-Congolaises (27,25 %), les autres types phytogéographiques sont peu représentés.

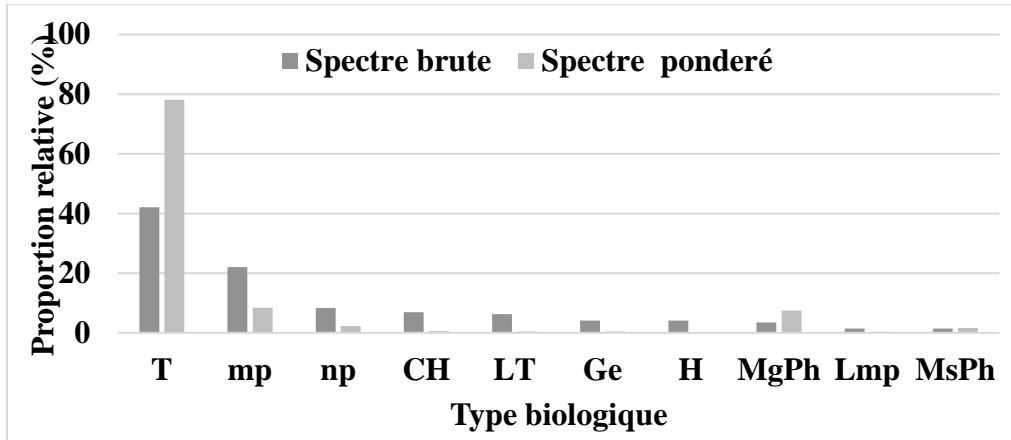


Figure 4. Spectres des types biologiques dans la RPF

T : Thérophytes ; mp : Microphanérophytes ; np : Nanophanérophytes, CH : Chaméphytes LT : Liane-Thérophytes ; Ge : Géophytes ; H : Hémicryptophytes ; MgPh : Mégaphanérophytes ; Lmp : Liane-Microphanérophytes ; MsPh : Mésophanérophytes

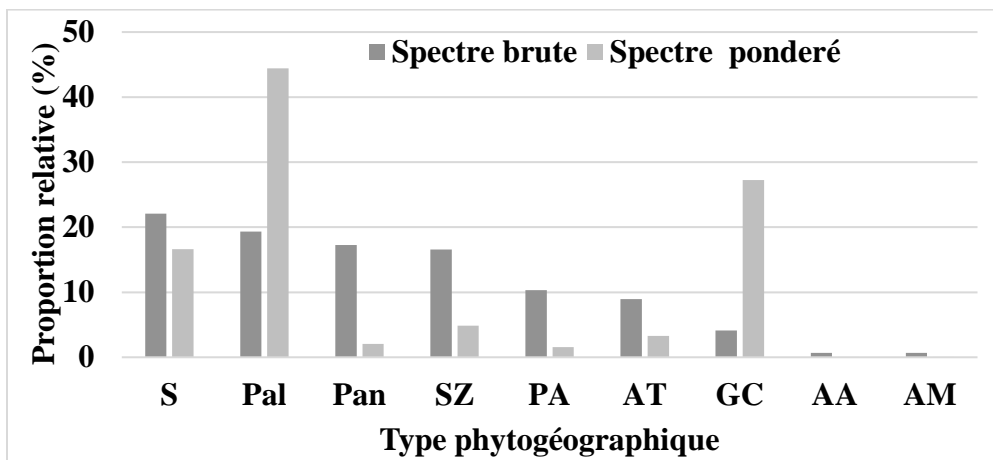


Figure 5. Spectre phytogéographique dans la RPF

S : Soudanienne ; Pal : Paléotropicales ; Pan : Pantropicales ; SZ : Soudano-Zambéziennes ; PA : plurirégionales africaines ; AT : Afro-tropicales ; GC : Guinéo-Congolaises ; AA : Afro-américaines ; AM : Afro-malgaches.

Diversité des groupements végétaux

La classification hiérarchique ascendante a permis de discriminer quatre groupes de relevés que l'on peut considérer comme des groupements végétaux de la réserve au seuil de similarité intra-groupe de 66,66 % (Figure 6).

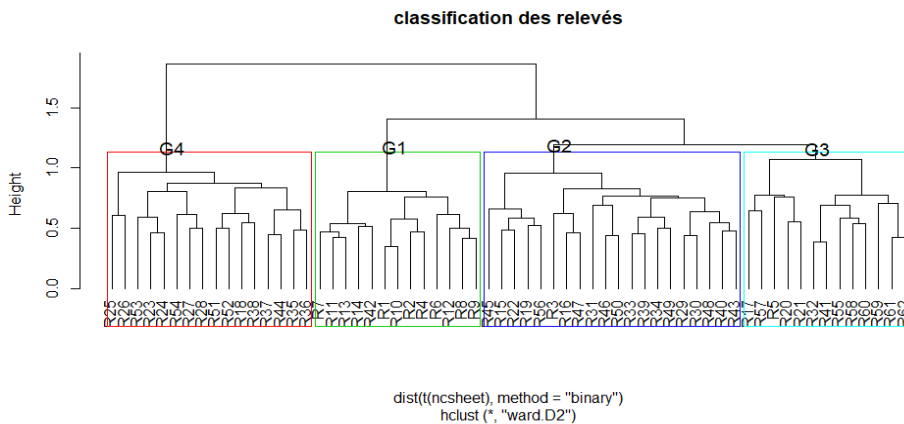


Figure 6. Dendrogramme des relevés de la Réserve Partielle de Faune de Dosso

Similarité entre les groupements végétaux

L'analyse de la similarité entre les groupements végétaux à travers l'indice de similarité de Jaccard révèle une dissimilarité entre les groupements (G1-G3 ; G1-G4 ; G2-G3 et G3-G4) avec des coefficients de similarité inférieurs à 50 % et une faible similarité entre les groupements (G1-G2 et G2-G4) avec respectivement 54 % et 58 % des espèces communes (Tableau 1).

Tableau 3. Coefficients de Similarité de Jaccard entre les groupements végétaux

Groupements	Groupement 1	Groupement 2	Groupement 3	Groupement 4
Groupement 1	1			
Groupement 2	0,54	1		
Groupement 3	0,48	0,44	1	
Groupement 4	0,49	0,58	0,47	1

Valeurs Indicatrices des espèces des groupements végétaux

La valeur indicatrice de chaque espèce a été calculée. Ces valeurs permettent d'identifier les espèces caractéristiques de chaque groupement. Le nom de chaque groupement est obtenu par combinaison de deux espèces, dont la première est une espèce ligneuse et la seconde une espèce herbacée présentant toute deux la valeur indicatrice la plus élevée. Ainsi le groupement 1(G1) est caractérisé par *Guiera senegalensis* J.F.Gmel. et *Ceratotheca sesamoides* Endl. avec respectivement (26 % et 57,2 %) de valeur indicatrice. Le groupement 2 (G2) est caractérisé par *Combretum glutinosum* Perr. (34,1 % de IV) et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (55,8 % de IV). S'agissant du groupement 3 (G3), *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. et *Diheteropogon hagerupii* Hitchc. présentent les valeurs indicatrices les plus élevée avec respectivement (30,7 % et 45,4 %). Le groupement 4 (G4) est nommée groupement à *Combretum micranthum* G.Don et *Microchloa indica* (L.f.) P.Beauv., car elles présentent les valeurs indicatrices les plus élevées de

toutes les espèces du groupement avec respectivement 61,6 % et 45, 9 % ;
 comme l'indique le Tableau 2.

Tableau 4. Valeurs indicatrices des différents groupements de la RPFD

	Numéro de groupe	Valeur Indicatrice Observée (IV)	Moyenne	IV de groupes randomisés Ecartype	p *
<i>Guiera senegalensis</i> J.F.Gmel.	1	26.0	25.8	0.40	0.1486
<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	1	57.2	17.7	4.60	0.0002
<i>Combretum glutinosum</i> Perr.	2	34.1	22.1	3.97	0.0102
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	2	55.8	14.7	4.72	0.0002
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	3	30.7	22.3	3.89	0.0288
<i>Diheteropogon hagerupii</i> Hitc.	3	45.4	17.0	4.67	0.0002
<i>Combretum micranthum</i> G.Don	4	61.6	18.9	4.50	0.0002
<i>Microchloa indica</i> (L.f.) P.Beauv.	4	45.9	18.6	4.58	0.0004

*: $p < 0,05$ Différence significative ; **: $p < 0,005$ Différence hautement significative

Caractéristiques des groupement végétaux

Pour chaque groupement les caractéristiques mises en évidence sont données dans le tableau 3. Ainsi le groupement à *Guiera senegalensis* J.F.Gmel. et *Ceratotheca sesamoides* Endl. (G1) compte 13 relevés avec une richesse spécifique de 89 espèces et une moyenne de 33 espèces par relevé. Quant à l'indice de Shannon (H'), il est de 3,34 bits ; l'équitabilité de Piélou est de 0,52 avec une diversité maximale $H_{max} = 6,46$ bits. Le second, est le groupement à *Combretum glutinosum* Perr. et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (G2), il renferme 20 relevés avec une richesse spécifique de 105 espèces et une moyenne de 33 espèces par relevé. La valeur de l'indice de Shannon est de 4,12 bits, l'équitabilité de Piélou, $E = 0,62$ et la diversité maximale $H_{max} = 6,70$ bits. Le troisième est le groupement à *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. et *Diheteropogon hagerupii* Hitc. (G3), il compte 13 relevés avec une richesse spécifique de 83 espèces et une moyenne de 25 espèces par relevé. L'indice de Shannon est : $H' = 3,01$ bits, avec une équitabilité de Piélou, de 0,47 et la diversité maximale $H_{max} = 6,36$ bits. Le dernier groupement est le groupement à *Combretum micranthum* G.Don et *Microchloa indica* (L.f.) P.Beauv. (G4), avec 16 relevés, il comporte 85 espèces et une moyenne de 27 espèces par relevé. La valeur de l'indice de Shannon est : $H' = 3,07$ bits, l'équitabilité de Piélou est évaluée à 0,48 et la diversité maximale $H_{max} = 6,39$ bits. Il ressort de l'analyse du tableau 3 que les groupements G1, G3, et G4 présentent un indice de Shannon moyen et une équitabilité de Piélou faible, contrairement au groupement G2 qui présente un indice de Shannon élevé et une équitabilité de Piélou moyenne.

Tableau 5. Indices de diversités des groupements identifiés dans la réserve

Groupements	G1	G2	G3	G4
Richesse spécifique	89	105	83	85
Indice de Shannon Wiener (bit)	3,34	4,12	3,01	3,07
Equitabilité de Piélou	0,52	0,62	0,47	0,48
Diversité maximale Hmax (bits)	6,46	6,70	6,36	6,39
Nombre relevés	13	20	13	16
Moyenne espèces/ relevé	33	33	25	27

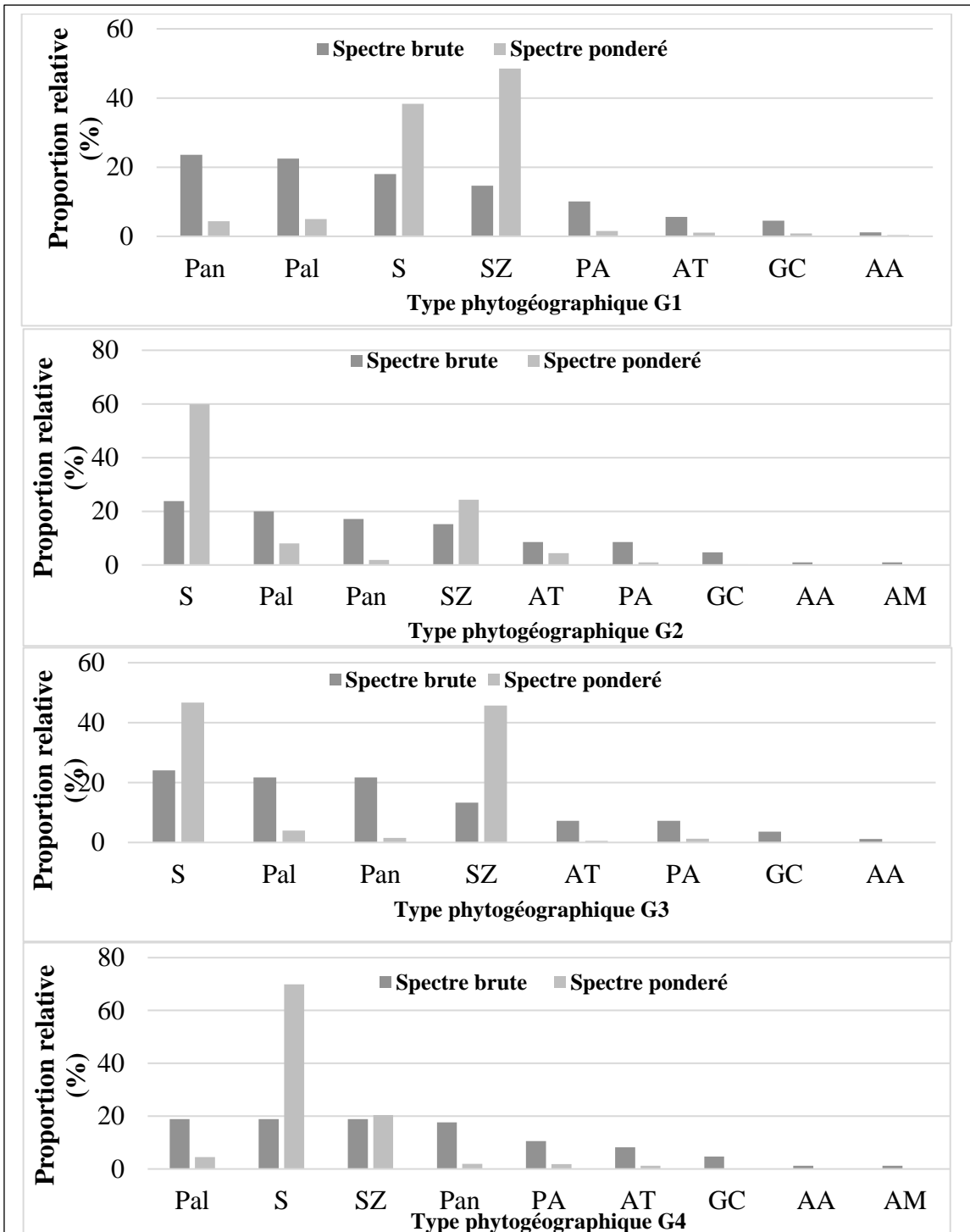
L'analyse des spectres biologiques bruts et pondérés au sein des groupements est donnée dans le tableau 4. De ce tableau, le groupement à *Guiera senegalensis* J.F.Gmel. et *Ceratotheca sesamoides* Endl. (G1), est dominé par les Thérophytes avec 49,44 % suivi des Microphanérophytes (14,61 %) dans le spectre brut. Quant au spectre pondéré ce sont les Microphanérophytes qui viennent en première position avec 80,84 %, suivi des Thérophytes (9,60 %). Pour le groupement à *Combretum glutinosum* Perr. et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (G2), les Thérophytes viennent en tête avec 40 % du spectre brut secondé par les Microphanérophytes avec 24,76 %. Le spectre pondéré est largement dominé par les Microphanérophytes avec 84,46 % suivi des Thérophytes qui totalisent 4,80 %. Le spectre biologique du groupement à *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. et *Diheteropogon hagerupii* Hitchc. (G3), révèle que les Thérophytes et les Microphanérophytes sont les formes de vie qui dominent avec respectivement 50,60 % et 18,07 % du spectre brut. Le spectre pondéré montre que les Microphanérophytes et les Thérophytes sont les plus recouvrant avec respectivement 89,04 % et 4 %. Le groupement à *Combretum micranthum* G.Don et *Microchloa indica* (L.f.) P.Beauv. (G4) est caractérisé par l'abondance des Thérophytes dont le spectre brut est de 49,41 % et un faible recouvrement avec 15,29 % du spectre pondéré. Les Microphanérophytes sont les plus recouvrant avec un spectre pondéré de 88,95 %, mais ils présentent une faible abondance avec un spectre brut de 15,29 %. Il ressort de ce tableau, que les Thérophytes et les Microphanérophytes sont les formes de vie qui prédominent dans la réserve. Les autres types biologiques sont faiblement représentés dans les 4 groupements.

Tableau 6. Spectres biologiques brut et pondéré des 4 groupements de la réserve

Groupements	T B	Spectre brute	Spectre pondéré
G1	T	49,44	9,60
	mp	14,61	80,84
	CH	10,11	1,49
	LT	8,99	1,69
	H	4,49	0,76
	np	4,49	0,64
	Ge	3,37	0,84
	Mgph	3,37	4,10
	Lmp	1,12	0,04
	G2	T	40,00	4,80
mp		24,76	84,46
CH		8,57	0,71
np		8,57	2,03
LT		5,71	0,74
H		4,76	0,36
Ge		3,81	0,40
MgPh		1,90	6,47
Hy		0,95	0,01
Msph		0,95	0,01
G3	T	50,60	4,00
	mp	18,07	89,04
	CH	7,23	0,82
	LT	7,23	0,53
	np	6,02	1,06
	Ge	3,61	0,22
	H	2,41	0,14
	Mgph	2,41	0,27
	Lmp	1,20	0,25
	MsPh	1,20	3,68
G4	T	49,41	2,96
	mp	15,29	88,94
	CH	8,24	0,42
	np	8,24	3,34
	Ge	5,88	1,10
	LT	4,71	0,37
	H	3,53	0,12
	Hy	1,18	0,01
	Lmp	1,18	0,91
	MgPh	1,18	0,91
MsPh	1,18	0,91	

T : Thérophytes ; mp: Microphanérophytes ; CH : Chaméphytes ; np : Nanophanérophytes ; Ge : Géophytes LT : Liane-Thérophytes ; H : Hémicryptophytes ; Hy : Hydrophyte ; Lmp : Liane-Microphanérophytes ; MgPh : Mégaphanérophytes ; MsPh : Mésophanérophytes

La figure 7 présente les types phytogéographiques des quatre groupements que compte la réserve. De cette figure, le groupement à *Guiera senegalensis* J.F.Gmel. et *Ceratotheca sesamoides* Endl. (G1) est caractérisé par l'abondance des espèces Pantropicales, suivis des espèces Paléotropicales avec respectivement 23,59 % et 22,47 % de spectre brut. Le recouvrement (spectre pondéré) est dominé par le type Soudano-Zambéziennes (48,51 %) suivies des espèces de l'élément de base Soudanien (38,30 %). Pour le groupement à *Combretum glutinosum* Perr. et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (G2) l'analyse indique que les espèces Soudaniennes sont les plus abondantes et les plus recouvrant avec respectivement 23,80 % de spectre brut et 59,83 % de spectre pondéré. Viennent ensuite, les espèces Paléotropicales avec 20 % du spectre brut et les espèces Soudano-Zambéziennes avec 24,26 % pour le spectre pondéré. Le groupement à *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. et *Diheteropogon hagerupii* Hitchc. (G3) est prédominé par des espèces de l'élément de base Soudanien dans le spectre brut (24,09 %) tout comme dans le spectre pondéré (46,72) ; suivis des espèces Pantropicales et Paléotropicales qui se partagent le même pourcentage du spectre brut (21,68 %). Les espèces Soudano-Zambéziennes précèdent les espèces Soudaniennes dans le spectre pondéré (45,69 %). Pour le groupement à *Combretum micranthum* G.Don et *Microchloa indica* (L.f.) P.Beauv. (G4) les espèces Soudaniennes, Soudano-Zambéziennes et Paléotropicales apparaissent dans des proportions égales du spectre brut 18,64 % ; suivies des espèces Pantropicales (17,64 %). En ce qui concerne le recouvrement au sol, ce le type Soudaniennes qui prédomine avec un spectre pondéré de 69,91 %, le type Soudano-Zambéziennes le suit avec 20,43 %. Les autres types phytogéographiques sont faiblement représentés dans les 4 groupements.



Figures 7 : Spectres phytogéographiques des 4 groupements de la réserve

S : Soudanienne ; Pal : Paléotropicales ; Pan : Pantropicales ; SZ : Soudano-Zambéziennes ; PA : Plurirégionales Africaines ; AT : Afro-Tropicales ; GC : Guinéo-Congolaises ; AA : Afro-Américaines ; AM : Afro-Malgaches.

Discussion

Diversité floristique et phytosociologiques

La diversité au sein de la réserve est particulièrement riche par rapport à d'autres zones du pays. Elle peut être liée à la diversité des conditions écologiques de la zone. Il a été aussi observé une prépondérance des familles et genres faiblement représentés et qui témoignent de la haute diversité de la flore de la réserve. Ces résultats sont nettement au-dessus de ceux obtenus par Inoussa *et al.* (2014) et Kaou *et al.* (2017) ; qui ont trouvé respectivement 107 espèces dans la Réserve Totale de Faune de Tamou (RTFT) et 38 espèces dans la zone dunaire du sud-est du Niger. Cependant, ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Morou (2010). Ce dernier a recensé dans la zone girafe un total de 224 espèces. Cette différence serait due aux conditions climatiques plus favorables dans la zone girafe que dans les zones des deux auteurs cités si haut d'une part et à l'étendue de la zone d'étude c'est-à-dire au nombre de relevés parcouru d'autre part. Il peut être lié aussi au niveau d'anthropisation des zones d'études. Cette flore est largement dominée par les Fabaceae avec 32 espèces représentant 21,92 % et les Poaceae qui regroupent en son sein 21 espèces soit 14,38 %. Ces deux familles totalisent 36,30% des 43 familles que compte la réserve. La prédominance des Fabaceae est une caractéristique propre des savanes Africaine (Mahamane, 2005), ce qui laisse dire que la végétation de la RPFDF a conservé sa flore originelle malgré les pressions qui lui sont exercées. La domination des plantes annuelles de la strate herbacée, principalement des graminées (Soumana, 2011; Morou, 2010) est caractéristique de la zone sahélienne. Ainsi, cette dominance pourrait être dû à leur insémination et germination qui est très rapide et au mode de transport des semences qui sont multiple (vent, l'eau ou les animaux etc...). Aussi, il a été démontré que les graminées résistent aux différentes perturbations car elles développent une stratégie leur permettant de se maintenir et de se développer dans un environnement perturbé (Bremen & De Ridder, 1991). Considérant le seuil de variation de l'indice de Shannon-Weaver (0 à 5), la réserve est moyennement diversifiée car la valeur calculée est de 2,56 bits supérieurs à celle trouvée par Abdourhamane *et al.*, (2013) qui se retrouve avec 2,34 bits ; de même que son équitabilité de Pielou (E) qui est de 0,47 corrobore celle évaluée dans la RPFDF qui est de 0,48. Cette diversité est dû à la présence des nombreuses espèces mais sans une dominance remarquable entre ses dernières.

L'analyse globale des types biologiques montre que les Thérophytes qui constituent 42,06 % de la flore, suivies des Microphanérophytes 22,06 % sont les modes de vie les plus dominant. Cette Thérophytisation est une caractéristique des zones arides (Soumana, 2011; Morou, 2010) et révèle une dégradation en partie liée à un pâturage excessif de la zone ou aux conditions climatiques de plus en plus aride. Cela avait été déjà annoncé par Javaid &

Anisa (2009) et Kala (2002) qui expliquaient que le développement des Thérophytes serait la cause des facteurs biotiques. Selon Grouzis (1998) et Hiernaux (1998), le surpâturage continu diminue la richesse floristique, tout en favorisant l'établissement des Poaceae, dans ces conditions la prédominance des Thérophytes et des Microphanérophytes peut être considérés comme une succession végétale, une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables, une forme de résistance aux rigueurs climatiques et un signe de dégradation avancée de la végétation (Mahamane *et al.*, 2009). Les Microphanérophytes sont des indicateurs d'une végétation permanente indiquant aussi une adaptation du milieu. La forte représentation des Microphanérophytes montre une prépondérance des formations arbustives ou de forêts basses dans le milieu d'étude car les types biologiques sont les paramètres qui rendent compte de la physionomie des formations végétales (Thiombiano, 2005). Pour les types phytogéographiques, la flore globale est dominée par les espèces de l'élément base-Soudanien avec 22,06 % de spectre brut ce qui traduit l'appartenance de la RPFD au domaine soudanien. La dominance des espèces Soudaniennes a été rapportée par Serge *et al.* (2015). L'abondance des espèces à larges distribution (Paléotropicales, 19,31 %) permet de confirmer l'appartenance de la réserve au domaine soudanienne mais perturbé. Selon Sinsin (1993) la forte proportion des espèces à large distribution est un indice de perturbation et indique que la flore perd de sa spécificité. Cette perturbation observée dans la réserve est l'œuvre de l'homme à travers ses multiples actions et à l'impact du changement climatique conduisant à la modification de la flore originelle.

Caractéristiques des groupements végétaux dans la RPFD

Le dendrogramme issu de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a permis de discriminer 4 groupements végétaux au seuil de 66,66% de similarité. Ainsi tous les 4 groupements sont relativement diversifiés car les valeurs calculées de l'indice de Shannon–Weaver sont comprises entre 3,01 et 4,12 bits. Ces résultats sont proches de ceux trouvés par Kaou *et al.* (2017). Mais, le groupement à *Combretum glutinosum* Perr. et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (G2) enregistre la valeur la plus élevée tandis que le groupement à *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. et *Diheteropogon hagerupii* Hitchc. (G3) enregistre la plus petite valeur. Dans ce dernier, on note un effet de dominance de *Guiera senegalensis*. Or selon Inoussa *et al.* (2014), l'indice de Shannon est sensible à la dominance, autrement dit, plus il y a dominance, plus sa valeur est faible, ce qui explique la faible valeur enregistre dans ce groupement. En se basant sur l'intervalle de variation de l'indice d'équitabilité de Pielou (0 à 1), seul le groupement à *Combretum glutinosum* Perr. et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (G2) présente une valeur moyenne (0,62), les autres groupements présentent des valeurs faibles ;

comme l'avait trouvé Abdourhamane *et al.* (2013). Les faibles valeurs de l'équitabilité observées traduisent l'abondance de quelques espèces dans les groupements avec des fortes fréquences. Ces faibles valeurs indiquent aussi l'état de stress de l'écosystème, ce qui laisse dire que ces quelques espèces dominantes le sont, car elles ont surmonté ce stress et ont pu pérenniser et coloniser l'écosystème. Ces résultats indiquent que la diversité au sein des 4 groupements est moyenne mais qu'il existe une inégale répartition des recouvrements entre les espèces dans les groupements.

Il ressort de l'analyse du comportement adaptatif des espèces que les Thérophytes dominant au niveau de tous les groupements dans les spectres bruts. Ceci pourrait s'expliquer par les conditions situationnelles caractérisées par un passage fréquent des animaux de transhumance et les feux d'aménagement (Inoussa *et al.*, 2014). Du point de vue phytogéographique, les espèces de l'élément base-soudanien et les espèces à large distribution (Pantropicales et Paléotropicales) dominant dans tous les groupements. Les deux types phytogéographiques qui dominant ces groupements semblent présenter des stratégies de survie bien adaptées aux conditions sèches ce qui explique leurs présences dans la réserve. En outre l'analyse des types phytogéographiques de l'ensemble des groupements témoigne d'une végétation appartenant au domaine soudanien perturbé.

Conclusion

Cette étude qui a porté sur la phytodiversité de la Réserve Partielle de Faune de Dosso a permis une meilleure connaissance des indicateurs écologiques, de la composition floristique, les formes de vie et les types phytogéographiques de cette réserve.

La flore de la réserve est particulièrement riche de 146 espèces appartenant à 107 genres réparties en 41 familles. Globalement la réserve présente une diversité moyenne ($H'=2,56$ bits) avec une répartition des individus au sein des espèces qui reste faible ($E = 0,84$). L'analyse des types biologiques montre une dominance des Thérophytes et des Microphanérophytes qui constituent des indicateurs écologiques d'adaptation des végétaux aux milieux arides. La prédominance de ces deux types biologiques dénote une dégradation avancée de la végétation de la réserve. Par rapport à l'affinité chorologique, ce sont les espèces Soudanienne qui prédominent, secondé des espèces à larges distribution (Paléotropicales). Cela montre que la réserve appartienne au domaine soudanien mais qui reste perturbé. Quatre groupements ont été discriminés, tous diversifiés avec de faible équitabilité à l'exception du groupement à *Combretum glutinosum* Perr. et *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (G2) où la diversité est moyenne.

Ces résultats, loin d'être exhaustifs, constitues des indicateurs écologiques permettant de mesurer le niveau de dégradation des ressources

floristiques disponibles dans la réserve afin de mieux les préserver pour une meilleure valorisation. Aussi, ces résultats pourraient servir de référence pour une gestion durable de la réserve.

Conflit d'intérêts : Il n'y a pas de conflit d'intérêt entre les auteurs de cet article avec des personnes tierces.

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

Déclaration de financement : Les auteurs sont reconnaissants envers les autorités de l'Université Abdou Moumouni particulièrement ceux de la Faculté des Sciences et Technique pour leur appui matériel et technique dans le cadre de ces travaux.

Remerciements : Les auteurs remercient les autorités du Ministère de l'Environnement et de de l'Hydraulique de la République du Niger en particulier la Direction de la Faune, de la Chasse et des Aires Protégées pour avoir facilité la collecte des données sur le terrain. Ils adressent également les sincères gratitudeux aux lecteurs anonymes qui ont lu avec beaucoup d'attention et ont fait des commentaires pertinents au manuscrit.

Références:

1. Abdou, I. K. (2021). *Evaluation de la biodiversité et caractérisation de la végétation de la Réserve Partielle de Faune de Dosso*. [Thèse de Doctorat en Ecologie végétale et Biodiversité]. Université Abdou Moumouni, 247p.
2. Abdourhamane, H., Morou, B., Rabiou, H., & Mahamane, A. (2013). Caractéristiques floristiques , diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger : cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *International Journal of Biological and Chiminal Sciences*, 7(June), 1048–1068.
3. Aboubacar, K., Douma, S., Mamoudou, B. M., & Seyni, R. S. D. (2018). Structure des populations naturelles de *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance , ligneux d ' intérêt alimentaire , dans le Dallol Bosso , Niger. *Bois et Forêts Des Tropiques*, 337(July), 67–78.
4. Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology. The study of plant communities*.
5. Breman, H., & De Ridder, N. (1991). *Manuel sur les Pâturages des Pays Sahéliens*. Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA. p.485.
6. Casenave, A., & Valentin, C. (1990). *Les états de surface de la zone sahélienne : influence sur l'infiltration*. Paris - ORSTOM. (Collections

- Didactiques), 280 p.
7. Daget, P., & Poissonet, J. (1997). Biodiversité et végétation pastorale. Quatre notes en métrologie pastorale. Ressources Alimentaires synthèse. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 2, 141–144.
 8. De Bello, F., Leps, J., & Sebastia, M. T. (2007). Grazing effects on the species-area relationship : Variation along a climatic gradient in NE Spain. *Journal of Vegetation Science*, 25–34.
 9. Douma, S. (2016). *Etude ethnobotanique et écologique des plantes ligneuses alimentaires de soudure des systèmes agroforestiers du sud-ouest du Niger : diversité, importance, structure et niveau de menace* [Thèse de Doctorat en Agroforesterie]. UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI, 84p
 10. Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicators species : the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67, 345–366. *Ecological Monographs*, n°67, 345-366p.
 11. Gounot, M. (1969). *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. Paris VIe. 303p.
 12. Grouzis, M. (1998). *Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso)*. paris: Orstom éditions
 13. Hamani Noma, A. L. (2020). *Evaluation de la phytodiversité et perception paysanne des services écosystémiques dans la Réserve Partielle de Faune de Dosso, Ouest nigérien*. [Mémoire de master en Ecologie et Gestion Durable de la Biodiversité]. Université Abdou Moumouni. p.57.
 14. Hiernaux, P. (1998). Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel. *Plant Ecol*, 191–202.
 15. Hyppolite, D. N., Edouard, K. N., Mathieu, E. W., & Kouadio, A. (2008). Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le parc national de la marahoué (CÔTE D'IVOIRE). *Revue Télédétection*, 8(1), 17–34.
 16. Illo Souley, M. H. (2022). *Caractérisation de la végétation des couloirs de passage du Goulbi N'Kaba et des terrasses adjacentes* [Thèse de Doctorat en Écologie végétale et Pastoralisme]. Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, 182p.
 17. Inoussa, M. M. (2011). *Dynamique des forêts claires dans le Parc National de W du Niger*. [Thèse de Doctorat en Biologie et Ecologie Végétales]. Université Abdou Moumouni, 93p.
 18. Inoussa, M. M., Diouf, A., Bakasso, Y., Morou, B., Zaman-allah, M., Mahamane, A., & Saadou, M. (2014). Situation de référence de la

- phytodiversité et la productivité herbacée d'un dispositif de suivi du feu de brousse au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(June), 1165–1178.
19. Javaid, M. D., & Anisa, B. K. (2009). Floristic composition of alpine grassland in Bandipora, Kashmir. *Grassland Science*, 56, 87–94.
 20. Kala, C. P. (2002). *Paradise under fire*. 46–48.
 21. Kaou, K. A. K., Ousmane, L. M., Iro, D. G., Saley, K., Rabiou, H., & Roger, P. (2017). Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa. *Journal of Applied Biosciences*, 1997–5902, 12053–12066. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4314/jab.v120i1.8>
 22. Mahamane, A. (2005). *Etudes floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger* [Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique]. Université Libre de Bruxelles, p.443.
 23. Mahamane, A., Saâdou, M., Danjimo, M. B., Saley, K., Yacoubou, B., Diouf, A., Morou, B., Inoussa, M. M., Soumana, I., & Tanimoune, A. (2009). Biodiversité végétale au Niger : Etat des connaissances actuelles. *Ann. Univ. Lomé (Togo)*, XVIII(October 2017), 81–93. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/320255820>
 24. Mc Cune, B., & Mefford, M. J. (1999). *Multivariate analysis of ecological data. PC ORD. Version 4.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon. USA.83 p.*
 25. Millennium Challenge Account Niger. (2021). *Elaboration des plans d'aménagement et de gestion de la Zone Ramsar Moyen Niger et de la Réserve Partielle de Faune de Dosso*. p. 244.
 26. Morou, B. (2010). *Impacts de l'occupation des sols sur l'habitat de la girafe au Niger et enjeux pour la sauvegarde du dernier troupeau de girafes de l'Afrique de l'Ouest*. [Thèse de Doctorat en Biologie Appliquée]. Université Abdou Moumouni de Niamey, p.198.
 27. Ouedraogo, O. (2009). *Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du Parc National d'Arly (sud-est du Burkina Faso)* [Thèse de Doctorat en Botanique et Phyto-écologie]. Université de Ouagadougou, 188p
 28. PAG, R. (2016). *Plan d'Aménagement et de Gestion de la Réserve de Biosphère du W du Niger*. p.144.
 29. Palmer, M. W. (1993). *Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis*.
 30. Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford University Press London, 632p.
 31. Saâdou, M. (1990). *La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger*. [Thèse de doctorat en Es-Sciences Naturelles].

- Université Abdou Moumouni, p.393.
32. Serge, M., Elisée, M., Brahim Ali, B., Ngadoum, R., & Pierre Marie, M. (2015). Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(1), 3799–3813.
 33. Sinsin, B. (1993). *Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin*. [Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques]. Université Libre de Bruxelles, p.390.
 34. Sirvent, L. (2020). *Les types biologiques : Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel*. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 64 p. (Issue January). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14673.89440>
 35. Soumana, I. (2011). *Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs Uda'en* [Thèse de Doctorat en Écologie végétale et Pastoralisme]. Université Abdou Moumouni, 208p.
 36. Thiombiano, A. (2005). *Les Combretaceae du Burkina Faso : Taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces*. [Thèse de doctorat d'Etat]. Université de Ouagadougou, 290p.
 37. Thiombiano, A., Glèlè Kakai, R., Bayen, P., Boussim, J. I., & Mahamane, A. (2016). Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest : état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales Des Sciences Agronomiques*, 20, 15–31.
 38. White, F. (1986). *La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique Unesco/AETFAT/UNSO*.

Analyses de la Mise en Œuvre des Stratégies de Lutte contre les Feux de Brousse dans le District d'Ihoso, Région Ihorombe, Madagascar

Insoime Mohamed Sidi

Domaines des Sciences et Technologies, Mention Sciences de la vie,
Université de Toliara, Madagascar

Rejo Fienena Félicitée

École Doctorale « biodiversité et Environnements tropicaux »
Université de Toliara, Madagascar, UFR de Biodiversité et Environnement,
Laboratoire de Biologie Végétale

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p159](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p159)

Submitted: 16 November 2023

Accepted: 28 March 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Insoime M.S. & Rejo Fienena F. (2024). *Analyses de la Mise en Œuvre des Stratégies de Lutte contre les Feux de Brousse dans le District d'Ihoso, Région Ihorombe, Madagascar*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 159.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p159>

Résumé

Les feux de brousse à Madagascar engendrent un phénomène répétitif et contribuent à la destruction de la richesse floristique et faunistique de la végétation. Le présent article se penche sur l'efficacité des stratégies de lutte contre les feux de brousse mises en œuvre dans le district d'Ihoso, situé dans la région Ihorombe. L'objectif principal est de déterminer les différentes stratégies de lutte contre les feux appliquées dans le district d'Ihoso et de pouvoir évaluer la performance des mesures adoptées pour prévenir et combattre les incendies de brousse dans ce district étudié. La méthodologie de cette étude implique une évaluation approfondie des initiatives actuelles, des politiques en place et des actions concrètes déployées pour faire face aux feux de brousse. Des données quantitatives et qualitatives sont collectées afin de mesurer l'impact des interventions sur la fréquence et l'intensité des incendies, ainsi que sur la préservation de la biodiversité locale. De façon typique, des enquêtes et des observations directes ont été réalisées sur le terrain. Sur ce, l'analyse des différentes stratégies de lutte préventive, active, communication et répression ont prouvé l'efficacité de cette lutte. Selon les observations

directes et les données collectées sur le terrain, la diminution des incendies par rapport aux années précédentes est fortement liée à l'action participative et l'implication des acteurs des populations locales dans la lutte contre les feux de brousse. Certes les villageois constituent l'élément de base de la lutte mais, le budget alloué et les actions de lutte préventives des différentes zones d'actions sont nécessaires pour le succès de la lutte contre les feux de brousse à travers les sensibilisations et la mise en place des différents acteurs de lutte contre les feux dans chaque localité. En conclusion, cette analyse vise à contribuer à l'amélioration continue des pratiques de lutte contre les feux de brousse, en mettant en lumière les réussites à capitaliser et les domaines à améliorer dans le contexte spécifique d'Ihoso, dans la région Ihorombe, à Madagascar.

Mots-clés: Feux de brousse, stratégies de lutte, Ihoso, Madagascar

The Analysis of the Implementation of Strategies to Combat Bushfires in the Ihoso District, Ihorombe Region, Madagascar

Insoime Mohamed Sidi

Domaines des Sciences et Technologies, Mention Sciences de la vie,
Université de Toliara, Madagascar

Rejo Fienena Félicitée

École Doctorale « biodiversité et Environnements tropicaux »
Université de Toliara, Madagascar, UFR de Biodiversité et Environnement,
Laboratoire de Biologie Végétale

Abstract

The bushfires in Madagascar give rise to a repetitive phenomenon and contribute to the destruction of the floristic and faunistic richness of the vegetation. This article examines the effectiveness of bushfire control strategies implemented in the Ihoso district, located in the Ihorombe region. The main objective is to determine the different bushfire control strategies applied in the Ihoso district and to be able to assess the performance of measures adopted to prevent and combat bushfires in this studied district. The methodology of this study involves a thorough evaluation of current initiatives, existing policies, and concrete actions deployed to address bushfires. Quantitative and qualitative data are collected to measure the impact of interventions on the frequency and intensity of fires, as well as on the preservation of local biodiversity. Typically, surveys and direct observations have been conducted in the field. Thus, the analysis of different preventive,

active, communication, and repression strategies has proven the effectiveness of this fight. According to direct observations and data collected in the field, the decrease in fires compared to previous years is strongly linked to participatory action and the involvement of actors from local populations in the fight against bushfires. Certainly, villagers constitute the basic element of the fight, but the allocated budget and preventive actions in different areas of action are necessary for the success of the fight against bushfires through awareness-raising and the establishment of various firefighting actors in each locality. In conclusion, this analysis aims to contribute to the continuous improvement of bushfire fighting practices, by highlighting successes to capitalize on and areas for improvement in the specific context of Ihosy, in the Ihorombe region, Madagascar.

Keywords: Bushfires, fighting strategies, Ihosy, Madagascar

Introduction

Madagascar est reconnue comme une écorégion unique au monde. Elle compte parmi les centres de biodiversité les plus riches. Elle abrite près de 12 000 espèces de plantes dont 70 à 80% sont endémiques, ce qui fait de la flore malgache une des plus diversifiées au monde (Mittermeier *et al.*, 1994). Mais au fil du temps, ces formations végétales ont été fortement dégradées ou remplacées par des formations secondaires résultant des activités humaines comme le maintien des zones de pâturages, la culture sur brûlis (hatsaky), le nettoyage des terrains de culture après la récolte ou pour la production de charbon (Lowry *et al.*, 1998).

Dans le district d'Ihosy, la végétation se caractérise par l'importance des savanes arbustives, herbeuses et ligneuses. Sur le bas-fond se longent les savanes arbustives et les savanes arborées avec *Tamarindus indica* (kily), et *Ficus cocculifolia* (fihamy), *Poupartia caffra* (Sakoa), à cela s'ajoute l'espèce des plantes *Typha angustifolia* (Vondro) (Mahaso, 2018). Des différents types des faunes sont connues dans la zone d'étude : les oiseaux, les lémuriers, les amphibiens, les carnivores, les ongulides.

Le feu observé dans la nature est un phénomène qui peut être d'origine naturelle ou anthropique (Colin *et al.*, 2002). Les feux détruisent les végétations, les sols et toute la biodiversité (Kull, 2000 ; FAO, 2011).

Les feux de brousse sont des feux incontrôlés en milieu rural quelle que soit leur cause ou leur origine (Merja & Taru, 2007). La savane couvre 80% du territoire malgache (Koechlin, 1993) et elle est principalement la plus touchée par les feux de végétation. La région Ihorombe, comme la plupart des régions de Madagascar, a un écosystème riche, abritant une biodiversité floristique et faunistique importante. Mais, cette région présente différents écosystèmes fragiles qui subissent diverses pressions, toute d'origine

anthropique, notamment sous formes des feux de végétation, feux sauvages, coupes massives pour le bois de chauffe et le carbonisation (CREAM, 2013).

La politique générale de l'Etat Malgache, dans sa partie croissance économique à base élargie, prévoit la réduction des feux de brousse. Des textes législatifs (lois, décrets, ordonnances, etc.) sont promulgués pour réguler et pour administrer la pratique de tous types de feux. La stratégie adoptée est basée sur l'intégration de toutes les parties prenantes concernées, à tous les niveaux dans le processus, en clarifiant leurs attributions pour une meilleure coordination des actions. La lutte préventive, la lutte active et l'évaluation-sanction représentent les grandes lignes d'actions de l'administration forestière (DGEF, 2009).

A Madagascar, les feux de brousse constituent une situation préoccupante. Dans ce contexte, une évaluation de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse a été effectuée dans le district d'Ihoso, Région Ihorombe afin de connaître les différentes stratégies de lutte contre les feux de brousse adoptées et leur efficacité.

Zone d'étude

Le district d'Ihoso est situé au centre-sud de Madagascar entre la latitude 21° 61' et 23° 10' sud et la longitude 44° 95' et 46° 08' Est. Il se trouve à 600 km de la capitale sur la route Nationale N°7 (RN7), à 280 Km de Fianarantsoa ville, à 390 Km de Toliara (Figure 1). Il se trouve administrativement dans la province de Fianarantsoa. Il occupe une grande partie de la Région d'Ihorombe avec une superficie de 18.372 Km² (Mahasoa, 2018). La zone d'étude a comme population autochtone les *Bara* qui sont appelés des « Tompon-Tany » ou maître de la terre (Rejo-Fienena, 1995), des peuples à vocation traditionnellement et essentiellement pastorales.

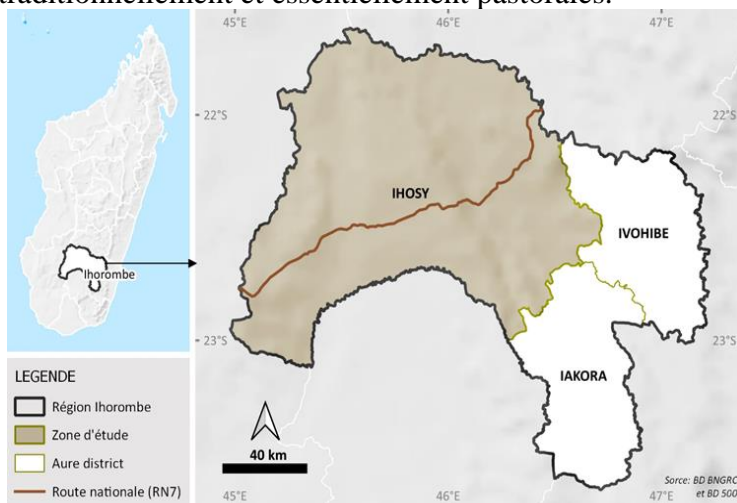


Figure 1. Localisation géographique du district d'Ihoso
Source : BD FTM et BD BNGRC, (2023)

Méthodologie

La méthodologie adoptée pour cette étude vise à fournir une évaluation exhaustive des stratégies de lutte contre les feux de brousse mises en œuvre dans le district d'Ihosy. Différentes méthodes ont été considérées. Il s'agit en premier lieu de la revue de la littérature qui consiste à une analyse approfondie de la littérature existante sur la gestion des feux de brousse à Madagascar et ailleurs dans des contextes similaires. Cela a permis de contextualiser les pratiques actuelles par rapport aux expériences antérieures et aux meilleures pratiques internationales. Cette partie théorique a été suivie par les collectes de données préliminaires où des enquêtes sur le terrain sont menées pour recueillir des données directes auprès des parties prenantes clés, y compris les autorités gouvernementales, les organisations non gouvernementales, les communautés locales et les experts en environnement. Des entretiens structurés et des questionnaires ont été utilisés pour obtenir des informations spécifiques sur les stratégies actuelles, les défis rencontrés et les résultats obtenus. Puis les données collectées sont analysées quantitativement et qualitativement.

Méthode d'étude des différentes pratiques des stratégies de lutte contre les feux de brousse et leur efficacité

Pour déterminer les différentes pratiques des stratégies de lutte contre les feux de brousse et d'évaluer leur efficacité dans la zone d'étude. Des enquêtes ont été réalisées avec les autorités administratives tels que : la Direction Régionale de l'Environnement et de Développement Durable (DREDD), la Madagascar National Parks (MNP), la Direction Régionale de l'agriculture et Élevage (DRAE) ; les autorités locales et comités locaux comme : les Comités Locaux des Parcs (CLP), les *Komitin'Ala sy ny Tontolo Iainana* (KASTI), les *Vaomera ny Afo sy Ala* (VNAA), les *Vondron'Olonan Ifotony* (VOI), les chefs Fokontany ainsi que la population locale comme les charbonniers, les pasteurs, les agriculteurs et les chasseurs sur les décisions à prendre en cas de feux et leurs stratégies appliquées. Des observations directes ont été aussi réalisées, dans le but de connaître le bilan des stratégies antérieures de la lutte contre les feux, ainsi que leurs mises en œuvre présentent dans la zone d'étude. Une observation directe sur terrain est très importante dans une recherche, parce qu'elle amplifie la prise de décision pour le site cible. Elle réduit aussi le travail de l'enquête, car tout travail observable ne peuvent plus être enquêtées auprès des populations cibles. Par cette démarche, les différentes pratiques des stratégies de lutte contre les feux de brousse ont été relevés avec leur efficacité dans la zone d'étude. Toutes les informations recueillies sur le terrain ont été saisies et traitées dans Microsoft Excel afin de les classer et d'établir des tableaux synthétiques, des graphes et des diagrammes.

Les politiques gouvernementales et les réglementations en vigueur liées à la lutte contre les feux de brousse sont examinées en détail pour évaluer leur pertinence, leur applicabilité et leur mise en œuvre effective sur le terrain. Les résultats de l'étude sont comparés avec des exemples de bonnes pratiques nationales et internationales en matière de lutte contre les feux de brousse, afin d'identifier les lacunes éventuelles et les opportunités d'amélioration. En se basant sur les résultats de l'analyse, des recommandations sont formulées pour renforcer les stratégies existantes, en mettant l'accent sur l'amélioration des pratiques, la coordination interinstitutionnelle, et l'engagement communautaire.

En combinant ces différentes approches, la méthodologie de cette étude vise à fournir une évaluation complète et nuancée de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse dans le district d'Ihoso, Région Ihorombe, à Madagascar.

Analyse statistique des données

Cette analyse a porté sur l'étude de l'efficacité des stratégies de lutte contre les feux. Ainsi, des analyses statistiques ont été effectuées pour évaluer l'efficacité des stratégies. L'hypothèse à vérifier est la suivante :

H₀ : Les stratégies de lutte contre les feux de brousse adoptées par la zone d'étude ne sont pas efficaces

H₁ : Les stratégies de lutte contre les feux de brousse adoptées par la zone d'étude sont efficaces

Afin de justifier l'acceptation de l'hypothèse nulle à tester, le seuil de risque $\alpha=5\%$ ou l'intervalle de confiance de 95% a été considéré (Fowler et *al.*, 1998). Si ($p \leq 0,05$), la différence est significative, l'hypothèse nulle H₀ est rejetée et l'hypothèse alternative sera retenue. Dans le cas contraire, si la différence n'est pas significative c'est-à-dire ($p > 0,05$), l'hypothèse nulle H₀ est acceptée et l'hypothèse alternative sera rejetée.

Résultats

Stratégies de lutte contre les feux de brousse dans la zone d'étude Selon la population locale

Leurs stratégies impliquées, s'inscrivent sur deux aspects : la lutte préventive et la lutte active.

La lutte préventive : c'est agir en amont pour éviter des situations indésirables. Les proportions de la lutte préventive contre les feux de brousse peuvent varier selon la région et la population locale. Cependant, certaines pratiques courantes incluent la sensibilisation, la création des pare-feux,

l'entretien des zones boisées, le feu à éteindre après la cuisson, le reboisement et autres :

- Sensibilisation en matière de lutte contre le feu : les sensibilisations s'échangent entre la population locale. Cette dernière sensibilise aussi leurs enfants sur les dangers et sur les impacts négatifs des feux.
- Mise en place des pare-feux pendant leurs activités comme le sarclage des champs des cultures, des villages et des pâturages : la population locale doit déterminer les endroits les plus susceptibles de propager un incendie, comme les zones boisées, les broussailles sèches ou les zones où l'herbe est dense. Avant de commencer une activité potentiellement dangereuse, elle doit enlever tout matériau combustible dans la zone, comme les feuilles mortes, les branches sèches et les herbes hautes. Elle délimite une zone dégagée autour de la zone d'activité, en enlevant tout combustible potentiel.
- Feu à éteindre après la cuisson des produits végétaux ou animaux dans la forêt et dans les champs de culture pour éviter sa propagation.
- Reboisements dans les savanes : la population locale plante des espèces d'arbres résistantes au feu pour créer des barrières naturelles contre la propagation du feu.

La lutte active : les proportions de la lutte active contre les feux de brousse par la population locale peuvent également varier selon la région et la communauté. Cependant, certaines actions typiques comprennent l'utilisation de moyen manuels tels que les bêches, des branchages d'arbres, des coupe-coupes, des seaux d'eau, l'utilisation de matériel spécialisé comme les sacs à eau et la coordination avec les autorités locales et comités locaux pour lutter contre les incendies de grande envergure. La participation active de la population locale est cruciale pour éteindre rapidement les feux de brousse et minimiser les dommages.

En cas de feu, la population locale se mobilise pour parvenir à l'éteindre. Généralement, les matériels utilisés dans la lutte des feux sont : **les branchages frais à grandes feuilles** pour étouffer les flammes en les lançant sur le feu ; **des bûches** pour créer des pare-feux en creusant des tranchées autour du périmètre du feu pour le contenir et empêcher sa propagation, ils peuvent également être utilisés pour éteindre les petites flammes en les étouffant avec de la terre ; **des coupe-coupes** pour créer des lignes de coupe et éliminer la végétation afin de contrôler la propagation du feu; **des seaux d'eau** pour jeter de l'eau en étouffant les flammes du feu.



Figure 2. Sensibilisation de la lutte contre les feux de brousse par l'équipe de la MNP (Madagascar National Parks) avec les villageois (INSOIME, 2023)

Selon les autorités locales et comités locaux

Les autorités locales et les comités locaux de la zone d'étude jouent un grand rôle dans la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse. Néanmoins, les stratégies de lutte contre les feux adoptées, se basent essentiellement sur trois (3) aspects : les actions de lutte préventives, les actions de lutte active et la communication.

La lutte préventive :

- Mise en place des pare-feux dans les zones des reboisements, des parcs nationaux et entretien des anciens pare-feux chaque année.
- Création avec les villageois, des *Dina* (accord villageois) à appliquer au niveau des Fokontany.
- Réalisation des reboisements dans les espaces libres surtout dans les espaces incendiés

- Sensibilisation aux villageois de chaque Fokontany de la zone d'étude, pour les expliquer les méfaits, les impacts négatifs de feu de brousse, le défrichement de l'environnement, de l'agriculture et de l'élevage.

-
La lutte active :

Les autorités locales et comités locaux préviennent à la population locale sur l'existence des feux et mènent les actions de la lutte active. Ils recherchent et détectent les délinquants après l'incendie. En effet, les matériels de lutte sont les suivants : branches des feuilles fraîches ; des bûches ; des coupe-coupes ; des haches pour créer des pare-feux, couper des matériaux combustibles et créer des lignes de coupe pour contrôler la propagation du feu ; des sacs à eau pour arroser les flammes directement ou pour créer des barrières humides autour des zones sensibles pour ralentir la propagation du feu ; des battes à feu à fabrication malagasy ou outils de battage sont utilisées dans la lutte active contre les feux de brousse pour étouffer les flammes et empêcher leur propagation.

La communication :

Sensibilisation systématique de la population locale sur les gravités des feux de brousse, la protection de la forêt et ses ressources naturelles.



Figure 3. Lutte active des feux de brousse dans le Parc National d'Ithosy, Madagascar (INSOIME, 2023)

Selon l'organisme non Gouvernemental (ONG), Madagascar National Parks (MNP)

Les stratégies de lutte contre les feux de brousse menées par Madagascar National Parks de la Région Ihorombe se basent essentiellement sur quatre (4) points : la lutte préventive, la lutte active, la communication et la répression.

La lutte préventive : les proportions de la lutte préventive contre les feux de brousse varient en fonction de nombreux facteurs, notamment la taille et la densité de la végétation, les conditions météorologiques, et les ressources disponibles. En général cela implique la sensibilisation, la création des comités de lutte, le guet feu, la mise en place des impluviums à terre, la mise en place des pare-feux, la pratique de feu précoce, l'alerte satellitaire, les patrouilles et le panneau de signalisation.

- Sensibilisation en matière de lutte : l'équipe de la MNP, demande d'abord un rendez-vous au Chef de Fokontany de chaque village qui se trouve aux alentours du Parc National de l'Isalo avant la période du feu de brousse. Lors de la réunion de sensibilisation, des questions sont posées aux villageois par rapport aux feux de brousse afin d'avoir leurs idées. En quelque sorte il s'agit d'un entretien en focus groupe entre population locale et Madagascar National Parks. Ces derniers expliquent les impacts négatifs du feu de brousse liés à l'agriculture, à l'élevage et l'importance du parc. Selon la MNP, ils réalisent 24 séances des sensibilisations chaque année mais approuvent qu'elles sont insuffisantes.
- Création des comités de lutte : pour pouvoir mettre en place les comités locaux de lutte contre les feux dans chaque localité, il est tout d'abord indispensable que la population soit informée et sensibilisée sur toutes les thématiques relatives aux feux. Par la suite, la MNP met en place 15 Comités Locaux du Parc (CLP) dans les villages qui sont aux alentours du parc national d'Isalo et d'après eux les comités sont suffisants.
- Guet feu : les agents du parc et CLP font des permutations au niveau du parc au mois de juin à décembre. Chaque groupe assure 15 jours de surveillance au parc pour donner l'alerte au feu de brousse en cas de départ de feu.
- Mise en place des impluviums à terre : la MNP installe quatre (4) impluviums de 2000 millilitres dans le parc national d'Isalo pour éteindre les feux.



Figure 4. Mise en place d'impluvium à terre dans le PN Isalo (INSOIME, 2023)

- Mise en place des pare-feux : le parc est entouré par des pare-feux pour diminuer l'intensité du feu.
- Pratique de feu précoce : elle est utilisée pour l'aménagement du parc et pour éviter les éventuels des feux de brousse car elle est un outil de gestion et d'aménagement tout en respectant les techniques et les principes de sa mise en place.
- Alerte satellitaire : les données satellitaires sont à jour sur les incidences de feux. En ce sens, en cas de départ de feu, le directeur du parc, le Chef de volet et des Opérations (CVOP), et le chef de secteur alertent leurs équipes sur terrain en cas de signal de feu sur internet.
- Patrouilles : les CLP s'organisent en groupes et chaque groupe, durant une semaine, exécutent des patrouilles de trois jours continus autour et à l'intérieur du parc.
- Panneau de signalisation : autour du parc national d'Isalo, la MNP implante des panneaux de signalisation pour indiquer aux villageois les dangers du feu de brousse et pour les montrer l'importance du Parc.

La lutte active : les proportions de la lutte active contre les feux de brousse dépendent de la taille et de l'intensité de feu, ainsi que des stratégies de suppression utilisées. En général, cela peut impliquer un déploiement massif de personnel et de matériel pour contenir et éteindre l'incendie.

Pour la lutte active, chaque secteur a un système organisationnel pour lutter contre les feux de brousse. En cas de départ de feu, les agents du parc alertent jusqu'à la population locale, les comités locaux du Parc et les mains d'œuvres pour intervenir. S'ils n'arrivent pas à l'éteindre, les agents du parc alertent la hiérarchie jusqu'au chef de secteur. Tout de suite, la mobilisation devient

totale de l'apport des eaux par camions pour les interventions jusqu'aux zones les plus accessibles aux voitures. D'autres équipes reprennent les relais avec utilisations de tous matériels utilisés dans la lutte : des véhicules (pick-up), des battes à feu, des sacs à eau, les branchages d'arbres, des arrosoirs, des seaux, des citernes plastiques de 10000 millilitres, des bûches, etc.

La communication : elle est une méthode traditionnelle qui utilise le feu pour gérer les terres. Les proportions varient en fonction de divers facteurs tels que la taille de la zone à brûler, les conditions météorologiques et les objectifs de gestion.

La stratégie de communication a pour but de soutenir les actions en matière d'éducation environnementales et de contribuer à la promotion de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse ainsi que sa mise en place dans la zone d'étude avec la direction Régionale de l'Environnement et de Développement Durable (DREDD). Sur ce, elle est conçue, en vue d'informer, de sensibiliser la population pour une meilleure compréhension de la lutte contre les feux et de mettre en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse afin de s'assurer l'implication des différents acteurs.

La répression : les proportions de répression des feux de brousse varient selon de nombreux facteurs, tels que la taille et l'emplacement des feux, les ressources disponibles pour la lutte contre l'incendie et la coordination des efforts. En général les autorités mettent en place des stratégies pour minimiser les incendies et limiter leur propagation.

Dans le cadre de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse dans la zone d'étude, en cas flagrant délits, la répression des délits des feux de brousse et l'application de la loi Code des Aires Protégées (COAP) ont été menées suivant une approche stratégique particulière sur les différentes composantes suivantes : l'identification des causes et les origines des feux de brousse, l'identification, la recherche des délinquants, la motivation des communautés de base comme les comités locaux du parc et les mains d'œuvre pour une participation effective dans le processus de lutte contre les feux de brousse.



Figure 5. 1 : Pare-feu, 2 : Batte à feu à fabrication malagasy, 3 : Panneau de signalisation, 4 : Sac à eau (INSOIME, 2023).

Selon la direction Régionale de l'Environnement et de Développement Durable (DREDD)

La mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse adoptées par la DREDD de la zone étudiée, s'inscrit dans des grandes lignes d'activités basées essentiellement sur quatre (4) aspects : lutte préventive, lutte active, mesure corrective (Application des lois) et Coordination.

Lutte préventive

Cette lutte est la plus conseillée pour limiter les effets des feux de brousse de détruire les ressources naturelles, parce qu'il « vaut mieux prévenir que guérir ». Le tableau 1 suivant montre les stratégies de prévention contre les feux adoptées par la DREDD d'Ihorombe.

Tableau 1. La lutte préventive contre les feux

Succès/acquis	Education environnemental
	Sensibilisation des éleveurs et des agriculteurs
	Mise en place des pare-feux pour les éleveurs de bovins dans leurs terres à bétail en attendant une demande d'autorisation du chef de cantonnement. S'ils l'obtiennent, les conditions de la sauvegarde du terrain sont préinscrites clairement et le chef leur donne la responsabilité de telle sorte que la combustion ne reflète pas à ce qu'il fait.
	Notification et diffusion de la réglementation du feu
Échecs/obstacles	La position des <i>Komitin'Ala sy ny Tontolo Iainana</i> (KASTI) de chaque fokontany pour accélérer ou éteindre les feux.
	La non-participation du village
	Echec de lutte contre le feu (manque technique de communication de lutte contre le feu de végétation).

	La non prise de responsabilité des personnes pendant le temps d'incendie.
	La pertinence des performances et réalisation des DINA qui sont mis en place par : Co-Construction de la commune et de la DREDD
Contraintes	Manque de connaissances et de compréhension du monde dans lequel nous vivons
	Analphabétisme
	Manque des matériels de lutte contre le feu (Voiture, sacs à eau... etc.).
	Complexité de la scène d'incendie (Ex : noyau dur, canyon)
	Manque d'enthousiasme des personnes qui éteignent le feu.

Source : DREDD Ihorombe (2023)

Lutte active

Cette lutte est très importante dans la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux dits feux de brousse, parce que le mot mise, engage la responsabilité de tous les acteurs locaux et la population locale dans l'extinction des feux. Le tableau 2, ci-dessous indique les stratégies de lutte active des feux appliquées par la DREDD de la zone d'étude.

Tableau 2. La lutte active contre les feux

Succès/acquis	Système d'alerte feu par satellite
	Participation partielle des acteurs
Échecs/obstacles	Retard de communication et d'intervention
	Faible participation/non-participation
Atouts/opportunités	Existence de <i>Vaomera ny Afo sy Ala</i> (VNAA), <i>Vondron'Oloha Ifotony</i> (VOI), CLP, KASTI (comités de lutte)
	Pratique de technique contre le feu
	Participation des forces de l'ordre dans la Région dans l'intervention
	Motivation pour la lutte dans l'aire protégée
Contraintes	Manque des matériels (lutte feu / roulante)
	Enclavement de la zone et Insécurité

Source : DREDD Ihorombe (2023)

Les mesures répressives et correctionnelles

Dans cette stratégie, encore une fois les activités entrevues sont compliquées. Au vu et au connu au niveau local, les membres des comités locaux ont peur de dénoncer le délinquant de mise à feu. En effet, le tableau 3 montre les stratégies de répression et de correction de la DREDD de la zone d'étude.

Tableau 3. Les mesures répressives et correctionnelles

Succès/acquis	Traduire les incendiaires en justice
	Une initiative prise par le maire, le chef du village, VNA, VOI pour rapporter ce qui s'est passé.
Échecs/obstacles	Peur des représailles dans la communauté
	Problèmes de partage des terres avec les communes voisines
	Souvent les coupables ne sont pas connus et ne purgent pas une peine commune
	Manque des personnes et des matériels pour effectuer les travaux, cela occasionne des retards (intervention).
	Mélange des responsabilités entre Officier de Police Judiciaire (OPJ) qui crée une incertitude dans les responsabilités assumées.
	Manque des matériels pour le déferrement
Solutions	Problèmes au tribunal : les gens sont déferés puis relâchés.
	Aide aux personnels et aux matériels
	Réforme de la loi sur les incendies et la déforestation
	Responsabilise les principales parties prenantes (VOI, VNA, KASTI)

Source : DREDD Ihorombe (2023)

La coordination

Cette stratégie est transversale aux trois précédentes, elle est la plus importante parce qu'à l'heure actuelle la technique sur la coordination est très avancée (tableau 4).

Tableau 4. La coordination

Succès/acquis	Réunion de coordination (Rapportage ponctuel : Gestionnaire Aire Protégée, Communauté locale)
	Existence de structures locales de lutte contre les feux de brousse
	Communication permanente (Administration, Gestionnaire d'aire Protégée)
	Mise en place de dispositif antifeu avec les communautés locales.
Échecs/obstacles	Absence de réglementation/mesure locale de lutte contre le feu
	Obstacle sur l'application de la loi
	Les textes relatifs à la lutte contre les feux de brousse sont obsolètes
Atouts/opportunités	Manque de moyens pour effectuer des suivis.
	Existence des Aires protégées au niveau des superficies vastes de forêts
Contraintes	Parc National d'Isalo : 1 ^{er} parc le plus visité à Madagascar.
	Région très vaste (suivie), abondance de savane
	Pratique d'élevage extensif de bovidés.

Source : DREDD Ihorombe (2023)

Selon la Direction Régionale de l'Agriculture et Élevage (DRAE)

La mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse appliquées par la Direction Régionale de l'Agriculture et Élevage de la zone d'étude est inscrit en deux (2) axes : les activités de la lutte préventive et de la lutte active.

Les activités de la lutte préventive

Succès/acquis

- La sédentarisation de l'agriculture : utilisation à semence améliorée et de fertilisation à dose convenable de l'agriculture pour que les agriculteurs restent dans un seul terrain pour ne pas brûler un autre.
- Installation d'infrastructure hydro-agricole pour que la culture pluviale entre dans la culture irriguée.
- Le pâturage durable : distribution des variétés de la fourragère verte riche en protéines toute l'année (amélioration du pâturage naturel), gestion du pâturage et technique de cultiver la fourragère : avoir une production et une multiplication de la bouture, production des pépinières dans les zones planes, préparation du sol à partir du labour puis installation de la culture fourragère.
- L'application de PLAE 4 et 5 (Programme de lutte Anti-Erosive)
- Le reboisement. : la DRAE reboise 28 Ha dans le bassin versant et du pâturage naturel dans la zone étudiée.
- La mise en place des pare-feux : toute la partie qu'ils ont reboisé sont entourée des pare-feux.

Échecs/obstacles

- Semences distribuées non cultivées
- Manque de moyens pour effectuer des suivis
- Échec du PLAE 4 et 5

Solutions

- Distributions des semences avec suivie
- Application du PLAE 6 en 2023

Les activités de la lutte active

Pour la lutte active, la DRAE ne participe pas trop mais elle protège juste leurs zones reboisées c'est-à-dire elle met des comités dans leurs parties reboisées pour intervenir en cas de feu.

Perception sur l'efficacité de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux

Selon la population locale

Selon l'enquête menée auprès de la population locale 86% de la population enquêtée certifie que la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse est très efficace dans la zone d'étude tandis que 14% affirme le contraire (figure 6).

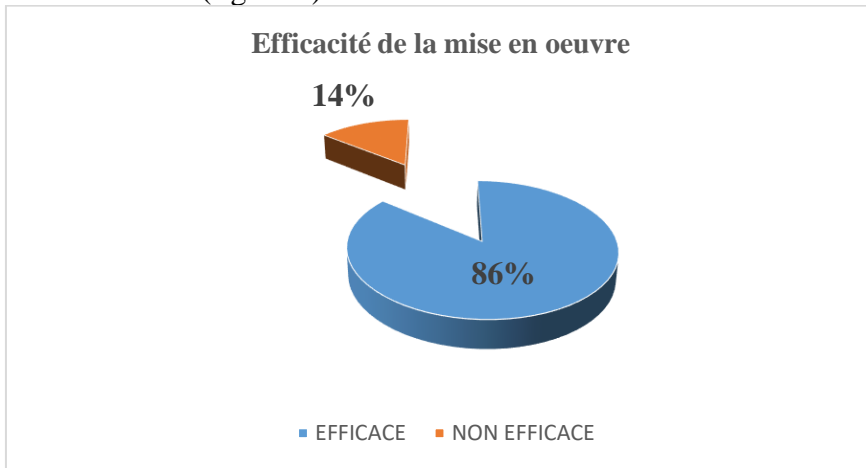


Figure 6. Perception de la population locale sur l'efficacité de la mise en œuvre des stratégies

Selon les comités locaux et les autorités locales

Selon les personnes interrogées, 90% affirment que la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse appliquées dans le district d'Ihosi, région Ihorombe est efficace mais le feu de brousse répétitive dans cette zone vient des feux de vandalisme, de cigarette, des « malaso » (voleurs des zébus) ou « des bandits de grand chemin », de charbon et de foudre tandis que 10% des personnes enquêtées affirment l'inverse (figure 7).

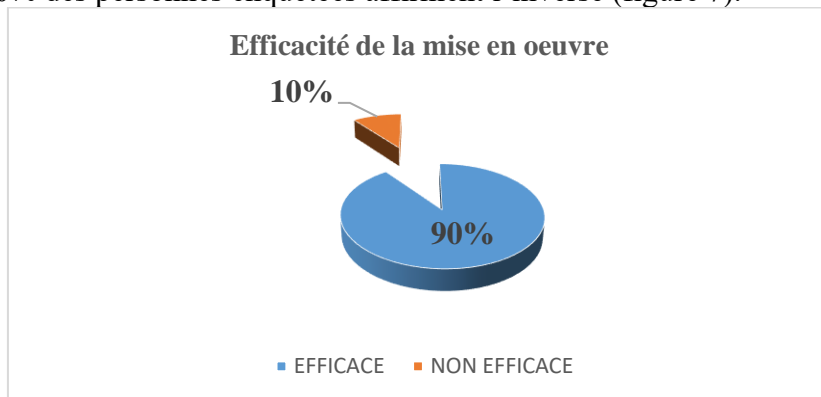


Figure 7. Perception des autorités locales et comités locaux sur l'efficacité de la mise en œuvre des stratégies

Selon les autorités administratives

Les personelles de la Direction Régionale de l'Environnement et du Développement Durable de la zone d'étude, enquêtés témoignent que leur stratégie élaborée est efficace mais la mise en œuvre de la stratégie est inefficace à cause du manque de budget pour sa réalisation. Pour l'ONG de Madagascar National Parks, l'enquête de focus groupe réalisée avec le Directeur du parc national d'Isalo et son équipe, ils nous affirment que leur stratégie appliquée et sa mise en œuvre de la lutte contre les feux de brousse dans le parc national d'Isalo sont très efficaces dans la mesure où ils ont un budget particulier. Selon les personnes enquêtées dans la DRAE de la zone d'étude, elles disent que leur stratégie appliquée est active mais sa mise en œuvre ne l'est plus à cause de l'insuffisance du financement et de la budgétisation pour sa réalisation.

Test Statistique

D'après le résultat du test de Khi-deux (χ^2), montre que la valeur de la probabilité trouvée P est égale à 0,0001 qui est inférieur à 0,05. Le test est très donc significatif (tableau 5). En revanche, l'hypothèse nulle H_0 est rejetée et l'hypothèse alternative H_1 est acceptée. Cela veut dire que, les stratégies de lutte contre les feux de brousse adoptées par la zone d'étude sont efficaces. En effet, même si certains handicaps règnent dans la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux mais l'efficacité des stratégies de lutte contre les feux a été remarqué dans la zone d'étude.

Tableau 5. Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes (Khi²) :

Khi ² (Valeur observée)	50,5375
Khi ² (Valeur critique)	11,0705
DDL	5
p-value	< 0,0001
Alpha	0,05

Discussion

La mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse dans le district d'Ihoso peut être effective avec la notion de la lutte participative. Néanmoins, les acteurs concernés dans cette lutte proviennent de toutes les parties prenantes : les autorités administratives, les autorités locales et comités locaux et surtout la population locale. Les enquêtes réalisées auprès des autorités administratives, révèlent qu'ils ont les compétences en lutte de prévention et active contre les feux de brousse. A travers les Directions Régionales de l'Environnement et du Développement Durable, les Mairies, les Préfectures, les comités locaux de la zone étudiée occupent une place non négligeable pour la bonne marche des activités de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux. L'implication de plusieurs acteurs reste

efficace dans la lutte contre les feux de brousse à travers des actions préventives. Selon FAO (2011), la prévention est plus efficace que l'extinction des incendies de forêts. Les autorités locales et comités locaux occupent une place très importante non négligeable dans les activités de la mise œuvre de ces stratégies de lutte. À Madagascar, entre 2010 et 2015, 602 séances de sensibilisation ont été effectuées et 273 comités de lutte contre les feux de brousse ont été installés (Rarivomanana, 2017). Quant à la population locale, elle est la première responsable dans la mise œuvre des stratégies de lutte contre le feu.

Dans l'étude de Sawadogo (2019) a montré que tous les acteurs enquêtés perçoivent à l'unanimité que les Paiements des Services Environnementaux (PSE) comme étant l'instrument capable de maîtriser les feux incontrôlés. Cet outil permettrait la protection des ressources naturelles, le développement de leurs activités et de générer des revenus. Selon Karsenty et al. (2009) qui disent que les PSE suscitent beaucoup d'espoirs pour la conservation des écosystèmes.

La perception de l'efficacité de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse, montre que malgré le manque de moyens de lutte et des certaines conditions adéquates, la majorité des acteurs interviewés affirment une bonne mise en œuvre des stratégies renforce l'efficacité de la lutte. D'après Montagne et al. (2007), sur 70% des situations analysées à Madagascar, les personnes concernées reconnaissent une réduction des feux de brousse depuis l'instauration du transfert de gestion. Aussi la gestion durable des forêts ne peut être réalisée à moins que les interrelations avec d'autres secteurs affectant les forêts ne soient renforcées en particulier celles qui peuvent avoir un impact direct ou indirect sur les forêts, FAO (2016). Il s'agit d'impliquer les exploitants ruraux des forêts et des terres en collaboration avec l'Etat. Selon Kambirée et al. (2015), la gestion et la protection des ressources forestières doit passer par l'implication de tous les acteurs à tous les niveaux afin de conjuguer les efforts.

Conclusion

Les feux de brousse à Madagascar engendrent un phénomène répétitif et contribuent à la destruction de la richesse floristique et faunistique de la végétation. Ils constituent un facteur d'influence complexe et important des écosystèmes des régions de savanes tropicales comme notre zone d'étude. En effet, les résultats préliminaires indiquent des aspects positifs et des défis persistants dans la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux de brousse. Des réussites notables peuvent inclure des campagnes de sensibilisation efficaces, des systèmes d'alerte précoce fonctionnels, et des efforts de formation communautaire. Cependant, des lacunes subsistent peut-être au niveau de la coordination entre les différentes parties prenantes, de

l'allocation des ressources et de l'application des réglementations. En outre, l'insuffisance des acteurs de lutte et la non-participation de certains villages dans cette zone, freinent les différentes actions à mettre en œuvre dans la stratégie de lutte contre les feux de brousse. D'après les observations directes réalisées sur terrain, la diminution des incendies par rapport aux années passées a été quand même constatée dans la zone d'étude. La stratégie de lutte adoptée contre les feux de brousse par les différents acteurs dans la zone étudiée, semble pertinente mais le manque du budget dans sa mise en œuvre a tendance à mettre une certaine inefficacité. La nécessité et la disponibilité d'un budget adéquat et l'existence des actions de lutte préventives sont indispensables pour le succès de la lutte contre les feux. A titre de recommandation, compte tenu de l'ampleur de cette pratique à Madagascar, il est recommandé de renforcer les actions préventives. Il est essentiel d'avoir des budgets particuliers pour la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les incendies.

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos exceptionnels remerciements à notre honorable Professeur Titulaire, REJO-FIENENA Félicité, la direction de la MNP, de la DREDD et de la DRAE ainsi que la population locale de la zone d'étude qui ont contribué à la réalisation de ce travail de recherche. Nos remerciements vont également aux responsables de l'École Doctorale « biodiversité et Environnements tropicaux » de l'Université de Toliara pour l'appui pédagogique.

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 : des enquêtes et des entretiens ont été réalisées avec les autorités administratives, les autorités locales et comités locaux ainsi que la population locale de la zone d'étude.

Références:

1. Centre de Recherches, d'études et d'appui à l'analyse économique à Madagascar (CREAM) (2013). Monographie région Ihorombe, 162 p.
2. Colin, P.Y., Jappiot, M. & Mariel, A. (2002). Causes des incendies. In Protection des forêts contre l'incendie - fiches techniques pour les

- pays du bassin méditerranéen. Cahier FAO Conservation n° 36. 2002. Rome, FAO. ISBN 92-5-204678-X : 31–41
3. Direction Générale de l'Environnement et de Forêt (DGEF) (2009). Résultats de suivi des feux à Madagascar, Service responsable de suivi de Feu, Service Régional de Lutte contre le Feu de Brousse (SRLFB), Bâtiment N ; Direction Générale de l'Environnement et de Forêt à Nanisana, Antananarivo, 2 p.
 4. Direction Régionale de l'Environnement et de Développement Durable (DREDD) (2021). Atelier Régional d'élaboration des stratégies de lutte contre les feux.
 5. Foods and Agricultural Organisations of United Nations (FAO) (2011). Prévention des feux de forêts dans la région méditerranéenne Un enjeu majeur pour réduire les risques croissants d'incendies de forêt méditerranéenne dans le contexte du changement Climatique. Rapport de situation, 5-ème Conférence internationale sur les incendies de forêts en Afrique du Sud (Sun City), 20 p.
 6. Foods and Agricultural Organisations of United Nations (FAO) (2016). Gestion durable des forêts et de la faune sauvage en Afrique: Améliorer la valeur, les avantages et les services. ISSN 2026-5824. Volume 30, Numéro 2 Revue nature et faune.
 7. Fowler, J., Cohen, L., & Jarvis, P. (1998). Practical statistics for field biology. Second edition. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.
 8. Kambiré, H., W., Djenontin, I.N.S., Kabor, A., Djoudi, H., Balinga, M.P.B. & Zida, M. et al. (2015). La REDD+ et l'adaptation aux changements climatiques au Burkina Faso: causes, agents et institutions. Document occasionne 1123. Bogor, Indonésie: CIFOR 233.
 9. Karsenty, A., Sembrés, T. & Perrot Maitre, D. (2009). Paiements pour services environnementaux et pays du Sud La conservation de la nature rattrapée par le développement ? 3èmes journées de recherches en sciences sociales. *INRA SFER CIRAD*. Montpellier, France, 20P.
 10. Koechlin, J. (1993). Grasslands of Madagascar. In Coupland R.T. (ed.) (Ed.), Natural grasslands. Ecosystems of the World 8B : 291-301.
 11. Kull, C.A. (2000). Deforestation, Erosion, and Fire: Degradation Myths in the Environmental History of Madagascar. *Environment and History*, 6 : 423–450.
 12. Lowry, P.P., Schatz, G.E. & Phillipson, P.B. (1998). Classification de la végétation naturelle et anthropique de Madagascar. *Bull. Acad. Natl. Madagascar*, n.s., 7, 219.
 13. Mahaso, T. E. (2018). Approche géographique de l'élevage bovin dans le district d'Ihosy, région Ihorombe. Mémoire de Maîtrise en géographie, Université de Toliara. 73 p.

14. Merja, M., &Taru, H. (2007). Gestion des feux en milieu rural au Burkina Faso. Une approche Communautaire.
15. Mittermeier, I., Konstant, W.R. & Meyer, M. (1994). Lemurs of Madagascar. Conservation International. *New York*, 356 p.
16. Montagne, P., Razanamaharo, Z., & Cooke, A. (2007). Tanteza, Le transfert de gestion à Madagascar, dix ans d'efforts. Antananarivo : Resolve Conseil & Ciad éditeurs.
17. Rarivomanana, H.T. (2017). Analyse de la mise en œuvre des stratégies de lutte contre les feux à Madagascar : cas de la région Sofia. Mémoire de Master, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège et Université Catholique de Louvain, 88 p.
18. Rejo-Fienena, F. (1995). Étude phytosociologie de la végétation de la région de Tuléar Madagascar et gestion des ressources végétales par les populations locales (cas du PK 32). Thèse de doctorat : du MNHN. 144p
19. Sawadogo, D. (2019). Contribution à la mise en place d'un contrat type de Paiements pour Services Environnementaux (PSE) pour la maîtrise des feux de brousse dans la zone d'intervention du PGFC/REDD+ : Cas de la forêt classée de Tiogo. Mémoire de fin de cycle présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Inspecteur des Eaux et Forêts, Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Burkina-Faso,93P

Aspects Therapeutiques du Decolement de Retine chez les Evacues Sanitaires Hors Benin de 2015 a 2020

Aïgbè N.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)
Unité d'Enseignement et de recherche en Ophtalmologie Faculté des
Sciences de la Santé de Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Gayet C.S.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)

Abouki C.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)
Unité d'Enseignement et de recherche en Ophtalmologie Faculté des
Sciences de la Santé de Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Alfa Bio Issifou A.

Assavedo C.R.A.

Unité d'Enseignement et de Recherche en Ophtalmologie,
Département de Chirurgie et Spécialités Chirurgicales,
Faculté de médecine, Université de Parakou, Benin

Alamou S.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)
Unité d'Enseignement et de recherche en Ophtalmologie Faculté des
Sciences de la Santé de Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Benin

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p181](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p181)

Submitted: 20 December 2023

Accepted: 16 April 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Aïgbè N., Gayet C.S., Abouki C., Alfa Bio Issifou A., Assavedo C.R.A. & Alamou S. (2024). *Aspects Therapeutiques du Decolement de Retine chez les Evacues Sanitaires Hors Benin de 2015 a 2020*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 181.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p181>

Résumé

L'objectif de cette étude est de décrire les aspects thérapeutiques du décollement de la rétine (DR) chez les évacués sanitaires hors Bénin de 2015 à 2020. Nous avons réalisé une étude observationnelle transversale descriptive à visée analytique avec collecte rétrospective des données. Elle s'est déroulée à la Direction Générale de la Médecine Hospitalière et des Explorations Diagnostiques et dans des centres d'Ophthalmologie publics et privés. La durée moyenne entre le diagnostic et la chirurgie était de $81,67 \pm 23,05$ jours avec des extrêmes de 2 et 400 jours. 46 yeux de 42 patients ont été inclus dans l'étude. Une chirurgie de DR était réalisée par voie endoculaire sur 28 yeux (60,87%), par voie externe sur 4 yeux (8,70%) et technique chirurgicale non précisée sur 14 yeux (30,43%). Notons que des 28 yeux ayant subi une chirurgie endoculaire, 19 ont eu un tamponnement par huile de silicone et les 9 restants, un t amponnement par gaz. Sur les 46 yeux, 25 (54,35%) présentaient des complications postopératoires dont 15 cataractes et 9 récidives du DR. En préopératoire, 28 yeux sur 46 (60,87%) avaient une AV < 1/20 et 5 yeux (10,87%) avaient une AV > 3/10. En postopératoire, 34 yeux (73,91%) avaient une AV \geq 1/20 et 17 (36,96%) une AV > 3/10. L'AV était réduite pour 7 yeux (15,22%), stationnaire pour 10 yeux (21,74%) et 29 yeux (63,04%) ont eu un gain moyen d'AV de 3 lignes. Chez les 2 sujets opérés dans un délai \leq 7 jours (4,35%), l'AV était améliorée et le gain supérieur à 6 lignes. Le décollement de la rétine est une pathologie oculaire grave pouvant causer la cécité. Toutefois, de bonnes pratiques thérapeutiques donnent généralement un bon gain visuel.

Mots-clés: Décollement de la rétine, thérapeutique, évacués sanitaire, Bénin

Therapeutic Aspects of Retinal Detachment in Medical Evacuees Outside Benin from 2015 to 2020

Aigbè N.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)
Unité d'Enseignement et de recherche en Ophtalmologie Faculté des
Sciences de la Santé de Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Gayet C.S.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)

Abouki C.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)
Unité d'Enseignement et de recherche en Ophtalmologie Faculté des
Sciences de la Santé de Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Alfa Bio Issifou A.

Assavedo C.R.A.

Unité d'Enseignement et de Recherche en Ophtalmologie,
Département de Chirurgie et Spécialités Chirurgicales,
Faculté de médecine, Université de Parakou, Benin

Alamou S.

Centre National Hospitalier
Universitaire Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM)
Unité d'Enseignement et de recherche en Ophtalmologie Faculté des
Sciences de la Santé de Cotonou, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Abstract

The objective of this study is to describe the therapeutic aspects of retinal detachment in medical evacuees outside Benin from 2015 to 2020. We conducted an observational cross-sectional descriptive study with an analytical purpose and retrospective data collection. The study took place at the General Directorate of Hospital Medicine and Diagnostic Explorations and in public and private Ophthalmology centers. The average duration between diagnosis and surgery was 81.67 ± 23.05 days, ranging from 2 to 400 days. Endocular surgery for retinal detachment was performed on 28 eyes (60.87%), externally in 4 eyes (8,70%) and unspecified surgical technique in 14 eyes (30,43%). Of these 28 eyes undergoing endocular surgery, 19 had tamponade with silicone oil, and the remaining 9 had tamponade with gas. Among the 46 eyes, 25 (54.35%) had postoperative complications, including 15 cataracts and

9 retinal detachment recurrences. Preoperatively, 28 eyes out of 46 (60.87%) had visual acuity (VA) $<1/20$, and 5 eyes (10.87%) had VA $>3/10$. Postoperatively, 34 eyes (73.91%) had VA $\geq 1/20$, with 17 (36.96%) having VA $>3/10$. VA was reduced for 7 eyes (15.22%), remained stationary for 10 eyes (21.74%), and 29 eyes (63.04%) showed a gain in VA. Among the 2 subjects operated within ≤ 7 days (4.35%), VA improved, and the gain was greater than 6 lines. Retinal detachment is a serious ocular condition that can lead to blindness. However, proper therapeutic practices generally result in significant visual improvement.

Keywords: Retinal detachment, therapy, medical evacuees, Benin

Introduction

Le décollement de la rétine (DR) est une pathologie oculaire grave qui peut entraîner une perte de vision permanente si elle n'est pas traitée rapidement et de manière appropriée. Chez les évacués sanitaires hors du Bénin, le décollement de la rétine peut poser des défis thérapeutiques en raison des limitations des ressources médicales et des difficultés de communication avec les médecins locaux. Des études ont montré que le taux de réussite du traitement du décollement de la rétine chez les évacués sanitaires peut être inférieur à celui des patients traités localement (Moschos, 2015 ; Miki, 2015). Des études antérieures ont examiné les résultats de différents traitements pour le décollement de la rétine chez les patients locaux et évacués sanitaires. L'une de ces études a comparé l'efficacité de la vitrectomie et la chirurgie sclérale pour le traitement du décollement de la rétine chez les patients évacués sanitaires (Ong, 2014). D'autres études ont examiné l'effet de l'âge, de l'hypertension artérielle, de la myopie et de l'état de la rétine sur les résultats du traitement du décollement de la rétine (Kim, 2012).

Le but de cet article est d'examiner les aspects thérapeutiques du décollement de la rétine chez les évacués sanitaires hors du Bénin de 2015 à 2020, en examinant les différentes techniques chirurgicales et les résultats de traitement.

Cadre et methodes

L'étude a été menée au ministère de la santé du Bénin, à la direction générale de la médecine hospitalière et des exploitations diagnostiques et plus précisément à la direction des évacuations sanitaires, des missions médicales et du développement des pôles d'excellence. Elle a été réalisée même dans douze services d'ophtalmologie dont huit centres hospitaliers départementaux, de zone et quatre cliniques d'ophtalmologie privées du Bénin. Une revue rétrospective des dossiers médicaux des patients évacués sanitaires atteints de décollement de la rétine a été effectuée dans les douze services

d'ophtalmologie. Les hôpitaux d'accueil sont : l'Ophtalmo Clinique de Casablanca ; St Thomas Eye Hospital, Dr Argawals Eye Hospital, Inter Star Eye Clinic et Laser Center du Ghana ; les hôpitaux 15-20 et Rothschild de Paris puis l'Institut Ophtalmologique de l'Afrique. Elle a été de type observationnel transversal descriptif à visée analytique avec collecte rétrospective des données. Les critères d'inclusion étaient les suivants : les patients évacués sanitaires hors du Bénin atteints de décollement de la rétine, ayant bénéficié d'un traitement ophtalmologique. Les données ont été recueillies à l'aide d'un formulaire d'enquête standardisé du 1er janvier 2015 au 31 décembre 2020. Les données collectées comprenaient les caractéristiques cliniques du décollement de la rétine. L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel statistique SPSS. Les variables qualitatives ont été décrites en utilisant des fréquences et des pourcentages, tandis que les variables quantitatives ont été décrites en utilisant des moyennes et des écarts-types. Enfin, les résultats ont été présentés sous forme de tableaux et de graphiques.

Resultats

La durée moyenne entre le diagnostic et la chirurgie était de 81,67 \pm 23,05 jours avec des extrêmes de 2 et 400 jours. 46 yeux de 42 patients ont été inclus dans notre étude.

Type de chirurgie

Une chirurgie de DR par voie endoculaire était réalisée sur 28 yeux (60,87%). Le type de chirurgie réalisé n'était pas précisé pour 14 yeux en raison de non disponibilité du compte rendu opératoire (CRO). Notons que des 28 yeux ayant subi une chirurgie endoculaire, 19 (41,30%) ont eu un tamponnement par huile de silicone et les 9 restants (19,57%), un tamponnement par gaz.

Le tableau I présente la répartition des yeux selon le type de chirurgie effectué

Tableau I. Répartition des yeux selon le type de chirurgie effectué, Bénin 2022

	N	%
Voie externe	4	8,70
Voie endoculaire	28	60,87
Non précisé (CRO non disponible)	14	30,43

Complications postopératoires

Sur les 46 yeux, 25 (54,35%) présentaient des complications postopératoires dont 15 (60%) cataractes et 9 (36%) récidives du DR. Un cas d'émulsification sous fovéolaire de l'huile de silicone a été retrouvé.

Récupération fonctionnelle (RF)

En préopératoire, l'AV était majoritairement inférieure à 1/20 soit 28 yeux sur 46 (60,87%). En postopératoire, la récupération fonctionnelle la plus observée était entre 1/20 et 3/10. La figure 1 indique la répartition globale des yeux selon l'évolution de l'AV.

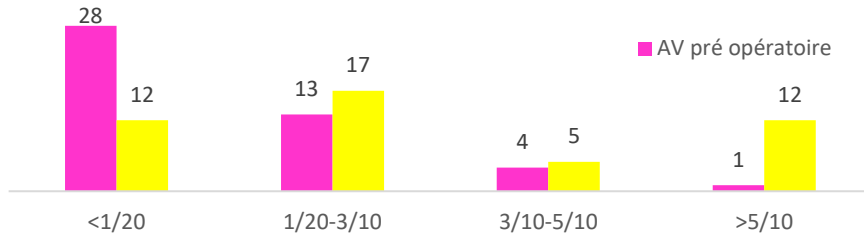


Figure 1. Répartition globale des yeux selon l'évolution de l'AV, Bénin 2022
L'AV était réduite pour 7 yeux (15,22%), stationnaire pour 10 yeux (21,74%) et 29 yeux (63,04%) ont eu un gain d'AV.

➤ Acuité visuelle postopératoire selon l'état de la macula

✓ DR à macula "off"

En préopératoire, 6 yeux (13,04%) avaient une AV<1/20 et 2 yeux (4,35%) avaient une AV>3/10. En postopératoire, 4 yeux (8,70%) avaient une AV<1/20 et 4 yeux (8,70%) avaient une AV>3/10.

DR à macula "on"

En préopératoire, 7 yeux (15,22%) avaient une AV<1/20 et 3 yeux (6,52%) avaient une AV>3/10. En postopératoire, 3 yeux (6,52%) avaient une AV<1/20 et 6 yeux (13,04%) avaient une AV>3/10.

➤ Gain d'AV selon l'état de la macula

Pour les DR à macula "off", l'AV était réduite pour 2 yeux (4,35%), stationnaire pour 1 œil (2,17%) et améliorée pour 16 yeux (34,78%). Pour les DR à macula "on", l'AV était réduite pour 1 œil (2,17%), stationnaire pour 2 yeux (4,35%) et améliorée pour 24 yeux (52,17%). L'état de la macula n'influence pas significativement la RF après la chirurgie du DR car p=0,08.

➤ RF selon la durée du DR

Sur les 46 yeux, 32 soit 69,57% ont été opérés plus de 30 jours après le diagnostic ; 21,74% des yeux ont été opérés après 15 à 30 jours ; 4,35% après 8 à 14 jours et 4,35% opérés dans les 7 premiers jours.

➤ AV postopératoire selon la durée du DR

✓ Durée inférieure ou égale à 7 jours

En postopératoire, 1 œil avait une AV<1/20 et l'autre œil est passé à 1/10.

✓ **Durée entre 8 et 14 jours**

En postopératoire, seul l'œil de 1/20 est passé à 1/10. L'autre qui était à 1/10 est resté stationnaire.

✓ **Durée entre 15 et 30 jours**

En postopératoire, 2 yeux (4,35%) avaient une AV <1/20 et 1 œil (2,17%) avait une AV >5/10 comme indiqué sur la figure 2.

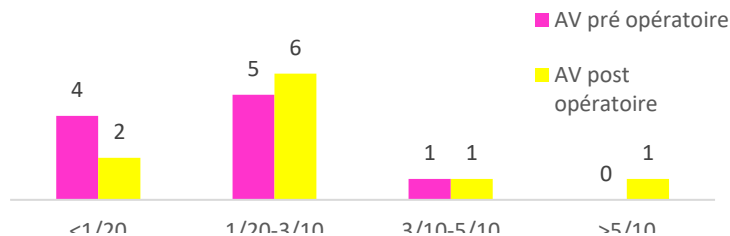


Figure 2. Répartition de l'AV postopératoire pour une durée du DR comprise entre 15 et 30 jours, Bénin 2022

✓ **Durée supérieure à 30 jours**

En postopératoire, 15 yeux (32,61%) avaient une AV <1/20 et 3 yeux (6,52%) avaient une AV >3/10 comme l'indique la figure 16.

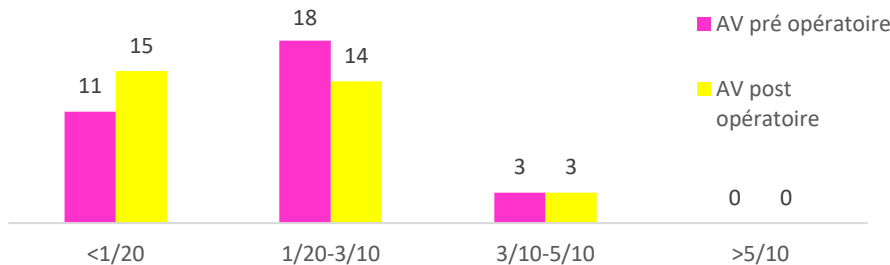


Figure 3. Répartition de l'AV postopératoire pour une durée du DR supérieure à 30 jours, Bénin 2022

Gain d'AV selon la durée du DR

Chez les 2 sujets opérés dans un délai ≤ 7 jours (4,35%), l'AV était améliorée et le gain supérieur à 6 lignes. Chez les sujets opérés entre 8 et 14 jours, l'AV était réduite pour 1 œil (2,17%) et est restée stationnaire pour l'autre donc aucun gain enregistré. Pour ceux opérés entre 15 et 30 jours, l'AV était améliorée pour 3 yeux (6,52%) avec un gain supérieur à lignes, stationnaire pour 6 yeux (13,04%) et réduite pour 1 œil (2,17%). Chez les sujets opérés dans un délai de plus de 30 jours, l'AV était réduite pour 6 yeux (13,04%), stationnaire pour 10 yeux (21,74%) et améliorée pour 16 yeux (34,78%) avec un gain allant de 1 à 6 lignes.

La durée du DR influence significativement la RF après une chirurgie du DR car $p=0,01$.

RF selon l'AV préopératoire

➤ AV postopératoire selon l'AV préopératoire

Sur les 27 yeux ayant une AV préopératoire $< 1/20$, 18 (39,13%) ont connu une amélioration en postopératoire dont 6 (13,04%) avec une AV $> 5/10$.

Le tableau II présente la répartition de l'AV postopératoire selon l'AV préopératoire

Tableau II. Répartition de l'AV postopératoire selon l'AV préopératoire, Bénin 2022

	AV post opératoire (n)			
	$<1/20$	$1/20-3/10$	$3/10-5/10$	$>5/10$
$<1/20$	9	10	2	6
$1/20-3/10$	1	6	2	4
$3/10-5/10$	1	1	1	2
$>5/10$	0	0	0	1

Gain d'AV selon l'AV préopératoire

Chez les sujets dont l'AV préopératoire était $<1/20$, l'AV postopératoire était réduite pour 2 yeux (4,35%), stationnaire pour 10 yeux (21,74%) et améliorée pour 15 yeux (32,61%).

Chez les sujets dont l'AV préopératoire était comprise entre $1/20$ et $3/10$, l'AV postopératoire était réduite pour 3 yeux (6,52%) et 10 yeux (21,74%) ont eu un gain d'AV allant de 1 à 6 lignes. L'AV n'influence pas significativement la RF car $p=0,23$.

RF selon la pseudophaquie

Chez le pseudophaque, 4 yeux (8,70%) avaient une AV préopératoire $<1/20$, 4 yeux (8,70%) avaient une AV comprise entre $1/20$ et $3/10$ et 2 yeux (4,35%) avaient une AV $>3/10$. En postopératoire, 2 yeux (4,35%) ont eu une AV $<1/20$, 2 (4,35%) ont eu une AV comprise entre $1/20$ et $3/10$ et 6 (13,04%) ont eu une AV $>3/10$. La pseudophaquie n'influence pas significativement la RF après une chirurgie du DR car $p=0,12$.

RF selon la myopie forte

Chez le myope fort, 3 yeux (6,52%) avaient une AV préopératoire $<1/20$ et aucun œil n'avait une AV $>3/10$. En postopératoire, 6 yeux (13,04%) ont demeuré avec une AV $<1/20$ et 1 seul œil (2,17%) a récupéré $5/10$. La myopie forte n'a pas significativement influencé la RF car $p=0,8$.

RF selon la PVR

Sur les 10 yeux ayant une PVR, 2 avaient une AV préopératoire $<1/20$ et 2 avaient une AV $>3/10$. En postopératoire, aucun œil n'avait une AV $<1/20$

et même 1 œil a récupéré à plus de 5/10. Mais la PVR n'a pas significativement été liée à la PVR car $p=0,07$.

RF selon la rétinopathie proliférante

Pour les DR avec une rétinopathie proliférante associée, 2 yeux avaient une AV préopératoire $<1/20$ et 5 yeux avaient une AV $>3/10$. En postopératoire, 2 yeux (4,35%) ont eu une AV $<1/20$, 11 yeux (23,91%) ont eu une AV comprise entre $1/20$ et $3/10$ et un seul œil a eu une AV $>3/10$. Il a été établi que la rétinopathie proliférante est significativement associée à la RF avec $p=0,032$.

RF selon l'hôpital d'accueil

Le tableau III présente la répartition du gain d'AV selon l'hôpital d'accueil

Tableau III. Répartition du gain d'AV selon l'hôpital d'accueil, Bénin 2022

	AV réduite	AV stationnaire	AV améliorée	Total
Ophthalmo Clinique de Casablanca	0	1	4	5
St Thomas Eye Hospital	1	4	13	18
CNHO15-20	1	0	6	7
Rothschild	1	0	2	3
IOTA	1	1	1	3
Co-Laser	2	0	0	2
Autres	1	4	3	8

L'hôpital d'accueil n'influence pas significativement la RF car $p=0,1$.

RF selon la structure ayant subventionné l'évacuation sanitaire

Le tableau IV présente la répartition du gain d'AV selon la structure ayant subventionné l'évacuation sanitaire

Tableau IV. Répartition du gain d'AV selon la structure ayant subventionné l'évacuation sanitaire, Bénin 2022

	AV réduite	AV stationnaire	AV améliorée	Total
État	0	0	6	6
Structure d'État à statut autonome ou structure privée	1	3	4	8
Patient	1	9	22	32

La structure ayant subventionné l'évacuation sanitaire n'a pas influencé significativement la RF car $p=0,09$.

Discussion

L'indisponibilité des CRO dans 30,43% des cas n'a pas permis de connaître le type de chirurgie subi par tous les patients. Toutefois, 60,87% des yeux ont subi une chirurgie par voie endoculaire et 8,70%, une chirurgie ab externo. Dans la série de Rached (2016), 75% des patients ont bénéficié de la chirurgie par voie externe. Mais il s'agit là, des DR de type rhégmato-gène. Le choix de la méthode chirurgicale du DR est en effet fonction de plusieurs facteurs comme la nature du DR, son étendue, le nombre et la taille des déchirures, le décollement de la macula ou encore l'association d'une PVR (Rached, 2016 ; Mathis et al, 1983 ; Chauvaud, 2011). Parmi les 28 yeux qui ont été opérés par voie endoculaire, 13 ont subi un tamponnement interne par huile de silicone et ont donc dû retourner dans l'hôpital d'accueil pour l'ablation de l'huile de silicone. Les complications postopératoires étaient dominées par la cataracte (60%) et 36% des yeux ont eu une récurrence du DR. En effet la cataracte a été reconnue comme une complication inévitable des chirurgies du DR par voie endoculaire (Berrod, 2011 ; Le Rouic, 2011).

La récupération fonctionnelle

Elle a été évaluée dans un délai minimum de six mois après la chirurgie des patients, délai nécessaire pour la stabilisation de l'AV tel que décrit dans la littérature (Metge-Galatoire, 2011). Globalement, 32 yeux soit 69,57% ont eu une AV postopératoire supérieure à 1/20, résultat comparable aux travaux de Zidi au Maroc en 2008 (Zidi, 2008). Parmi ces 69,57%, seuls 36,96% ont eu une AV utile supérieure à 3/10, taux légèrement supérieur à celui de Akpome (Akpome, 2004) qui était de 21,4%. Ce gain d'AV dépend d'un certain nombre de facteurs dont : la durée du DR et l'état de la macula.

Les facteurs influençant la récupération fonctionnelle après une chirurgie du DR

- **La durée du DR**

La durée du DR est dans la littérature retenue comme un facteur prédictif très significatif de la RF après une chirurgie du DR. Cependant le délai maximal outre lequel une bonne récupération ne peut plus être obtenue est toujours un sujet de controverse. Nous avons remarqué que le gain de l'AV postopératoire diminue avec l'augmentation du délai de PEC. Chez les patients qui ont été opérés dans un délai de 7 jours, le gain avoisinait les 100%. Ces données confirment les résultats des travaux de Chauvaud (Chauvaud, 2004) qui révèlent qu'au bout de trois semaines l'AV dépasse rarement 1 à 2/10. De plus, cette différence est statistiquement très significative car $p=0,01$ et elle se situe à 14 jours de délai. Ceci correspond bien aux résultats de Khanzada et al. (2014) qui ont conclu que le délai de deux semaines pour la réalisation d'une intervention chirurgicale de DR macula à "off" permettait d'avoir une bonne récupération fonctionnelle. Pour d'autres auteurs, ce délai est de 7 jours (Lee

et al., 2021). Ainsi, une durée trop importante du décollement (supérieur à 14 jours) pourrait être nuisible pour la RF des patients (Asmae, 2011).

L'état de la macula

Le pronostic fonctionnel visuel a été corrélé à l'état de la macula dans cette étude. Les DR à macula "on" ont donné de meilleurs résultats par rapport aux DR à macula "off". Il existe donc un lien entre l'état de la macula et la RF (Refese, 1937). Mais le soulèvement de la macula influence davantage la récupération fonctionnelle lorsqu'il dure plus. Car, Lee et al. (2021) dans leur étude conclurent que la récupération fonctionnelle est approximativement la même pour un DR à macula "on" et pour un DR à macula "off" opéré dans un délai de trois jours. La différence n'était pas cependant statistiquement significative car $p=0,08$. Ceci s'expliquerait certainement par la petite taille de l'échantillon de cette étude qui était de 19 pour les DR à macula "off" et par la durée importante entre le diagnostic et la chirurgie.

L'acuité visuelle préopératoire

L'AV préopératoire est un facteur prédictif très important de la récupération fonctionnelle après une chirurgie du DR. Dans cette étude, la récupération fonctionnelle était d'autant meilleure que l'AV préopératoire était bonne comme l'ont souligné Zidi (2008) et Lecleire-Collet (2005). Cependant cette différence n'était pas statistiquement significative car $p=0,23$ dans cette étude contrairement aux autres résultats. Ceci pourrait s'expliquer par des biais probables dépendant du patient lors de la prise de l'AV car l'AV est testée de façon subjective (la coopération du sujet examiné est nécessaire) et peut faire appel à des capacités cognitives (connaissance préalable de l'optotype et de sa dénomination) (Audren, 2013).

La rétinopathie proliférante

Le plus souvent dans la littérature, la présence d'une rétinopathie proliférante n'est pas considérée comme un facteur conditionnant la récupération fonctionnelle après une chirurgie du DR. Dans cette étude, cette rétinopathie proliférante a été significativement corrélée à l'amélioration de l'AV postopératoire avec $p=0,032$. Ceci se justifie d'autant que les rétinopathies proliférantes sont source de membranes épirétiniennes nécessitant beaucoup de pelages. Par contre, les PVR, la myopie forte, la pseudophaquie, la structure ayant financé l'ÉVASAN, l'hôpital d'accueil ne sont pas liés à l'amélioration de l'AV postopératoire.

L'efficacité et l'efficience des ÉVASAN du DR hors du Bénin

Eu égard aux coûts onéreux investis par les patients, les structures d'État à statut autonome, les structures privées et l'État, la récupération

fonctionnelle obtenue par les patients devrait être meilleure. En effet, un ophtalmologiste en évacuant son malade voudrait lui offrir de meilleures chances de récupérer une bonne qualité de vision. Le patient qui accepte d'investir peut-être même la totalité de ses économies s'attend à avoir une très bonne qualité de vision ou tout au moins de ne plus avoir une déficience visuelle. Dans cette étude, 63,04% des yeux ont eu une amélioration de l'AV et seulement 12 ont une AV supérieure à 5/10. Ces résultats auraient pu être meilleurs si le délai observé entre le diagnostic et la chirurgie n'était pas aussi long. L'efficacité est donc relative.

Bien que nos résultats soient supérieurs à ceux de Akpome (2004), ils ne sont certainement pas à la hauteur des attentes car en matière d'efficacité, ne s'attend-t-on pas à obtenir la plus grande amélioration possible de l'état de santé au meilleur coût possible (Madore, 1993).

S'il faut donc investir des sommes importantes pour avoir un résultat peu satisfaisant, ce ne serait que peine vaine et le problème de l'efficacité des ÉVASAN du DR revient comme il avait déjà été souligné par Akpome (2004). Beaucoup d'efforts doivent en effet être consentis dans le système des ÉVASAN du DR afin d'offrir au patient un résultat fonctionnel meilleur. Bien que les efforts de l'État en ce sens par le partenariat avec PHF soient louables, il serait urgent de réfléchir encore autrement pour limiter les ÉVASAN ou tout au moins en améliorer l'efficacité.

Conclusion

Le décollement de la rétine est une pathologie oculaire grave pouvant causer la cécité. Toutefois, de bonnes pratiques thérapeutiques donnent généralement un bon gain visuel.

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.

Études humaines : L'étude a été approuvée par le comité d'examen " Chefs des différents services des ministères concernés". Approbations obtenues auprès du comité d'examen institutionnel compétent et directives éthiques (consentement, anonymat, etc.) suivies.

References:

1. Moschos M, Nitoda E. Management of rhegmatogenous retinal detachment associated with intermediate uveitis in a developing country. *Clin Ophthalmol.* 2015;9:1333-6.
2. Miki D, Hida T, Hotta K. Outcomes of primary retinal detachment surgery in a private vitreoretinal surgical practice in Japan. *Clin Ophthalmol.* 2015;9:359-64.
3. Ong H, Subrayan V. Vitrectomy versus scleral buckling for rhegmatogenous retinal detachment. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;3:CD005611.
4. Kim J, Kang S, Kim Y. Clinical features and surgical outcomes of primary rhegmatogenous retinal detachment in young Korean patients. *Retina.* 2012;32(10):2028-34.
5. Ross W. Visual recovery in macula-off rhegmatogenous retinal detachments. *Ophthalmology.* 1997;104(4):466-72.
6. Laudańska-Olszewska I, Romaniuk W, Modrzejewska M. Prediction of visual outcomes after scleral buckling surgery for rhegmatogenous retinal detachment. *Klin Ocz.* 2015;117(3):129-34.
7. RACHED SS. Corrélation entre récupération fonctionnelle et anatomique après chirurgie du décollement de rétine rhéomatogène. Thèse de Doctorat en Médecine, Université d'Oran 2016 ; N°1226 : 204p.
8. MATHIS A, CAMUZET F, BERTRAND E, ARNE J, BEC P. Décollement de rétine bulleux supérieur: intérêt de l'injection intravitréenne d'hexafluorure de soufre. *J Fr Ophtalmol* 1983 ; 6 (11) : 889-93.
9. CHAUVAUD D. Rétinopexie pneumatique (« cryo-gaz »). In : GEORGES C, FLORENCE MG, CARL A, JOHN C. Décollements de rétine. Rapport SFO. Elsevier Masson 2011 : 127-33.
10. BERROD JP. Techniques de dissection. In : GEORGES C, FLORENCE MG, CARL A, JOHN C. Décollements de rétine. Rapport SFO. Elsevier Masson 2011 : 198-213.
11. LE ROUIC JF, MOREL CH, CHIQUET CH, THURET G. Tamponnements internes. In : GEORGES C, FLORENCE MG, CARL A, JOHN C. Décollements de rétine. Rapport SFO. Elsevier Masson 2011 : 166-97.
12. METGE-GALATOIRE F, DENION E. Suivi et gestion des complications après chirurgie. In : GEORGES C, FLORENCE MG, CARL A, JOHN C. Décollements de rétine. Rapport SFO. Elsevier Masson 2011 : 241-250.

13. ZIDI M. Décollements de rétine compliqués de prolifération vitréo-rétinienne : quel type de chirurgie pour quel type de prolifération vitréo-rétinienne ? *J Fr Ophtalmol* 2008 ; 31 : 71.
14. AKPOME BM. Contribution à l'étude des évacuations sanitaires dans le service d'ophtalmologie du CNHU-HKM de Cotonou : aspects médicaux et socio-économiques. Thèse de Doctorat en Médecine, Université d'Abomey Calavi 2004 ; N°1123 : 109p.
15. CHAUVAUD D, AZAN F. Chirurgie du décollement de rétine. Elsevier Masson 2004 : 86-9.
16. KHANZADA MA, WAHAB S, HARGUN LD. Impact of duration of macula off rhegmatogenous retinal detachment on visual outcome. *Pak J Med Sci* 2014 ;30 (3) : 525-529.
17. LEE CS, SHAVER K, YUN SH, KIM D, WEN S, GHORAYEB G. Comparison of the visual outcome between macula-on and macula-off rhegmatogenous retinal detachment based on the duration of macular detachment. *BMJ Open Ophthalmology* 2021 ; 6 (e000615) : 1-6.
18. ASMAE M. Le décollement de rétine rhéomatogène (à propos de 89 cas). Thèse de Doctorat en Médecine, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah 2011 ; N° 133/11 : 302p.
19. REESE AB. Defective central vision following successful operations for detachment of the retina. *Am J Ophthalmol* 1937 ; 20 (6) : 591-8.
20. LECLEIRE-COLLET A, MURAINÉ M, MENARD JF, BRASSEUR G. Predictive visual outcome after macula-off retinal detachment surgery using optical coherence tomography. *Retina* 2005 ; 25 (1) : 44-53.
21. AUDREN F. Évaluation clinique de la fonction monoculaire. In : PECHEREAU A, Denis D, SPEEG-SCHATZ C. Strabisme. Rapport SFO. Elsevier Masson 2013 : 27-40.
22. MADORE O. Le régime de soins de santé du Canada : efficacité et efficience. Division de l'économie. BP-350F 1993.

Pre-treatment Loss to Follow-up in Patients with Confirmed Pulmonary Tuberculosis in Niamey, Niger

Assiatou Gagara Issoufou Madougou

Pneumology Department of the Amirou Boubacar Diallo
National Hospital in Niamey, Niger
Abdou Moumouni University of Niamey, Niger

Mahamadou Bassirou Souleymane

Action Damien Niamey, Niger

Alphazazi Soumana

National Center for the Fight Against Tuberculosis and
Respiratory Diseases in Niamey, Niger

Souleymane Halidou Moussa

Pneumology Department of the Amirou Boubacar Diallo
National Hospital in Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p195](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p195)

Submitted: 24 January 2024
Accepted: 29 March 2024
Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Madougou A.G.I., Souleymane M.B., Soumana A. & Moussa S.H. (2024). *Pre-treatment Loss to Follow-up in Patients with Confirmed Pulmonary Tuberculosis in Niamey, Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 195. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p195>

Abstract

Aims and Scope: Pre-treatment loss to follow-up (PTLFU) represents a major problem that hinders the management of tuberculosis. This paper focuses on determining the prevalence of lost to follow-up patients diagnosed with smear-positive pulmonary tuberculosis (SPPT) who are referred to other TB screening and treatment centers (TBSTC).

Methods: This was a prospective, descriptive, and analytical study conducted over a six-month period between March and August 2019, in patients diagnosed with smear-positive pulmonary tuberculosis at NCFATRD and referred to Niamey and Tillaberi centers. A chi-square test was used with a significance level of $P \leq 0.05$.

Findings: 743 patients were diagnosed with SPPT, and 346 were referred to the TBSTC located in Niamey and Tillaberi cities. The prevalence of loss to follow-up before treatment in both Niamey and Tillaberi cities was 14.45%

(50/343). Males represented 82% (41) of the cases with a sex ratio of 4.55. The mean age of the patients was 41.04 years. Patients not attending school, as well as those with primary school education, represented the majority of cases, accounting for 30% each. The majority of PTLFU (95.66%) were new cases of TB. Nearly half (42%) of PTLFU had traveled a distance of 6 to 15 km to receive TB screening. During the phone call follow up, only 12 patients (24%) were reached, of whom 7 (14%) were deceased.

Conclusion: The prevalence of PTLFU remains high. Therefore, reinforcing the research of lost to follow-up patients is necessary to enhance tuberculosis control and management.

Keywords: Pre-treatment loss to follow-up, NCFATRD, Niamey, Tillaberi

Background

Tuberculosis is a serious public health problem. In 2019, 7.1 million cases were reported worldwide, including 25% of cases in Africa (OMS, 2020). The main focus of the fight against tuberculosis is the detection and treatment of the contagious form, which is the most serious epidemiological form (Horo et al., 2011). Patients diagnosed with SPPT who are not under treatment represent a significant challenge in TB management (OMS, 2020). These PTLFU patients spread the disease in the community (Rao et al., 2009; Sanchez-Padilla et al., 2015), which leads to TB drug resistance (Pherson et al., 2014; PNLT, 2016) and increased mortality rates (Beena et al., 2018). Several studies conducted in Africa and Asia showed variable rates of pre-treatment loss. In a systematic review (Pherson et al., 2014) conducted in Africa, these rates varied from 6 to 38%, while in Asia, they ranged from 4 to 28%. In Niger, 11,700 cases were detected and 91% were bacilliferous (PNLT, 2017). However, 684 of 11,700 cases were considered lost to follow-up treatment, while 122 cases were not evaluated (PNLT, 2020). In the capital city of Niger, Niamey, 90% of patients with active tuberculosis have been screened by NCFATRD (PNLT, 2019). As the diagnostic and care system are decentralized, only 30% are taken care of at this center (PNLT, 2019). The goal of this study is to determine the prevalence of TB patients lost to follow-up pre-treatment among TB patients diagnosed with smear-confirmed pulmonary tuberculosis at NCFATRD and referred to Niamey and Tillaberi TBSTC.

Methods

Study Design

Lost to pre-treatment follow-up represents a significant challenge and a vital gap in the treatment of TB. Therefore, this gap supported the purpose of the study.

Study Setting

The NCFATRD served as the study setting. This is a prospective, descriptive, and analytical study conducted over a six-month period from March to August 2019.

The study population included:

- SPPT patients diagnosed at the NCFATRD who did not receive their results.
- SPPT patients diagnosed at the NCFATRD, referred to Niamey and Tillaberi TBSTCs, and voluntarily accepted to participate.

Sample Size of the Study

The sample size was comprehensive, and participants were recruited based on the order of screening at the laboratory as well as referrals to other TBSTC.

Study Procedures

Definitions of Keywords and Phrases

Lost to pre-treatment follow-up refers to dropout of patients after diagnosis but before treatment registration.

Lost to pre-diagnosis occurs when a patient is diagnosed with TB in the laboratory but does not return to get their result.

Lost to referral occurs when a TB patient, diagnosed in one center, initiates treatment but is subsequently referred to another center for ongoing treatment and fails to attend after verification.

Inclusion Criteria

- For lost to follow-up patients at the time of diagnosis, monitoring was conducted on a monthly basis using bacilloscopy reports at the laboratory level.
- For referred patients, inclusion was done by order of registration in the reference registers after obtaining informed consent.
- Cross-referrals were completed by contacting the TBSTC managers over the phone. The PTLFU were sought by phone calls and through the community relays in collaboration with the TBSTC managers.

Collection and Analysis of Data

Data collection was completed using a pre-established form. Statistical analysis was performed by R software under the R Studio version 3.6.2 interface. Differences between groups were tested using chi-square and Fisher tests. The significance threshold was set at 95% and $P \leq 0.05$.

Ethical and Deontological Aspects

This study had the approval of the National Ethics Committee for Health Research of Niger (N°056/2022/CNERS of 21/11/22) and the head of the NCFATRD department. Verbal informed consent was obtained from the patients at the time of registration at the center. Anonymity was respected during data entry and analysis.

Results

In this study, 743 cases of SPPT were detected. The study involved 346 patients distributed as follows:

- 23 patients did not receive their results (lost to follow-up): 23/346 (6.65%)
- 323 were referred to Niamey and Tillaberi centers, 296 started the treatment, and 27 did not show up at the centers after referral (lost to referral): 27/323 (8.35%). The prevalence of those lost to follow-up before treatment at the NCFATRD was 15% (Figure 1)

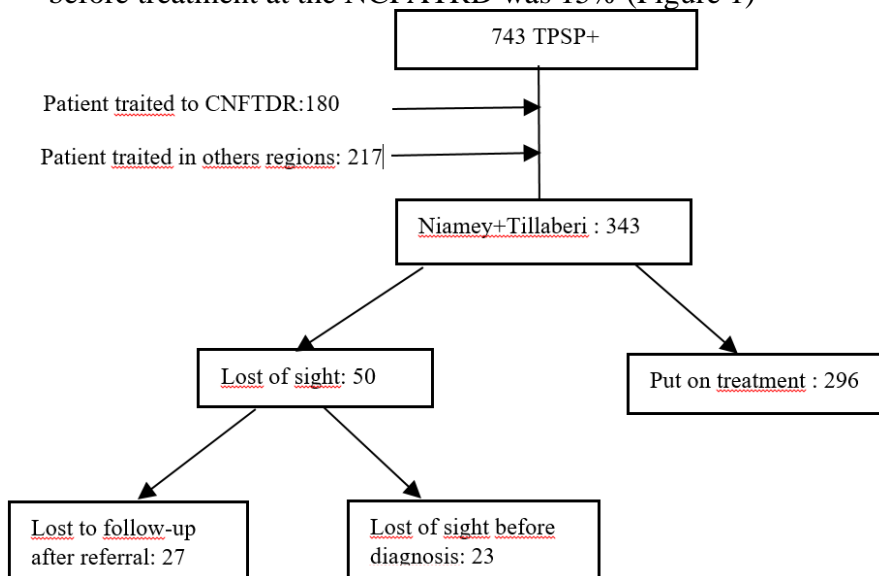


Figure 1. Patient recruitment flowchart

The majority of those lost to follow-up were male (82%). The prevalence of PTLFU was higher among the age groups of 25-34 and 35-44, with rates of 4.63% and 4.34%, respectively. The mean age of patients lost to pre-treatment follow-up was 41.04 years, ranging from 18 to 80 years.

Self-employment represented 26% among those lost to pre-treatment follow-up. Non-educated individuals and primary school students each accounted for 30% of the pre-treatment follow-up cases. Nearly half (42%) of

those lost to pre-treatment follow-up, pre-diagnosis, and referral had traveled 6 to 15 km to undergo TB screening (Table 1).

Table 1. General characteristics of those lost to follow-up

Characteristics	Patients (n=50) (%)
Sex	
Female	9 (18)
Male	41 (82)
Age	
< 45	35 (70)
≥ 45	15 (30)
<i>Educational level</i>	
Educated	35 (70)
Unschooling	15 (30)
Region	
Niamey	38 (76)
Except Niamey	12 (24)
Type of facility	
CNFTDR	32 (64)
Public	12(23)
Private	6(13)
Distance traveled (in km)	
<5	17 (34)
5-50	23 (46)
>50	10 (20)
Reason for losing sight of no joining	
Contact unavailable	23 (61)
No contact	13 (34)
Bad contact	2 (5)

In 83% of cases, those who were lost to follow-up had only one bacilloscopy test that came back positive. In 78.26% of cases, bacilloscopy results were available within 24 to 48 hours for those lost to follow-up. During the follow-up over the phone, 38 individuals (76%) could not be reached and were considered lost to follow-up without information, while 7 (14%) were reported deceased.

Among the deceased pre-treatment lost to follow-up, the age group of 25-34 accounted for 43%, with a mean age of 52 years (ranging from 27 to 80 years). Additionally, 5 (71%) of the deceased pre-treatment lost to follow-up were male. In 61% of cases, pre-treatment lost to follow-up without information were unable to be contacted. A statistically significant difference was observed between pre-diagnosis lost to follow-up by gender and patient type ($p < 0.028$), as well as pre-diagnosis lost to follow-up by gender and distance traveled ($p = 0.005$) (Table 2).

Table 2. Characteristics of those lost to follow-up by sex

Sex Characteristics	Male	Female	
	N (%)	N (%)	
Deceased patient	2 (29)	7 (71)	<i>P=0.074</i>
Age			
< 45	30 (60)	5 (10)	<i>P=0.02</i>
≥ 45	11 (22)	4 (8)	
Type of patient			
New case	36 (72)	8 (16)	<i>P=0.041</i>
Relapse	4 (8)	1 (2)	
Recovery after abandonment	1 (2)	0 (0)	
Type of lost to follow-up			
Pre-diagnosis	21(91.3)	2(8.7)	<i>P=0.002</i>
After reference	20 (74.07)	7 (25.93)	
Distance traveled (in km)			
<5	11(22)	0	<i>P= 0.005</i>
5-50	24 (48)	5 (10)	
>50	6 (12)	4 (8)	

Discussion

The prevalence was higher in post-referral. The lost to follow-up patients were more likely to be male, married, and self-employed. Nearly three quarters of the patients were inaccessible by telephone. Also, they travelled a distance of between 6 and 15 km to be diagnosed. The mortality rate was nearly 15%.

Strengths and Weaknesses of the Study

For the first time in Niamey, this study enabled the determination, of the prevalence of pre-treatment dropouts, their characteristics, and the associated factors in the city. It will serve as a foundation for future studies. Like any other endeavour, this study had limitations, such as being conducted in only one city (Niamey). Also, the lack of available contacts for those lost to follow-up precluded interviews, thereby hindering the acquisition of patients' point of view.

The total prevalence of lost to follow-up before treatment was 15%. The study had a lower prevalence compared to the research conducted in India (Beena et al., 2018) in the city of Chennai in 2008, which reported 22.1%, and the study in Pakistan, which recorded 21.3% in the city of Quetta (Wali et al., 2017). This difference can be attributed to the smaller sample size in this study. The prevalence in this study closely mirrors that of South Africa (Botha et al., 2008), which reported 16%, and the study in Nigeria, which found a prevalence of 16.9% (Chukwu et al., 2012). This similarity may be attributed to the comparable sample sizes.

Additionally, this study also had a similar prevalence to the study of Squire SB et al. (2005) in Malawi, which recorded 15% in the Ntcheu district,

and the study in Botswana in Gaborone city, which registered 14.9% (Creek et al., 2000). The prevalence in this study was higher than that of the studies in India (Sai Babu et al., 2008), Pakistan (Khan et al., 2008), and Myanmar (Ko Ko et al., 2019), which reported prevalences of 4.5%, 5.2%, and 8% respectively. This difference may be explained by variations in sampling techniques and the comparatively shorter study period. A prevalence of pre-diagnosis lost to follow-up of 6.65% was identified. This prevalence is lower than the studies in Cameroon (Onyoh et al., 2018) and Pakistan (Syed et al., 2016), which reported prevalences of 10% and 8%, respectively. This difference can be explained by the fact that in the study, patients who did not receive negative results were not taken into account. A prevalence of lost to follow-up of 8.35% was found. This prevalence is lower than that of the study in India, which was 17% (Mehra et al., 2013).

The difference in this study can be explained by the fact that all diagnosed patients were referred to other centers for treatment initiation, and the study period lasted longer (32 months). According to Syed et al.'s (2018) study in Pakistan, the prevalence of lost to follow-up was 4.9%. The prevalence in this study is higher than the latter. This difference can be explained by the fact that sampling techniques were distinct.

In this study, the majority of patients were male (82%). In both pre-diagnosis and post reference, males comprised the majority of these cases at 91.3% and 74.07%, respectively. These results are consistent with WHO estimates, thus indicating a higher incidence of TB among men in Niger in 2019 (OMS, 2020).

The mean age of pre-treatment dropouts was 41.04 years. Similar findings were reported by Wali et al. in Pakistan in 2015 and Ko Ko et al. in Myanmar in 2019, with the mean age of pre-treatment dropouts being 40 years in each study. This similarity is consistent with WHO estimates suggesting that TB affects younger adults more than other age groups (OMS, 2020). In this study, slightly over half of those lost to follow-up treatment were married (54% of cases). This result suggests that marital status might be a contributing factor in TB transmission within household, ultimately impacting the community.

In addition, 76% of PTLFU were from Niamey. These results can be attributed to the NCFATRD being the largest provider of TSCT patients according to 2016 data (CNAT, 2017). Moreover, Niamey, the capital of Niger, experiences significant population migration (INSN, 2017), a known factor facilitating the spread of tuberculosis.

In the study, self-employment showed higher representation among the pre-treatment dropouts (26% of cases). Farmers and the unemployed were equally represented (26.10% of cases) among the PTLFU. Among those lost to referral, self-employment was more prevalent, accounting for 33.33% of

cases. These three professions have unstable incomes, leading to difficult living conditions. According to WHO, poverty is a socio-economic determinant of tuberculosis (OMS, 2020). Poverty leads to poor health status by limiting access to care (Word Bank Group, 2004). Despite the fact that tuberculosis treatment is free of charge in Niger, the fight against tuberculosis cannot be effective without increased information, education, and communication activities. An equal proportion of 30% of those lost to follow-up before treatment were either not attending school or were in primary school. Among those lost to pre-diagnosis, individuals not attending school and those attending primary school were the most affected, constituting 34.8% of cases. This result suggests that people with a low level of education may have a poor understanding of the TB diagnosis process. Among those lost to follow-up, secondary school students were more prevalent, comprising 37.03% of cases. This result may indicate that people with middle school education have a poor understanding of the risks associated with discontinuing treatment. Nearly half of the patients (42%) resided within 6 to 15 km of the diagnostic center. These results suggest an issue with patient transportation in urban areas. More than three-quarters (83%) of those lost to follow-up had only one positive bacilloscopy test. This may suggest that the TB diagnostic process is not well understood by patients or is poorly communicated. When attempts were made to trace lost-to-treatment patients by telephone, only 24% were reachable. The other 76% were considered lost to follow-up without information. More than half (58%) of the reachable PTLFU were deceased (14% of all PTLFU). This phenomenon could be attributed to late diagnosis resulting from some patients being bedridden upon presentation. Moreover, among those lost to follow-up without information, 61% were unreachable. This result suggests that contact information provided by the patients is not always reliable.

Conclusion

This study facilitated an assessment of the prevalence of lost to follow-up cases in the cities of Niamey and Tillaberi, Niger. Overall, a relatively high prevalence was found, with a slightly higher rate observed after referral than during the diagnosis. Pre-treatment dropouts remain a poorly understood phenomenon in the fight against tuberculosis. Despite the availability of free TB treatment, these patients present a significant problem for individuals (sequelae of TB, death), the community (maintenance of spread), and the National Tuberculosis Control Program (occurrence of new strains of koch bacillus, decrease in notification rate). Hence, there is a need to strengthen research on the reasons behind TB patients becoming lost to follow-up and increase awareness to improve tuberculosis control and management. A future study on counseling provided to pulmonary TB patients at the time of diagnosis should aim to minimize the number of patients lost to follow-up pre-

treatment.

Acknowledgement

We extend our gratitude to all patients for their participation, healthcare workers for their efforts in implementing the project and collecting the data, the National Tuberculosis Program of Niger, the National Center for the Fight Against Tuberculosis and Respiratory Diseases, and Action Damien for financing the study.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest

Authors' Contributions

AGIM, MBS, and AS: Research concept and design and critical revision for intellectual content of the manuscript.

SHM, SA: Assisted with participant enrollment and data acquisition.

AGIM: Submitted the manuscript for publication.

All authors contributed to the design and approval of the manuscript draft.

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

Funding Statement: The study was funded by a non-governmental organization called Action Damien.

Human Studies

The study complied with the Niger Ministry of Health's guidelines for ethical research involving human subjects, and it was approved by Niger's national scientific committee.

References:

1. Beena, ET., Subbaraman, R., Sellappan, S., Suresh, C., Lavanya, J., Lincy, S., Raja, Al., Javeed, D., Kokila, S., Arumugam, S., Swaminathan, S., & Maye, KH. (2018). Pre-treatment loss to follow-up of tuberculosis patients in Chennai, India: a cohort study with implications for health systems strengthening. *BMC Infect Dis*,18 (1),142.
2. Botha, E., Den Boon, S., Verver, S., Dunbar, R., Laurent, KA., Bosman, M., Enarson, M., & Toms, NB. (2008). Initial default from tuberculosis treatment: how often does it happen and what are the reasons? *Int J Tuberc Lung Dis*,12 (7),820-3.
3. Centre National Anti Tuberculeux du Niger (2017). Rapport annuel CNAT. Page 56.

4. Chukwu, J N., Ikebudu, N., Meka, AO., Nwafor, CC., Ogbudebe, CJ., Onyonororo, UU., Oshi, DC., & Uchenna, OU. (2012). Pattern and magnitude of treatment delay among TB patients in five states in southern Nigeria. *Ann Trop Med Public Health*, 5(2),173-177.
5. Creek, TL., Lockman, S., Kenyon, T. A., Makhoa, M., Chimidza, N., Moëti, T., Sarpong, BB., Binkin, NJ., & Tappero, JW. (2000). Completeness and timeliness of treatment initiation after laboratory diagnosis of tuberculosis in Gaborone, Botswana. *Int J Tuberc Lung Dis*, 4(10), 956-61.
6. Diop, F P., Gandaho, T., Karamoko, D., Soucat, A., & Vaillancourt, DA. (2004). *Sante et pauvreté au Niger : vers les objectifs du Millénaire pour le Développement - rapport analytique sante pauvreté* (French). Africa Region Human Development working paper series, no. 51 Washington, D.C. : World Bank Group. Récupéré de <http://documents.worldbank.org/curated/en/222711468096267627/Sante-et-pauvrete-au-Niger-vers-les-objectifs-du-Millenaire-pour-le-Developpement-rapport-analytique-sante-pauvrete>
7. Horo, K., Kouassi, AB., Brou Gode, CV., Horo, K., Ahui, JMB., Diaw, A., Kone-Konate, F., Toure, K., Gnaze, AZ., N’Gom, SA., Koffi, BN., & Aka-Danguy, A. (2011). Facteurs prédictifs du statut « perdus de vue » au cours du traitement de la tuberculose. *Rev Mal Respir*, 28 (7), 894-902.
8. Institut Nationale de la Statistique du Niger (INSN). *Annuaire statistique régionale de Niamey 2013 - 2017*. Edition 2018. Page 22-31.
9. Khan, SM., Shoaib, K., & Godfrey-Faussett, P. (2009). Default during TB diagnosis: Quantifying the problem. *Trop Med Int Health* TM IH, 14(12),1437-41.
10. Ko Ko, H., Nang Thu Thu, K., Ajay, MV K., Khine Wu Yee, K., Myo Minn, OO., Thandar, T., Vu, V., & Aung, ST. (2019). Pre-treatment loss to follow-up and treatment delay among bacteriologically-confirmed tuberculosis patients diagnosed in Mandalay Region ; Myanmar. *Tropical medicine and health*, 47(30), 2-10.
11. Mehra, D., Kaushik, RM., & Kaushik, R. (2013). Initial default among sputum-positive pulmonary TB patients at a referral hospital in Uttarakhand, India. *Trans R Soc Trop Med Hyg*,107 (9),558-65.
12. Onyoh, EF., Kuaban, C., & Lin, HH. (2018). Pre-Treatment loss to follow-up of pulmonary tuberculosis patients in two regions of Cameroon. *Int J Tuberc Lung Dis*,22(4), 378-384.
13. Organisation Mondiale de la Santé (2020). *Global tuberculosis report* Récupéré de <https://www.who.int/publicationsdetail-redirect/9789240013131>

14. Organisation Mondiale de la Santé (2020). Tuberculose: profils de pays Récupéré de <http://www.who.int/tb/country/data/profiles/fr/>. Consulté le 03 décembre à 11h.
15. Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie Halte à la tuberculose. Récupéré de http://www.who.int/tb/strategy/stop_tb_strategy/fr/
16. Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie Halte à la tuberculose. Récupéré de:http://www.who.int/tb/strategy/stop_tb_strategy/fr/
17. Pherson, PM., Houben, RM., Glynn, JR., Corbett, EL., & Kranzer, K. (2014). Pre-treatment loss to follow-up in tuberculosis patients in low- and lower-middle-income countries and high-burden countries: a systematic review and metaanalysis. *Bull World Health Organ*, 92(2),126-38.
18. Programme National de Lutte contre la Tuberculose u Niger (2016). Rapport annuel PNLN Niger, année. Page 14.
19. Programme National de Lutte contre la Tuberculose (PNLN) du Niger (2017). Rapport de la revue épidémiologique du PNLN. Page 17.
20. Programme National de Lutte contre la Tuberculose du Niger (2019). Rapport des activités . Page 19.
21. Programme National de Lutte contre la Tuberculose du Niger (2020). Rapport des activités . Page 26.
22. Rao, NA., Anwer, T., & Saleem, M. (2009). Magnitude of initial default in pulmonary tuberculosis. *The Journal of the Pakistan Medical Association*,59 (4), 223-5.
23. Sanchez-Padilla, E., Merker, M., Becker, P., Jochims, F., Dlamini, T., Khan, P., Bonnet, M., & Niemann, S. (2015). Detection of drug-resistant tuberculosis by Xpert MTB/RIF in Swaziland. *The New England Journal of Medicine*, 372 (12), 1181-2.
24. Sai Babu, B., Satyanarayana, AVV., Venkateshwaralu, G., Ramakrishna, U., Vikram, P., Sahu, S., Wares, F., Dewan, PK., Santosha, K., Jyoti, J., Chethana, R., Neelima, T., Vinod, P., Yogesh, M., & Chauhan, LS. (2008). Initial default among diagnosed sputum smear-positive pulmonary tuberculosis patients in Andhra Pradesh, India. *Int J Tuberc Lung Dis*,12(9),1055-8.
25. Squire, SB., Belaye, AK., Kashot, A., Salanipini, FML., Mundy, CJF., Théobald, S., & Kem, J. (2005). « Lost » smearpositive pulmonary tuberculosis cases: where are they and why did we lose them? *Int J Tuberc Lung Dis*,9 (1), 25-31.
26. Syed Mustafa, A., Farah, N., Arif, N., Irum, F., Kerri, V., Mohammed, I., Anjum, N., Rashid, A., Haider, GR., Khan, MA., & Aamir, J. (2018). Loss-to-follow-up and delay to treatment initiation in Pakistan's national tuberculosis control programme. *BMC Public Health*,18 (1),335.

27. Wali, A., Kumar, AMV., Hinderaker, SG., Heldal, E., Qadeer, E., Fatima, R., Ulla, A., Safdar, N., Yaqoob, A., Anwar, K., & UI Haq, M. (2017). Pre-treatment loss to follow-up among smear positive TB patients in tertiary hospitals, Quetta, Pakistan. *Public Health Action*, 7(1),21-5.

Mortalité des Patients Hémodialysés Chroniques au Bénin : Une Étude Rétrospective sur 6 Ans

Ignace Coovi Nonwanou Tokpanoude

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina. Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Abomey-Calavi. Association des médecins communautaire du Bénin

Séraphin Ahoui

Service de Néphrologie,
Centre Hospitalier Universitaire et Départemental du Borgou, Benin

Elvire E. Sègnon Djossou

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina. Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Abomey-Calavi. Association des médecins communautaire du Bénin

Hermine Tognon

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina

Benoît Sedegnon Agossoukpe

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina. Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Abomey-Calavi

Lorens S. Zinsalo

Service de Néphrologie,
Centre Hospitalier Universitaire et Départemental du Borgou, Benin

Pierre Tairou Dankoro

Laboratoire de Recherches Socio-Anthropologiques sur les Systèmes Organisés et les Mobilités

Adanvo Isaac Hounnigbe

Civic Academy for Africa's Future-Cotonou, Bénin

Clovis Abitan

Programme National contre la tuberculose, Ministère de la santé du Bénin

Dieudonné Soubeiga

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p207](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p207)

Submitted: 01 March 2024
Accepted: 15 April 2024
Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Tokpanoude I.C.N., Ahoui S., Djossou E.E.S., Tognon H., Agossoukpe B.S., Zinsalo L.S., Dankoro P.T., Houngnigbe A.I., Abitan C. & Soubeiga D. (2024). *Mortalité des Patients Hémodialysés Chroniques au Bénin : Une Étude Rétrospective sur 6 Ans*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 207. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p207>

Résumé

Introduction: Au Bénin, la dialyse est la dernière alternative dans l'arsenal thérapeutique, pour maintenir en vie un patient insuffisant rénal chronique terminal. Avant la mise en place de la dialyse, l'insuffisance rénale chronique terminale était systématiquement mortelle. Cette étude a pour objectif d'identifier les facteurs associés à la mortalité des hémodialysés au CHUD/B-A.

Cadre et méthodes d'étude: Cette recherche a été réalisée dans le service de néphrologie du CHUD/B-A. Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive et analytique qui s'est déroulée du 25 décembre 2022 au 15 mars 2023 et a porté sur les données de 2017 à 2022. Elle a concerné 95 dossiers de patients hémodialysés, collectés de façon exhaustive et répondant aux critères d'inclusion. L'analyse des données a été faite avec le logiciel SPSS 26.

Résultats: Le taux brut de mortalité était de 80%. L'âge médian des patients était de 44 ans. Les facteurs de risque associés à la mortalité des hémodialysés du service de néphrologie du CHUD/B-A étaient: les travailleurs en indépendant et secteur informel (HRa=2,7, p=0,009), le faible revenu mensuel (HRa=4,4, p=0,009), l'hypoglycémie (HRa=3,3, p=0,003), le nombre élevé de médicament (HRa=2,2, p=0,004), la mauvaise observance thérapeutique (HRa=2,2, p=0,003) et le court séjour en hémodialyse (HRa=31,7, p<0,001).

Conclusion: La réduction de la mortalité des hémodialysés chroniques passe par l'amélioration de l'accessibilité financière à la l'hémodialyse.

Mots-clés: Hémodialysés chroniques; maladie rénale chronique ; mortalité; Bénin

Mortality of chronic hemodialysis patients in Benin: A 6-year retrospective study

Ignace Coovi Nonwanou Tokpanoude

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina. Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Abomey-Calavi. Association des médecins communautaire du Bénin

Séraphin Ahoui

Service de Néphrologie,

Centre Hospitalier Universitaire et Départemental du Borgou, Benin

Elvire E. Sègnon Djossou

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina. Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Abomey-Calavi. Association des médecins communautaire du Bénin

Hermine Tognon

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina

Benoît Sedegnon Agossoukpe

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina. Unité de santé publique, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Abomey-Calavi

Lorens S. Zinsalo

Service de Néphrologie,

Centre Hospitalier Universitaire et Départemental du Borgou, Benin

Pierre Tairou Dankoro

Laboratoire de Recherches Socio-Anthropologiques sur les Systèmes Organisés et les Mobilités

Adanvo Isaac Houngnigbe

Civic Academy for Africa's Future-Cotonou, Bénin

Clovis Abitan

Programme National contre la tuberculose, Ministère de la santé du Bénin

Dieudonné Soubeiga

Institut de Formation et de Recherche Interdisciplinaires en Sciences de la Santé et de l'Éducation au Burkina

Abstract

Introduction: In Benin, dialysis is the last alternative in the therapeutic arsenal to keep a patient with chronic end-stage renal failure alive. Before the introduction of dialysis, end-stage renal failure was systematically fatal. The

aim of this study is to identify the factors associated with mortality in hemodialysis patients at CHUD/B-A.

Study setting and methods: This research was carried out in the nephrology department of CHUD/B-A. It was a cross-sectional, descriptive and analytical study that ran from December 25, 2022 to March 15, 2023, and covered data from 2017 to 2022. It involved 95 hemodialysis patient records, collected exhaustively and meeting the inclusion criteria. Data analysis was performed using SPSS 26 software.

Results: The crude mortality rate was 80%. The median age of patients was 44 years. Risk factors associated with mortality among hemodialysis patients in the CHUD/B-A nephrology department were: self-employed and informal sector (HRa=2.7, p=0.009), low monthly income (HRa=4.4, p=0.009), hypoglycemia (HRa=3.3, p=0.003), high number of medications (HRa=2.2, p=0.004), poor therapeutic compliance (HRa=2.2, p=0.003) and short stay in hemodialysis (HRa=31.7, p<0.001).

Conclusion: Reducing mortality among chronic haemodialysis patients means improving the affordability of haemodialysis.

Keywords: Chronic hemodialysis; chronic kidney disease; mortality; Benin

1. Introduction

La maladie rénale chronique (MRC) ne cesse d'augmenter depuis des décennies. En 2019, elle était la 11^{ème} cause de mortalité dans le monde et d'ici 2040 elles devraient être la cinquième cause de décès (ISN – Global Operations Center, 2022).

Au Bénin, c'est l'affection la plus rencontrée en consultation néphrologique ; 91% des admissions au Centre National Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou MAGA (CNHU-HKM) de Cotonou en 2018 (Vigan et al., 2018). *La dialyse est* la dernière alternative dans l'arsenal thérapeutique, capable de maintenir en vie un patient dont la fonction rénale est sévèrement détériorée. Avant la mise en place de la dialyse au Bénin l'insuffisance rénale chronique terminale était systématiquement mortelle (Léonce, 2023). Le taux brut de mortalité des hémodialysés rapporté au CNHU-HKM de Cotonou était de 66,10 % en 2021 (Vigan et al., 2021). La présente étude a pour objectif d'identifier les facteurs associés à la mortalité des hémodialysés chroniques au Centre Hospitalier Universitaire Départemental du Borgou et de l'Alibori (CHUD/B-A) au Bénin.

1. Cadre et méthodes d'étude

La présente étude s'est déroulée dans le service de néphrologie du CHUD/B-A. Il s'est agi d'une étude transversale descriptive et analytique. La population d'étude était constituée de l'ensemble des patients hémodialysés

chroniques admis dans service de néphrologie entre le 1^{er} janvier 2017 et le 31 décembre 2022. Ont été exclus un patient référé sur un autre site et deux patients dont les dossiers étaient incomplets.

La méthode d'échantillonnage était non probabiliste et la technique a consisté à un recensement exhaustif de tous les patients reçus pendant la période d'étude et répondant aux critères d'inclusion.

Variables à l'étude

La variable dépendante est la mortalité. Elle a deux modalités : oui pour les patients décédés et non pour les patients vivants. Les variables indépendantes sont les données socio-démographiques (milieu de résidence, distance parcourue, âge, sexe, situation matrimonial, niveau d'étude, profession), économique (revenu mensuel), examens complémentaires (examens biologiques), thérapeutiques et évolutives (nombre de médicaments, observance thérapeutique, l'utilisation d'une fistule artérioveineuse, durée en hémodialyse, nombre de séances).

Traitement et analyse des données

Les données ont été analysées avec le logiciel SPSS version 26. Le test de Kolmogorov-Smirnov a été utilisé pour vérifier l'hypothèse de normalité des distributions. Les variables quantitatives ont été exprimées en médiane avec leur intervalle interquartile ou en moyenne avec leur écart-type et les variables qualitatives en proportion. Une association statistiquement significative a été établie au seuil de 5%. Les variables statistiquement associées à la mortalité au seuil de 20% ont été introduites dans le modèle de régression de Cox pour identifier les facteurs associés à la mortalité des hémodialysés chroniques.

2. Résultats

2.1 Mortalité chez les hémodialysés

Sur 621 nouveaux patients reçus en consultation dans le service de néphrologie du CHUD/B-A durant la période d'étude, 95 avaient bénéficié d'une hémodialyse soit 15,3% des patients. Le nombre moyen de patients hémodialysés durant la période d'étude était de 15. Parmi les 95 nouveaux patients hémodialysés, 76 étaient décédés, soit un taux brut de mortalité de 80% de l'ensemble de la cohorte des hémodialysés de la période d'étude. Le taux moyen de décès était de 12 pour 100 patients-année IC95% [5,47%-18,53%]. Le taux brut de mortalité a diminué, passant de 100% en 2017 à 45,5% en 2022 avec une différence statistiquement significative ($p=0.018$).

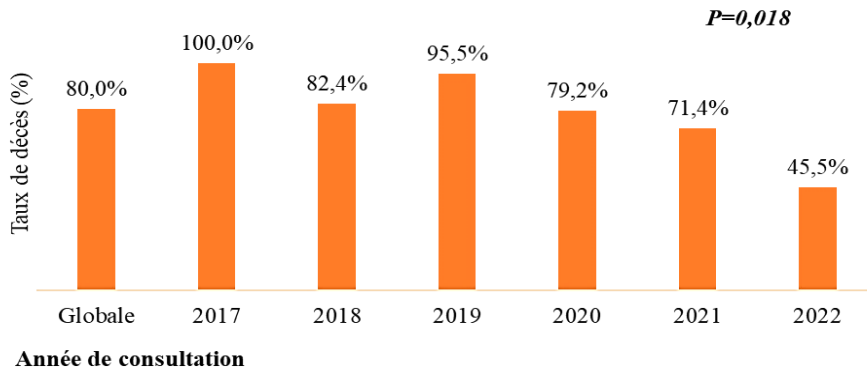


Figure 1. Evolution de la mortalité des patients hémodialysés en fonction des années d’initiation, CHUD/BA 2017-2022

2.2 Caractéristiques socio-démographiques et économiques des patients

L’âge médian des patients (EIQ) était de 44 ans (34-52 ans) avec des extrêmes de 19 et 70 ans. Les patients de plus de 40 ans étaient les plus nombreux (54,7%). La majorité des patients (66,3%) était venue du milieu urbain. La distance moyenne parcourue était de 29 km avec des extrêmes de 5 et 220 km. Environ deux-tiers (67,4%) des patients étaient de sexe masculin soit une sex-ratio égale à 2,06. Les patients non scolarisés et de niveau primaire étaient les plus nombreux (63,2%) et plus de la moitié (52,6%) travaillait dans le secteur informel. Les patients ayant un revenu mensuel de moins de 150.000 FCFA étaient les plus nombreux. Il existe une relation statistiquement significative entre le décès des hémodialysés et l’année d’initiation à l’hémodialyse ($p=0,0015$).

Tableau 1. Caractéristiques socio-démographiques et économiques des patients hémodialysés chroniques au CHUD/BA, 2017-2022

	Total (n=95)	Patient décédé		HRb (IC95%)	P - value
		Non n (%)	Oui n (%)		
Année d’initiation					0,015
2017	7 (7,4)	0 (0)	7 (100)	1	
2018	17(17,8)	3 (17,6)	14 (82,4)	1,9 (0,7-5,6)	0,191
2019	22(23,2)	1 (18,8)	21 (81,3)	2,3 (0,8-6,1)	0,116
2020	24(25,3)	5 (20,6)	19 (79,4)	4,4 (1,5-12,3)	0,005
2021	14(14,7)	4 (18,8)	10 (81,3)	2,2 (0,7-6,5)	0,169
2022	11(11,6)	6 (20,6)	5 (79,4)	1,01 (0,3-3,6)	0,988
Milieu de résidence					
Urbain	63 (66,3)	6 (18,8)	26 (81,3)	1	
Rural	32(33,7)	13 (20,6)	50 (79,4)	1,1 (0,4-3,3)	0,828
Age (année)					
[19-41[	43(45,3)	11 (25,6)	32 (74,4)	1	
[41-81[	52(54,7)	8 (18,2)	44 (81,8)	1,9 (0,7-5,2)	0,220

	Total (n=95)	Patient décédé		HRb (IC95%)	P - value
		Non n (%)	Oui n (%)		
Sexe					
Masculin	64(67,4)	11 (17,2)	53 (82,8)	1	
Féminin	31(32,6)	8 (15,4)	23 (84,6)	0,6 (0,2-1,7)	0,328
Situation matrimoniale					
Non marié	82(86,3)	16 (19,5)	66 (80,5)	1	
Marié	13(13,7)	3 (21,3)	10 (76,9)	1,2 (0,3-5,1)	0,766
Niveau d'étude					
Non scolarisé	40(42,1)	7 (17,5)	33 (82,5)	1	
Primaire	20(21,1)	4 (20)	16 (80)	0,8 (0,2-3,3)	0,814
Secondaire	18(18,9)	3 (16,7)	15 (83,3)	1,1 (0,2-4,7)	0,938
Supérieur	17(17,9)	5 (29,4)	12 (70,6)	0,5 (0,1-1,9)	0,318
Groupe socio professionnel					
Travailleurs indépendants et du secteur informel	50(52,6)	8 (16)	42 (84)	1	
Travailleurs du secteur formel	24(25,3)	8 (33,3)	16 (66,7)	0,4 (0,1-1,2)	0,096
Sans emploi	21(22,1)	3 (14,3)	18 (85,7)	1,1 (0,3-4,8)	0,856
Revenu mensuel FCFA					
<52000	16(16,8)	4 (25)	12 (75)	3,5 (0,7-18,3)	0,129
[52000-150000[	35(36,8)	3 (8,6)	32 (91,4)	1,3 (0,3-6,4)	0,720
[150000-300000[	20(21,1)	4 (20)	16 (80)	0,7 (0,2-2,7)	0,574
≥ 300000	24(25,2)	8 (33,3)	16 (66,7)	1	

HRb : Hazard Ratio brut, IC = intervalle de confiance, 1 : référence

2.3 Caractéristiques paracliniques des patients

La médiane (EIQ) du débit de filtration glomérulaire (CKD EPI) était de 1,9 ml/mn/1,73m² (1,3-3,7 ml/mn/1,73m²). Les examens biologiques ont été réalisés à partir d'un prélèvement sanguin veineux. Tous les patients avaient présenté une hyperurémie (supérieur à 0,45 g/l) Il existe une relation statistiquement significative entre le décès des hémodialysés et l'hyperkaliémie (p=0,048). (Tableau 2).

Tableau 2. Caractéristiques paracliniques des patients hémodialysés chroniques au CHUD/BA, 2017-2022

	Total (n=95)	Patient décédé		HRb (IC95%)	P -value
		Non n (%)	Oui n (%)		
Taux d'hémoglobine (g/dl)					
Normal ([11 -16])	4(4,2)	1 (25)	3 (75)	1	
Anémie	91(95,8)	18 (19,8)	73 (80,2)	1,3 (0,4-4,1)	0,799
Uricémie(mg/l)					
Normale ([40 -60])	21(22,1)	3 (14,3)	18 (85,7)	1	
Hyperuricémie	74 (77,9)	16 (21,6)	58 (78,4)	2,1 (0,7-5,9)	0,199
NatrémieEq/l					
Normale ([135-158])	43(45,3)	12 (27,9)	31 (72,1)	1	

Hyponatrémie	52(54,7)	7 (13,5)	45 (86,5)	2,5 (0,9-7,1)	0,085
KaliémiemEq/l					0,129
Normale ([3,5-5,3])	7(7,4)	2 (28,6)	5 (71,4)	1	
Hypokaliémie	35(36,8)	3 (8,6)	32 (91,4)	0,9 (0,2-5,2)	0,904
Hyperkaliémie	53(55,8)	14 (26,4)	39 (73,6)	3,8 (1,01-14,5)	0,048
Calcémie (mg/l)					
Normale ([85-105])	24(25,3)	7 (29,2)	17 (70,8)	1	
Hypocalcémie	71(74,7)	12 (16,9)	59 (83,1)	2,1 (0,7-5,9)	0,199
Glycémie(g/dl)					
Normal ([0,70 -1,26])	49(51,6)	13 (26,5)	36 (73,5)		0,258
Hypoglycémie	12(12,6)	2 (16,7)	10 (83,3)	1,8 (0,3-9,5)	0,482
Hyperglycémie	34(35,8)	4 (11,8)	30 (88,2)	2,7 (0,8-9,2)	0,110
Numération Globules blancs (GB/μl)					
Normal ([3000- 8000])	54(56,8)	14 (25,9)	40 (74,1)	1	
Hyperleucocytose	41(43,2)	5 (12,2)	36 (87,8)	2,5 (0,8-7,7)	0,105

HRb : Hazard Ratio brut, IC = intervalle de confiance, 1 : référence

2.4 Caractéristiques liées aux aspects thérapeutiques de l'hémodialyse

La majorité des patients hémodialysés prenaient moins de cinq comprimés (70,5%) et étaient mauvais observant (67,4%). La plupart avait fait entre 30 et 180 séances de dialyse. Il existe une relation statistiquement significative entre le décès des patients et l'observance thérapeutique ($p=0,0011$). (Tableau 3)

Tableau 3. Caractéristiques des patients liées aux aspects thérapeutiques et évolutifs de l'hémodialyse au CHUD/BA, 2017-2022

	Total (n=95)	Patient décédé		HRb (IC95%)	P -value
		Non n (%)	Oui n (%)		
Nombre de médicaments		0	1		
≤5 médicaments	67(70,5)	17 (25,4)	50 (74,6)	1	
> 5médicaments	28(29,5)	2 (7,1)	26 (92,9)	4,4 (0,9-20,6)	0,059
Observance thérapeutique					
Bonne	31(32,6)	11 (35,5)	20 (64,5)	1	
Mauvaise	64 (67,4)	8 (12,5)	56 (87,5)	3,8 (1,4-10,9)	0,011
Fistule artérioveineuse					
Non	87(91,6)	17 (19,5)	70 (80,5)	1	
Oui	8(8,4)	2 (25)	6 (75)	0,7 (0,1-3,9)	0,713
Durée en dialyse					0,188
[0-30[	29 (30,5)	8 (27,6)	21 (72,4)	1,6 (0,3-8,2)	0,589
[30-180[	46 (48,4)	5 (10,9)	41 (89,1)	4,9 (0,9-27,1)	0,067
[180-365[	12 (12,6)	3 (25)	9 (75)	1,8 (0,3-12,5)	0,552
≥365	8 (8,4)	3 (37,5)	5 (62,5)	1	
Nombre de séances					0,870
[0-30[	61(64,2)	11 (18)	50 (82)	1	
[30-100[	29(30,5)	7 (24,1)	22 (75,9)	1,2 (0,1-12,2)	0,862

≥100 5(5,3) 1 (20) 4 (80) 0,9 (0,1-9,8) 0,943

HRb : Hazard Ratio brut IC = intervalle de confiance, 1 : référence

2.5 Facteurs associés à la mortalité des patients hémodialysés au CHUD/B-A en 2022.

Les facteurs associés au décès des hémodialysés chroniques dans le service de néphrologie du CHUD/B-A étaient la profession (p=0,004), le faible revenu mensuel (p=0,009), l'hypoglycémie (p=0,003), le nombre élevé de comprimés (p=0,004), l'observance thérapeutique (p=0,003) et la faible durée de la dialyse (p<0,001).

Le risque de décès est 2,7 IC95% [1,3-5,6] fois chez les travailleurs indépendants et du secteur informel que chez les employés du secteur formel. Un revenu mensuel inférieur au SMIG (52.000 FCFA) multiplie le risque de décès par 4,4 IC95% [1,4 -13,5] en comparaison aux patients ayant un revenu mensuel supérieur à 300.000 FCFA. L'hypoglycémie à l'entrée expose à un risque de décès 3,3 IC95% [1,5-7,2]. Un nombre de comprimé élevé (supérieur à 5 comprimés) multiplie par 2,2 IC95% [1,3-3,8]. La mauvaise observance du traitement expose à un risque de 2,2 IC95% [1,1-4,3]. Un séjour de moins de trois mois accroît le risque de décès, ce risque varie entre 6,6 IC95% [2,1-21,2] et 31,7 IC95% [9,5-107,3] selon que le séjour se trouve respectivement entre [1-30 jours[et [30-180 jours[. (Tableau 4)

Tableau 44. Modèle de régression de Cox des facteurs associés à la mortalité des patients hémodialysés chroniques au CHUD/B-A, 2017-2022

	Patient décédé		HRa (IC 95%)	P -value
	Non n (%)	Oui n (%)		
Profession				0,004**
Travailleurs du secteur formel	8 (33,3)	16 (66,7)	1	0,917
Sans emploi	3 (14,3)	18 (86,7)	1,1 (0,4-3,1)	0,91
Travailleurs indépendants et du secteur informel	8 (16)	42 (84)	2,7 (1,3-5,6)	0,009**
Revenu mensuel (FCFA)				0,017*
<52000	4 (25)	12 (75)	4,4 (1,4 -13,5)	0,009**
[52000-150000[	3 (8,6)	32 (91,4)	1,1 (0,5-2,4)	0,856
[150000-300000[	4 (20)	16 (80)	1,26 (0,6-2,7)	0,549
≥ 300000	8 (33,3)	16 (66,7)	1	
Glycémie				0,011*
Normale	13 (26,5)	36 (73,5)	1	
Hypoglycémie	2 (16,7)	10 (83,3)	3,3 (1,5-7,2)	0,003**
Hyperglycémie	4 (11,8)	30 (88,2)	1,3 (0,7-2,3)	0,379
Nombre de médicaments				
≤5 médicaments	17 (25,4)	50 (74,6)	1	
>5 médicaments	2 (7,1)	26 (92,9)	2,2 (1,3-3,8)	0,004**
Observance thérapeutique				
Bonne	11 (35,5)	20 (64,5)	1	
Mauvaise	8 (12,5)	56 (87,5)	2,2 (1,1-4,3)	0,030*

	Patient décédé			P -value
	Non n (%)	Oui n (%)	HRa (IC 95%)	
Durée en l'hémodialyse				<0,001**
[0-30[	8 (27,6)	21 (72,4)	31,7 (9,5-107,3)	<0,001**
[30-180[	5 (10,9)	41 (89,1)	6,6 (2,1-21,2)	0,001**
[180-365[	3 (25)	9 (75)	2,1 (0,6-7,7)	0,269
≥365	3 (37,5)	5 (62,5)	1	

HRa : Hazard Ratio ajusté,

IC 95% : Intervalle de Confiance 95%,

1 : Modalité de référence

*seuil de 5%, ** seuil de 1%

3 Discussion

La mortalité brute des hémodialysées était de 80% de l'ensemble de la cohorte de six ans étudiée. Ce taux élevé de la mortalité pourrait s'expliquer par la suppression de la subvention de l'hémodialyse par l'état depuis 2019. Aussi, le nord Benin n'a qu'une seule unité de dialyse située dans la commune de Parakou. Cette unité dessert l'ensemble des formations sanitaires des départements du Borgou, de l'Alibori, de la Donga, et une partie des collines. Cette difficulté dans l'accessibilité géographique (les patients résidaient à 29 km en moyenne du CHUD/B) pourrait agir sur l'observance des séances d'hémodialyse et être en faveur de cette mortalité élevée.

Le salaire moyen au Benin en 2019, selon la Banque Mondiale, était de 104\$ soit environ 68.000 FCFA (Banque Mondial, 2019). Ce salaire, pour les patients ayant un revenu irrégulier, ne peut couvrir le coût moyen annuel de 10 140 000 francs CFA que représente les séances de dialyse. Depuis 2019 que la subvention a été supprimée au Benin, la mortalité a diminution passant de 95% à 45% (p=0,018), probablement du fait d'une diminution du recours à l'hémodialyse.

Le nombre, jadis insuffisant de générateur aurait impacté la qualité des séances d'hémodialyse et probablement contribuer au taux élevé de mortalité. En effet, faute d'un nombre suffisant de machine, la durée et le nombre de séances n'étaient souvent pas respectés. Il faut ajouter également les pannes répétées, la faible disponibilité des intrants etc.(dbmedias.com, 2021).

Le recours tardif à l'hémodialyse pourrait aussi expliquer le taux élevé de décès. Les insuffisants rénaux avec un niveau socio-économique bas ont moins accès aux structures de soins et commencent souvent tardivement la dialyse (Mhammedi et al., 2019).

Ces différents dysfonctionnements ont été conjugués au passé car le service de néphrologie du CHUD/BA a été renforcé en 2022 par la mise en service de nouveaux générateurs, appareil d'hémodiafiltration et unité de traitement et de distribution d'eau. Néanmoins la question majeure de décentralisation de l'unité d'hémodialyse reste d'actualité.

Notre taux élevé (80%) de mortalité des hémodialysés est inférieur au 95% rapporté par Cakanya et al. (Cakanya et al., 2023) en 2017 en Burundi et supérieur au 66,10 % rapporté par Vigan et al. (Vigan et al., 2021) en 2019 à Cotonou. Il est largement supérieur aux 23% rapporté par Coulibaly et al. (Coulibaly et al., 2020) au Mali en 2020.

Le risque de décès est 2,7 fois chez les travailleurs indépendants et du secteur informel que chez les employés du secteur formel. Ceci pourrait s'expliquer par l'absence de subvention de l'Etat pour cette couche socio-professionnelle. En effet, seuls les agents de l'État bénéficient de la subvention de l'hémodialyse; il en résulte donc une difficulté dans l'accessibilité financière à l'hémodialyse et une mauvaise observance thérapeutique. Ce qui pourrait expliquer le risque de décès élevé dans le rang des travailleurs indépendants et du secteur informel.

Un revenu mensuel inférieur au SMIG (52.000 FCFA) expose à un risque de décès de 4,4 en comparaison aux patients ayant un revenu mensuel supérieur à 300.000 FCFA. Ce facteur de décès est dû aux difficultés à faire face aux coûts de la prise en charge; les patients ayant un revenu mensuel de moins de 52.000 FCFA représentant environ 17% de notre cohorte et les moins de 150.000 FCFA étant les plus nombreux. Le pouvoir financier du patient conditionne l'ensemble de la prise en charge notamment le coût de la logistique et du transport vers le centre, de la consultation, des examens complémentaires, de l'achat des médicaments, de l'acquisition du Kit d'hémodialyse, du renouvellement de l'ordonnance médicale, du respect des rendez-vous de contrôle etc. Les conséquences du faible revenu mensuel se traduisent par la consultation tardive, l'initiation tardive à l'hémodialyse, la sélection ou l'abandon du traitement, la non observance des rendez-vous de suivi et des séances; ce qui entraîne l'inefficacité du traitement et l'aggravation de l'état clinique.

L'hypoglycémie à l'entrée expose à un risque de décès de 3,3. Dans cette prédiction, il faut comprendre que les soignants doivent systématiquement chercher les hypoglycémies à l'entrée et évaluer les raisons de la présence éventuelle d'une hypoglycémie. Les troubles psychiques peuvent entraîner un état anorexique dû à l'altération de la qualité de vie des patients. Cette anorexie chronique peut se révéler à l'entrée par une hypoglycémie menaçant la vie du patient. On peut ajouter aussi l'hypoglycémie engendrée par un manque d'appétit d'origine psychogène. Un faible revenu pourrait amener les patients à prioriser les dépenses relatives à la maladie au détriment de leurs alimentations. Une contrainte totalement indépendante des mesures hygiéno-diététiques de la maladie.

Un nombre élevé de médicaments multiplie par 2,2 le risque de décès des hémodialysés. L'observance thérapeutique est plus facile quand le sujet a moins de médicaments à prendre. L'altération constante de l'état du malade

nécessite souvent des prescriptions médicamenteuses complémentaires pour faire face aux désordres cliniques observés. Ce qui augmente le nombre de médicaments en fonction de l'état clinique. Un nombre élevé de médicaments peut entraîner une mauvaise observance thérapeutique par sélection ou abandon des produits prescrits.

Un séjour de moins de trois mois accroît le risque de décès, ce risque varie entre 31,7 et 6,6 selon que le séjour se trouve respectivement entre 1 jour à moins d'un mois et 1 à 3 mois. Le séjour en hémodialyse est coûteux, et seuls les patients ayant un bon revenu et dont les soins sont subventionnés pouvaient supporter. Très tôt le patient se retrouve devant les coûts élevés de la prise en charge et adopte certains comportements : la réduction volontaire du nombre de séance, l'espacement volontaire des séances sans avis médical et l'abandon. Ce qui entraîne inévitablement l'inefficacité des séances et une réduction de la survie.

Conclusion

Le taux de mortalité des hémodialysés est très élevé. Les facteurs associés à la mortalité des hémodialysés du service de néphrologie au CHUD/B-A étaient la profession, le faible revenu, l'hypoglycémie, le nombre élevé de comprimés, la mauvaise observance thérapeutique et la faible durée de la dialyse. Le nœud autour duquel gravite l'ensemble des facteurs demeure l'accessibilité financière. L'amélioration de l'accessibilité financière à l'hémodialyse pourrait réduire la mortalité des patients hémodialysés chroniques au CHUD/B-A.

Conflits d'intérêts : Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt

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

Déclaration de financement : Les ressources utilisées dans cette étude ont été mobilisées sur fonds propres; aucun financement n'a été reçu de sociétés ou d'organisations précises.

Déclaration relative aux participants humains

Cette étude a été approuvée par le service de néphrologie du CHUD/B-A. Des autorisations de collecte ont été obtenues de ladite unité. L'anonymat et la confidentialité des données recueillies ont été conformes aux principes éthiques applicables aux recherches médicales sur les sujets humains contenus dans la Déclaration de l'Association Médicale Mondiale d'Helsinki.

Références:

1. Ahoui S, Dovonou C. A, Vigan J, Agboton B. L, Alassani C. A, Doritchamou E, Eteka E, Djima H, Houeto N. (2021). Fréquence et facteurs associés à l'insuffisance rénale chronique dans le service de médecine interne du centre hospitalier universitaire départemental du Borgou. *Revue Africaine de Médecine Interne*, 8(1-2), Article 1-2.
2. Banque Mondial. (2019). Salaire moyen au Bénin. <https://www.journaldunet.com/business/salaire/benin/pays-ben>
3. Cakanya G, Ndayikunda A, Lowé W. K, Ndizeye Z. (2023). Etude des facteurs associés à la mortalité des patients atteints d'insuffisance rénale chronique terminale sous hémodialyse en Afrique de l'Est— Etude de cas au Burundi. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 71, 101798.
4. Coulibaly M, Samaké M, Fofana A. S, Coulibaly S. B, Sy S, Yattara H, Diallo D, Fongoro S. (2020). Déterminants de la Mortalité chez les Hémodialysés de l'Hôpital Mali Gavardo de Sébénikoro (Bamako). *HEALTH SCIENCES AND DISEASE*, 21(6), Article 6
5. dbmedias.com. (2021). Bénin : Les hémodialysés du Cnhu de Cotonou dans le désarroi | DB Medias. <https://dbmedias.com/benin-la-souffrance-des-hemodialyses-au-cnhu-de-cotonou/>
6. Figueredo M. S, Schroeder, F. M, Soares, R. V, Helou C. M. de B. (2018). Adverse effects of medicinal herbs on the human kidney. *Revista de Medicina*, 97(1), Article 1.
7. Global Operations Center. (2022). World Kidney Day : La santé rénale pour tous—Comblons les lacunes en matière de connaissances pour un meilleur traitement des maladies rénales. World Kidney Day. <https://www.worldkidneyday.org/wkd-2022-french/>
8. Léonce A. (2023). Bénin : « Dix personnes meurent par semaine dans le rang des dialysés », selon Edmond Amoussou. *LE MATINAL*. <https://lematinal.bj/benin-dix-personnes-meurent-par-semaine-dans-le-rang-des-dialyses-selon-edmond-amoussou/>
9. Mhammedi S. A, Hamdi F, Benabdelhak M, Bentata Y, Haddiya I. (2019). L'observance thérapeutique : Un autre défi à relever chez l'hémodialysé chronique. *Pan African Medical Journal*, 33.
10. Tia M. W, Nda J. K, Kouame G. R, Kobenan R, Daingui D, Ouattara B. (2022). Insuffisance rénale chronique : Aspects épidémiologique, diagnostique, thérapeutique et évolutif au CHU de Bouaké de 2016 à 2020. *Revue Africaine de Médecine Interne*, 9(2-2), Article 2-2.
11. Vigan J, Agboton B, Ahoui S, Ali Rouffa H, Djrolo F. (2018). Profil épidémiologique de la maladie rénale chronique dans le service de néphrologie du CNHU-HKM de Cotonou. *Journal de la Société de Biologie Clinique du Bénin*, 5-11.

12. Vigan J, Semilinko T. C. D, Agboton B. L, Mewanou S, Ahoui S, Hounkpe P. C, Zoumenou E. (2021). Atteintes rénales et recours à l'hémodialyse en réanimation au CNHU-HKM de Cotonou de 2015–2019. *Néphrologie & Thérapeutique*, 17(5), 316.
13. Vigan J, TIA W, Sabi K, Ahoui S, Fassinou D, Tognon-Tchegnonsi F, Gnionsahe D. (2017). Non-observance thérapeutique chez hémodialyses Cotonou. *Rev int sc méd*, 19 (1):31-36

Emissions de Gaz à Effet de Serre des Systèmes Agro-Sylvopastoraux et Sylvopastoraux de deux Zones Agroécologiques du Bénin

Célestin Cokou Hessa
Yaya Idrissou
Alassan Seidou Assani
Hilaire Sorébou Sanni Worogo
Ibrahim Alkoiret Traoré

Laboratoire d'Ecologie, Santé et Production Animales (LESPA),
Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou, Parakou, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2024.v20n12p221](https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p221)

Submitted: 13 August 2023

Accepted: 23 April 2024

Published: 30 April 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Hessa C.C., Idrissou Y., Assani A.S., Worogo H.S.S. & Traoré I.A. (2024). *Emissions de Gaz à Effet de Serre des Systèmes Agro-Sylvopastoraux et Sylvopastoraux de deux Zones Agroécologiques du Bénin*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (12), 221.

<https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n12p221>

Résumé

Au Bénin, une typologie de quatre groupes d'éleveurs a été établie sur la base des deux pratiques agroforestières (agrosylvopastoralisme et sylvopastoralisme) en lien avec l'adaptation au changement climatique. Il s'agit : des petits agrosylvopasteurs (Groupe 1 : PAS), des petits sylvopasteurs (Groupe 2 : PSV), des grands sylvopasteurs (Groupe 3 : GSV), et enfin des grands agrosylvopasteurs (Groupe 4 : GAS). Les effets de ces pratiques sur la productivité du bétail ont été évalués et connus. Cependant, des informations sur les effets de ces pratiques sur l'émission de gaz à effet de serre (GES) font défaut. Ainsi, la présente étude permet de combler cette lacune. Pour l'atteinte de cet objectif, 180 éleveurs ont été enquêtés. Des données sur l'alimentation animale, la gestion du fumier et la composition des troupeaux ont été collectées, et l'outil GLEAM-i (Global Livestock Environmental Assessment Model interactive) de la FAO a été utilisé pour estimer les émissions de GES au sein de chaque type d'élevage. Les résultats ont révélé que les émissions de GES de tous les types d'élevage bovin étaient de 34,24 Gg CO₂-eq/an dont les

élevages GAS, GSV, PSV et PAS contribuaient respectivement pour 37,57 % ; 35,89% ; 13,87% et 12,67%. Dans tous les types d'élevage, le CH₄ issu de la fermentation entérique était le principal contributeur aux émissions de GES. Les intensités d'émission du lait et de la viande étaient plus faibles dans les élevages GAS (60,21 kg CO₂/kg de protéines du lait ; 178,68 kg CO₂/kg de protéines de la viande) et PAS (61,61 kg de CO₂/kg de protéines du lait ; 180,61 kg CO₂/kg de protéines de la viande). Cette étude servira d'outil d'appui à l'élaboration de lignes directrices pour les systèmes de production animale à faibles émissions au Bénin et ailleurs en Afrique subsaharienne.

Mots-clés: Changement climatique, Agroforesterie, Emissions de gaz à effet de serre, Atténuation, GLEAM-i

Greenhouse Gas Emissions from Agro-Silvopastoral and Silvopastoral Systems in Two Agro-Ecological Zones of Benin

Célestin Cokou Hessa
Yaya Idrissou
Alassan Seidou Assani
Hilaire Sorébou Sanni Worogo
Ibrahim Alkoiret Traoré

Laboratoire d'Ecologie, Santé et Production Animales (LESPA),
Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou, Parakou, Bénin

Abstract

In Benin, a typology of four groups of herders was established on the basis of two agroforestry practices (agrosilvopastoralism and silvopastoralism) related to adaptation to climate change. These are small agro-silvopastoral (Group 1: PAS), small silvopastoral (Group 2: PSV), large silvopastoral (Group 3: GSV), and finally large agro-silvopastors (Group 4: GAS). The effects of these practices on livestock productivity have been assessed and known. However, information on the effects of these practices on greenhouse gas (GHG) emissions is lacking. Thus, the present study fills this gap. To achieve this objective, 180 farmers were surveyed. Data on animal feed, manure management, and herd composition were collected, and the Global Livestock Environmental Assessment Model interactive (GLEAM-i) tool was used to estimate GHG emissions within each farming type. The results revealed that the GHG emissions of all cattle farming types were 34.24 Gg CO₂-eq/year, of which GAS, GSV, PAS, and PSV breeding contributed respectively for 37.57 % ; 35.89% ; 13.87% and 12.67%. In all farming types,

CH₄ from enteric fermentation was the main contributor to GHG emissions. The emission intensities of milk and meat were lower in GAS (60,21 kg CO₂/kg milk protein; 178.68 kg CO₂/kg meat protein) and PAS (61.61 kg CO₂/kg milk protein; 180.61 kg CO₂/kg meat protein). This study will serve as a support tool for the development of guidelines for low-emission animal production systems in Benin and elsewhere in sub-Saharan Africa.

Keywords: Climate change, Agroforestry, Greenhouse gas emission; Mitigation, GLEAM-i

Introduction

Le réchauffement climatique de notre planète est désormais sans équivoque. Ces 60 dernières années de nombreux éléments en témoignent (IPCC, 2015). Les incidences d'évènements climatiques extrêmes survenus récemment soulignent la grande vulnérabilité et le degré élevé d'exposition des écosystèmes et des sociétés humaines aux variations du climat (Assouma et al., 2017). Par ailleurs, ces changements climatiques laissent craindre des perturbations importantes pour les sociétés dans leurs relations avec leur environnement, et risquent même de menacer les services écosystémiques dont elles bénéficient directement ou indirectement (IPCC 2015).

Le secteur de l'élevage contribue pour environ 12,9 % des calories mondiales et 27,9 % des protéines. Il contribue également à la production agricole grâce à la fourniture de transport et de fumier (FAO, 2013). L'élevage occupe environ 30 % de la superficie terrestre totale du monde et contribue aux moyens de subsistance des personnes les plus pauvres dans les zones rurales pauvres. Dans le même temps, ce secteur contribue à environ 18 % des émissions de GES dans le monde (Montagnini et al., 2013). À l'échelle mondiale, le secteur de l'élevage représente 9 % des émissions anthropiques de dioxyde de carbone (CO₂), principalement dues aux changements d'utilisation des terres, en particulier la déforestation et l'expansion des pâturages et des terres arables pour les cultures fourragères. L'élevage est également responsable d'émissions d'autres gaz à fort potentiel de réchauffement de l'atmosphère : le secteur émet 37 % de méthane anthropique, qui a 23 fois le potentiel de réchauffement global du CO₂, et il émet également 65 % de protoxyde d'azote anthropique. (N₂O) qui a 296 fois le potentiel de réchauffement global du CO₂ (Montagnini et al., 2013). Les systèmes de production bovine doivent équilibrer les compromis entre l'utilisation des ressources, les émissions de GES et le maintien et l'amélioration des moyens de subsistance humains (Steinfeld, 2006). Conscients de cette situation, les éleveurs ont développé plusieurs pratiques agrosylvopastorales. Hessa et al. (2023) ont distingué au Bénin, quatre types d'éleveurs en fonction de ces pratiques. Il s'agit : des petits agrosylvopasteurs (Groupe 1 : PAS), des petits

sylvopasteurs (Groupe 2 : PSV), des grands sylvopasteurs (Groupe 3 : GSV), et enfin des grands agrosylvopasteurs (Groupe 4 : GAS). Une étude antérieure a permis d'évaluer la productivité du bétail dans ces différents types d'élevage (Hessa et al., 2023). Bien que ces pratiques améliorent la productivité du bétail, une évaluation de leur effet sur les émissions de GES fait défaut. Dans ce contexte, la présente étude vise à évaluer le potentiel d'atténuation du changement climatique des quatre types d'élevages identifiés par Hessa et al (2023) dans deux zones agroécologiques du Bénin. Ceci permettra d'identifier et de vulgariser les pratiques qui améliorent à la fois la productivité du bétail et qui contribuent à l'atténuation du changement climatique. Les résultats de cette étude pourraient donc constituer un référentiel local sur l'adaptation et l'atténuation de l'émission des GES des systèmes d'élevage des pays du Sud et une contribution à la lutte mondiale contre le réchauffement climatique.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans deux des huit zones agroécologiques que compte le Bénin. Il s'agit de la zone cotonnière du nord Bénin (ZCNB) et de la zone cotonnière du centre Bénin (ZCCB). Le choix de ces zones repose sur le fait qu'elles sont les zones dans lesquelles l'on rencontre les élevages agrosylvopastoraux et sylvopastoraux (Alkoiret et al., 2011). Dans chaque zone, trois (3) communes ont été choisies sur la base du nombre d'agrosylvopasteurs et sylvopasteurs et d'entretiens préliminaires avec les techniciens des Agences Territoriales pour le Développement Agricole (ATDA). Ainsi, les communes de Banikoara, Kandi et Gogounou ont été retenues dans la ZCNB et ceux de Bantè, Savè et Djidja dans la ZCCB. Au sein de chaque commune, deux (2) villages ont été retenus, ce qui donne un total de 12 villages pour l'ensemble de l'étude.

Echantillonnage

Ce travail a été réalisé sur le même échantillon (180 éleveurs bovins) que celui utilisé par Hessa et al. (2023) au Bénin. L'auteur avait caractérisé 180 élevages bovins de deux zones agroécologiques (ZCNB et ZCCB) du Bénin en fonction de deux pratiques : le sylvopastoralisme et l'agropastoralisme. Ses résultats ont permis d'identifier quatre (4) types d'élevage bovin selon leur pratique :

- Type 1 : Petits agrosylvopasteurs (PAS). Ces types d'éleveurs étaient majoritairement rencontrés dans la ZCCB et constitué de 35,55% des enquêtés, soit 64 éleveurs. Les PAS intègrent tous l'élevage aux cultures et aux arbres/arbustes. La superficie occupée par les arbres et arbustes était très petite (0,5 ha) comparée à celle occupée par les cultures (3 ha). La taille du cheptel bovin de ce type était en moyenne

de 23 têtes. Durant la saison des pluies, ces animaux sont alimentés à l'aide du pâturage naturel et pendant la saison des pluies ils bénéficient en dehors du pâturage naturel des résidus de récolte, des ligneux fourragers et quelques sous-produits agro-industriels.

- Type 2 : Petits sylvopasteurs (PSV). Comme les petits agrosylvopasteurs, les petits sylvopasteurs étaient majoritairement rencontrés dans la ZCCB. Ils représentaient 4,45% des enquêtés, soit 8 éleveurs. Ils intègrent les animaux aux arbres et/ ou arbustes. La superficie occupée par les arbres/arbustes était de 2 ha contre 1 ha occupé par les cultures. Cette superficie occupée par les cultures dans ce type d'élevage est la plus faible des superficies occupées par les cultures dans les quatre types. La taille du cheptel bovin de ce groupe est de 25 têtes. Durant la saison des pluies, les animaux de ce type d'élevage sont nourris par les parcours naturels. Durant la saison sèche, ils sont nourris non seulement à l'aide des parcours naturels mais aussi des ligneux fourragers et des sous-produits agro-industriels.
- Type 3 : Grands sylvopasteurs (GSV). Les éleveurs de ce type sont majoritairement localisés dans la ZCNB et représentent 5% de l'échantillon, soit 9 personnes. Dans ce type, les terres agricoles sont principalement acquises par héritage (87,85%). Sur ces terres, la majorité des enquêtés intègrent l'élevage aux arbres/arbustes, contre une minorité qui associe à ces deux éléments les cultures. La superficie allouée à ces cultures est en moyenne de 2 ha. La superficie occupée par les arbres/arbustes (5 ha) dans ce groupe est supérieure à celle des cultures. La taille du cheptel bovin dans ce groupe est en moyenne de 65 têtes. Les parcours naturels sont utilisés pour alimenter les animaux tout au long de l'année. Durant la saison sèche, les animaux bénéficient des résidus de culture et des ligneux fourragers.
- Type 4 : Grands agrosylvopasteurs (GAS). Les éleveurs de ce type étaient majoritairement localisés dans la ZCNB et représente 55% de l'échantillon, soit 99 personnes. Tous les éleveurs de ce type intègrent les animaux aux cultures et aux arbres/arbustes. La taille du cheptel bovin est en moyenne de 68 têtes. La superficie occupée par les cultures dans ce type était la plus élevée, soit en moyenne 8 ha. La superficie occupée par les arbres/arbustes était en moyenne de 3 ha. Durant la saison des pluies, l'alimentation des animaux est principalement constituée des parcours naturels, alors que durant la saison sèche, ils reçoivent en compléments du pâturage naturel des résidus de récolte et des ligneux fourragers.

Collecte des données

Les données ont été recueillies lors d'entretiens individuels auprès des éleveurs à l'aide d'un questionnaire. Les données collectées comprenaient : i) types de pratique parmi les quatre options (PAS, PSV, GAS, GSV) ; ii) production bovine : destination des bovins (viande, lait, autres), race bovine, nombre de bovins, composition du troupeau, âge au premier vêlage, période de lactation, production laitière, fertilité, taux de remplacement des reproducteurs, des mesures de la circonférence cardiaque ont été prises pour un animal de chaque sous-catégorie présente dans chaque ferme (ces mesures ont été converties en estimations de poids vif à l'aide des équations baryométriques); iii) alimentation animale : source et type d'aliment; iv) et enfin la gestion du fumier.

Toutes ces données ont été introduites dans Global Livestock Environment Assessment Model interactive (GLEAM-i) version 2.0 (FAO, 2017) pour estimer les émissions de GES de chaque type d'élevage.

Description de Global Livestock Environment Assessment Model interactive (GLEAM-i)

GLEAM-i est un programme Excel basé sur le Web développé par la FAO pour estimer les émissions de gaz à effets de serre résultant de la production des principaux produits d'élevage (Gerber et al., 2013). GLEAM-i est construit sur cinq modules : module troupeau, module alimentation, module fumier, module système et module allocation. Les trois premiers modules sont des modules d'entrée pour le système et des modules d'allocation pour quantifier la production, les émissions totales et les intensités d'émission. Les entrées du module troupeau sont l'âge à la première parturition, le taux de mortalité (animal jeune et adulte), le taux de fertilité des femelles adultes, le poids des bovins, le nombre de bovins (mâles et femelles adultes reproducteurs), le taux de remplacement des femelles adultes, la production laitière et la teneur en matières grasses du lait. Les entrées du module d'alimentation sont les proportions des différents aliments (fourrages, concentrés etc...) utilisés pour nourrir les animaux. Enfin, les inputs du module fumier tiennent compte des proportions des pratiques de gestion du fumier prédominantes (digesteur anaérobie, brûlé comme combustible, compostage, épandage quotidien, stockage solide etc...) dans chaque type d'élevage.

Analyse statistique

Les données collectées ont été saisies dans le logiciel GLEAM-i version 2.0 (FAO 2017) pour estimer les émissions de GES des différents types d'élevage. Pour chaque type d'élevage, les données ont été saisies

séparément dans le logiciel. Les résultats de GLEAM-i ont été exportés vers une feuille Excel pour des statistiques descriptives (moyennes et fréquences).

Résultats

Emission globale de GES par type d'élevage

Le Tableau 1 présente l'émission totale de GES des différents types d'élevage ainsi que la proportion de chaque gaz émis. De façon générale 34,24 Gg de CO₂-eq/an de GES ont été émis par l'ensemble des élevages enquêtés. Le CH₄, le CO₂ et NO₂ ont contribué respectivement à 65,49%, 0,76% et 33,75% à cette émission totale.

Les élevages GAS ont été responsables d'une forte émission de GES (soit 37,57% de l'émission totale) suivi respectivement des élevages GSV, PAS et PSV dont les émissions ont été respectivement 35,89%, 13,87% et 12,67% de l'émission totale.

Tableau 1. Emission de GES des différents types d'élevages

Paramètres	Total	Types d'élevages			
		PAS	PSV	GSV	GAS
Total émissions GES (Gg CO ₂ -eq/an)	34,24	4,34 ^b	4,75 ^b	12,29 ^a	12,86 ^a
Total émissions GES (%)	100	12,67 ^b	13,87 ^b	35,89 ^a	37,57 ^a
CH ₄ (%)	65,49	68,4 ^a	67,3 ^{ab}	66,56 ^b	67,45 ^{ab}
CO ₂ (%)	0,76	0,55 ^b	1,70 ^a	0,34 ^c	0,30 ^c
N ₂ O (%)	33,75	31,05 ^a	31,00 ^a	33,10 ^a	32,25 ^a

a,b,c : les valeurs de la même ligne indicées de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% ; PAS : petits agrosylvopasteurs ; PSV : Petits sylvopasteurs ; GSV : grands sylvopasteurs ; GAS : grands agrosylvopasteurs

Source d'émission de GES dans chaque type d'élevage

Les principales sources d'émissions de GES dans tous les types d'élevage étaient le CH₄ provenant de la fermentation entérique et du fumier, le N₂O provenant de la production des aliments et de la gestion du fumier, le CO₂ provenant de la production des aliments pour les animaux (production, transport et transformation, et changement d'affectation des terres) et CO₂ provenant de l'utilisation directe et indirecte de l'énergie (Figure 1).

Dans tous les types d'élevage, le CH₄ issu de la fermentation entérique était le plus élevé (61 à 63%). Le CO₂ provenant de l'utilisation directe et indirecte d'énergie et de la production d'aliments pour animaux était le plus faible (0,29 à 1,1 %). Parmi les quatre types d'élevage, les exploitations de type PSV émettaient plus de CO₂.

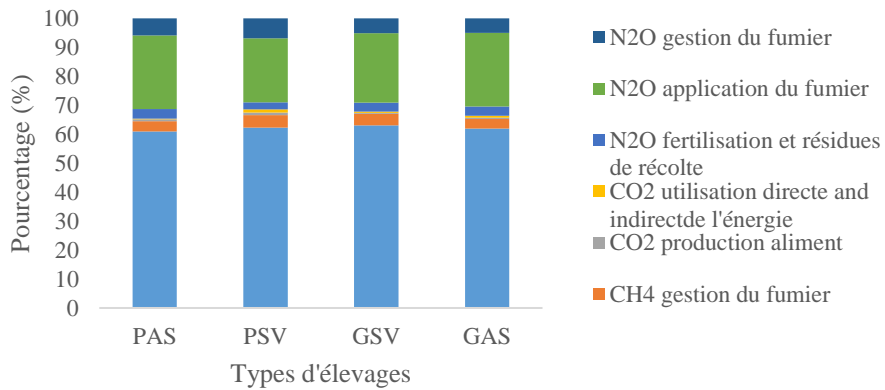


Figure 1. Sources d'émission de GES dans les différents types élevages. *PAS* : petits agrosylvopasteurs ; *PSV* : Petits sylvopasteurs ; *GSV* : grands sylvopasteurs ; *GAS* : grands agrosylvopasteurs

Intensités d'émission de GES

Les intensités des émissions de GES par unité de lait des élevages GAS (60,21 kg de CO₂/kg de protéine) et PAS (61,61 kg de CO₂/kg de protéines) étaient les plus faibles comparées aux élevages PSV et GSV. Cette tendance a été la même en ce qui la production de la viande (Figure 2).

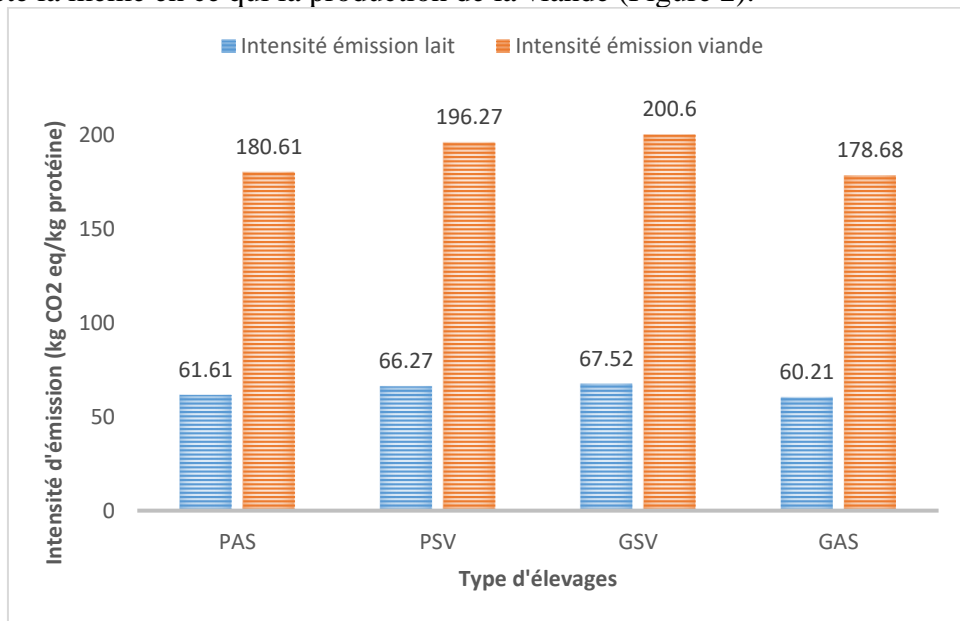


Figure 2. Intensité d'émissions de GES (kg CO₂ eq/kg protéine) par type d'élevage. *PAS* : petits agrosylvopasteurs ; *PSV* : Petits sylvopasteurs ; *GSV* : grands sylvopasteurs ; *GAS* : grands agrosylvopasteurs

Discussion

Les résultats de la présente étude ont révélé que parmi les quatre types d'élevages, les élevages du type GAS émettaient plus de GES suivi des élevages du type GSV. Ce résultat pourrait s'expliquer par la variation des caractéristiques de chaque type d'élevage. Ces caractéristiques sont le nombre de bovins, la race, le niveau de production, l'âge des animaux, le type de ressource alimentaire utilisée, le poids vif des animaux, la quantité d'aliment disponible pour les animaux, la température ambiante, la quantité de fumier produit et le système de gestion du fumier (Berhe et al., 2020). Dans tous les types d'élevage, le CH₄ a été le GES le plus émis suivi du N₂O. Des résultats similaires ont été rapportés par Idrissou et al. (2023). En effet, dans de nombreux systèmes d'élevage étudiés, l'alimentation animale est dominée par des fourrages de mauvaise qualité, nécessitant un temps de rétention plus long dans le rumen, créant ainsi une quantité relativement plus importante de CH₄ entérique (Korir et al., 2022). Une grande quantité de fourrage dans l'alimentation des ruminants est responsable d'une forte émission de CH₄. Ainsi, pour réduire la forte émission de CH₄, le fourrage grossier doit être remplacé par des aliments de meilleure qualité qui améliorent la digestibilité et réduisent le temps de rétention dans le rumen (Opio et al., 2013). L'émission élevée de N₂O dans cette étude pourrait être un indicateur d'une mauvaise gestion du fumier dans les élevages de cette étude. La faible émission de CO₂ dans cette étude est due à la faible utilisation d'intrants externes tels que les combustibles fossiles pour la production et la transformation des aliments pour animaux, l'utilisation de concentrés comme ressources alimentaires, l'utilisation de la fertilisation pour la production d'aliments pour animaux et le transport des intrants. L'émission globale de CO₂ dans cette étude est inférieure à celle rapportée par Berhe et al (2020). La différence entre nos résultats et ceux de ces auteurs pourrait s'expliquer par la différence des intrants tels que les concentrés alimentaires utilisés dans chaque étude.

Les intensités d'émission du lait et de la viande provenant des élevages GAS et PAS sont inférieures aux intensités d'émission de ces produits provenant des élevages PSV et GSV. En effet, l'amélioration des pratiques de gestion telles que l'alimentation (utilisant de plus de résidus de récolte) dans ces types d'élevage bovin a conduit à une amélioration de la productivité et, à son tour, à une réduction des émissions par unité de produit. Cela implique donc que l'amélioration de l'alimentation des élevages PSV et GSV contribuerait à une réduction de l'intensité d'émission de GES. Les intensités des émissions du lait et de la viande de chaque type d'élevage dans cette étude sont supérieures à la valeur rapportée par Gerber et al. (2013) dans les systèmes de production laitière industrialisés. Cela implique donc qu'il existe encore un potentiel de réduction de l'intensité des émissions de GES grâce à l'amélioration de la productivité animale.

La présente étude ayant révélé que les principales sources d'émission de GES ont été l'alimentation (fermentation entérique) et la gestion du fumier, de futures travaux de recherche se consacreront à développer et tester des scénarios sur la base de ces deux éléments (alimentation et gestion du fumier).

Conclusion

Cette étude a révélé que les élevages GAS avaient les émissions de GES les plus élevées, suivis des élevages GSV en raison de l'effet du plus grand nombre de bovins. Cependant, les intensités d'émissions du lait et de la viande étaient les plus faibles dans les élevages GAS et PAS. Ces résultats impliquent qu'il existe un potentiel de réduction des intensités des émissions de GES à travers l'utilisation des résidus de cultures.

Nombreux sont les éleveurs qui tirent déjà profit de l'utilisation des résidus de cultures dans leurs exploitations. C'est donc une voie toute tracée pour les pays d'Afrique de l'Ouest de participer efficacement à la lutte contre le changement climatique tout en maintenant le cap de l'accroissement des productions animales pour satisfaire les besoins de plus en plus croissants de nos populations en produits animaux (lait, viande).

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.

Références:

1. Alkoiret, T. I., Radji, M., & Babatoundé, S. (2011). Typologie des élevages bovins installés dans la commune de Ouaké au nord-ouest du Bénin. *Livestock Research for Rural Development*, 23(3).
2. Assouma, M. H., Serça, D., Guérin, F., Blanfort, V., Lecomte, P., Touré, I., Ickowicz, A., Manlay, R. J., Bernoux, M., & Vayssières, J. (2017). Livestock induces strong spatial heterogeneity of soil CO₂, N₂O and CH₄ emissions within a semi-arid silvo-pastoral landscape in West Africa. *Journal of Arid Land*, 9, 210-221.
3. Berhe, A., Bariagabre, S. A., & Balehegn, M. (2020). Estimation of greenhouse gas emissions from three livestock production systems in Ethiopia. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 12(5), 669-685.
4. FAO. (2013). *FAO Statistical Yearbook 2013: World food and agriculture*, éd. FAO, Rome, 289 p.

5. FAO. (2017). “ *Global livestock environmental assessment model – interactive – a tool for estimating livestock production, greenhouse gas emissions and assessing intervention scenarios* ” , Version 2.0, available at : [Www.fao.org/ fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf). Version.
6. Gerber, P. J., Henderson, B., & Makkar, H. P. (2013). *Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production: A review of technical options for non-CO2 emissions*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
7. Hessa, C.C., Idrissou, Y., Seidou, A.A., Worogo, H.S.S., & Alkoiret, I.T. (2023). Caractérisation des exploitations d'élevage bovin de types sylvopastoral et agrosylvopastoral au Bénin. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaire*, 11 : 113–118.
8. Idrissou, Y. (2021). *Stratégies d'adaptation des éleveurs de bovins des zones tropicales sèche et subhumide du Bénin dans le contexte du changement climatique. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau, Université de Parakou, Bénin. 206 p.*
9. Idrissou, Y., Vall, E., Assouma, M., Lecomte, P., & Alkoiret, I. T. (2023). *Estimation of Greenhouse gas emissions from cattle farming in the dry and sub-humid tropical zones of Benin*. In : Leal Filho, Gustavo J. Nagy and Desalegn Yayeh Ayal (eds) *Handbook of Nature-Based Solutions to Mitigation and Adaptation to Climate Change*. Springer Nature.
10. IPCC. (2015). *Climate change 2014 : Mitigation of climate change* (Vol. 3). Cambridge University Press.
11. Korir, D., Eckard, R., Goopy, J., Arndt, C., Merbold, L., & Marquardt, S. (2022). Effects of replacing Brachiaria hay with either Desmodium intortum or dairy concentrate on animal performance and enteric methane emissions of low-yielding dairy cows. *Frontiers in Animal Science*, 96.
12. Montagnini, F., Ibrahim, M., & Murgueitio, E. (2013). Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois et forêts des tropiques*, 316(2), 3-16.
13. Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B., & Steinfeld, H. (2013). *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains—A global life cycle assessment*. Food and agriculture organization of the United Nations.
14. Steinfeld, H. (2006). *Livestock's long shadow : Environmental issues and options*. Food & Agriculture Org.