

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

*January 2023*

**European Scientific Institute, ESI**

*The content is peer reviewed*

**ESJ Natural/Life/Medical Sciences**

*January 2023 edition vol. 19, No. 3*

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

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

---

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

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

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

---

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

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

*Sincerely,*

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

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

*Editor in Chief*

---

# International Editorial Board

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Anita Lidaka,**  
Liepaja University, Latvia

**Rania Zayed,**  
Cairo University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Adil Jamil,**  
Amman University, Jordan

**Habib Kazzi,**  
Lebanese University, Lebanon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Evelio Velis,**  
Barry University, USA

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Emrah Cengiz,**  
Istanbul University, Turkey

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Marco Mele,**  
Unint University, Italy

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

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

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

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

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

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

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

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

**Vera Komarova,**  
Daugavpils University, Latvia

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

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

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

**Georges Kpazai,**  
Laurentian University, Canada

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

**Natalia Sizochenko,**  
Dartmouth College, USA

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

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

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

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

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

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

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

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

**Aelita Skarbaliene,**  
Klaipeda University, Lithuania

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Fatma Koc,**  
Gazi University, Turkey

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

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

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

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

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

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

**Amarjit Singh,**  
Kurukshetra University, India

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

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

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

**Rokia Sanogo,**  
University USTTB, Mali

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

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

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

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

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

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

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

**Eyal Lewin,**  
Ariel University, Israel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Leyla Yılmaz Findik,**  
Hacettepe University, Turkey

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

**Ilknur Bayram,**  
Ankara University, Turkey

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

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

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

**Camille Habib,**  
Lebanese University, Lebanon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Gamal Elgezeery,**  
Suez University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Toure Krouele,**  
Ecole Normale Superieure 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 Jayewrdenepura, Sri Lanka

**Aderewa Amontcha,**  
Universite d’Abomey-Calavi, Benin

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Nina Stankous,**  
National University, USA

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

**Fekadu Yehualashet Maru,**  
Jigjiga University, Ethiopia

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

**Elena Hunt,**  
Laurentian University, Canada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Satoru Suzuki,**  
Panasonic Corporation, Japan

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

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

**Nasreen Khan,**  
SZABIST, Dubai

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Elham Mohammadi,**  
Curtin University, Australia

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

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

**Yue Cao,**  
Southeast University, China

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Hadi Sutopo,**  
Kalbis Institute, Indonesia

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

**Abu Hamja,**  
Aalborg University, Denmark

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Enriko Ceko,**  
Wisdom University, Albania

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

**Mauro Berumen,**  
Caribbean University, Mexico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Usama Konbr,**  
Tanta University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Salwa Alinat,**  
Open University, Israel

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

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

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

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

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

**Manotar Tampubolon,**  
Universitas Kristen, Indonesia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# Table of Contents:

## **Knowledge, Attitude, and Practice of Academic Students about STIs and HIV/AIDS at the University of Fianarantsoa: A Cross-Sectional Study....1**

*Andriamizaka Johary Andriamamonjisoa*

*Radovololona Rakotomalala*

*Volatiana Andriananja*

*Mihaja Raberahona*

*Faramalala Randriamampionona*

*Radonirina Lazasoa Andrianasolo*

*Mamy Jean de Dieu Randria*

*Rivonirina Andry Rakotoarivelo*

## **Facteurs Associés à l'Inobservance Thérapeutique chez les Patients Admis Pour Acidocétose Diabétique à l'Hôpital National de Niamey.....14**

*Seydou Moussa Youssoufa*

*Daou Maman*

*Moussa Oumarou Abdoul-rahimou*

*Saidou Amadou*

*Hamadou Adamou*

*Massi Abdoul Wahab*

*Eric Adehossi*



**Dynamique de la Macrofaune des Bas-fonds Soudanosahéliens dans un  
Contexte de Changement Climatique: Étude de Cas dans le Sous-bassin  
Versant du Nakanbé-Dem au Centre-nord du Burkina Faso.....29**

*Adama Ilboudo*

*Mamoudou Traore*

*Edmond Hien*

*Zombre Prosper*

**Lutte Biologique Contre le Charançon Noir du Bananier Cosmopolites  
Sordidus (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae): Utilisation de  
Pieges Inocules avec le Champignon Entomopathogene *Metarhizium*  
*Anisopliae*.....52**

*Aby N'Goran*

*Kouadio Demby Laetitia Muriel*

*N'Guetta Adelaïde*

*Koffi Kouamé Cyrille Germain*

*Atsin Olivier*

*Gnonhouri Goly Philippe*

*Traore Siaka*

**Perforations Tympaniques: Aspects Epidemiologiques et Etiologiques en  
Orl au Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio de Lome au  
Togo.....64**

*Foma Winga*

*Amana Essobiziou*

*Reoulembaye Djim Hervey*

*Ananidjin Gérémie*

*Boko Uziel*

*Amana Bathokédéou*

**Qualité Biologique de l'Eau de Consommation et MalAdaptabilités  
Biologiques chez des Enfants de 6 à 59 Mois de Milieux Socio-Sanitaires  
Différents.....74**

*N'guessan Pazé Kouamé*

*Firmin Kouassi Kouakou*

*Julien Coulibaly Kalpy*

*Kouakou Jérôme Kouadio*

*Siméon Kouassi Kouakou*

*Jean-Bertin Beugré*

**Etude Toxicologique et Effet Antianémique d'Un Complément Alimentaire à Base de Feuilles de *Jatropha gossypifolia* chez des Rats Wistar.....90**

*Bleu Gomé Michel*

*Ahui Bitty Marie Louise Berthe*

*Konan Brou André*

*Brou Anthelme Ange Emeline Fleur*

*Obou Constantin Okou*

*Traoré Flavien*

**Evaluation of the Antifungal Activity of Five Medicinal Plants on the In vitro Growth of a Multi-resistant Strain of *Candida albicans*.....110**

*Konan Gbê Kouakou N'dri Ange*

*Ouattara Sitapha*

*Kanga Yao*

*Monney Yapo Urbain*

*Kra Adou Koffi Mathieu*

**Diversité et Caractéristiques des Systèmes de Production Agricole Végétale dans la Commune de Ziguinchor au Sénégal.....120**

*Maurice Dasylla*

*Ngor Ndour*

*Aly Diallo*

**Evaluation de l'Effet des Eaux Usées Industrielles sur la Qualité de l'Eau  
de la Rivière Klou au Centre du Bénin.....148**

*Koudjodé Simon Abahi*

*Hotèkpo Hervé Akodogbo*

*Rafiou Raoul Thierry Gouton*

*Ayodélé Shola David Darius Adje*

*Pierre Midogbo Gnohossou*

*Christophe Piscart*

**Evaluation de l'Attention Selective chez les Alcoolodépendants Admis au  
Centre de la Croix Bleue (Cote d'Ivoire).....163**

*Diboh Emmanuel*

*Ounnebo Gniondjibohoui Marc*

*N'Guia Jean-Claude*

*Kouadio Sébastien*

*Koffi Bienvenu*

*Dje Bi Samedi*

*Gbalou Kakou Luc*

*Irié Bi Antoine*

*Tako Némé Antoine*

**Degree of Physical Activity in University Teachers Before and During the  
COVID-19 Pandemic.....179**

*Silvia Isela Ramírez Enríquez*

*Juan Cristóbal Barrón Luján*

*Leopoldo Refugio López Baca*

*Luis Alberto López Rodríguez*

*Gilberto Santos Sambrano*

*Alicia Rodríguez Gill*

**Prospection, Enquête et Collectes des Accessions de Poivron (*Capsicum  
annuum L.*) Cultivés dans la Région de Diffa, Niger.....189**

*Moussa Diagara Saley*

*Harouna Issa Amadou*

*Kaka Kiari Boukar Kéllou*

*Moussa Mamoudou Boubacar*

*Grema Moustapha*

*Mahamane Ali*



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Knowledge, Attitude, and Practice of Academic Students about STIs and HIV/AIDS at the University of Fianarantsoa: A Cross-Sectional Study**

***Andriamizaka Johary Andriamamonjisoa, MD***

***Radovololona Rakotomalala, MD***

***Volatiana Andriananja, MD***

Joseph Raseta Befelatanana University Hospital Antananarivo,  
Department of Infectious Diseases, Madagascar

***Mihaja Raberahona, MD***

Faculty of Medicine Antananarivo, Joseph Raseta Befelatanana University  
Hospital Antananarivo, Department of Infectious Diseases, Madagascar

***Faramalala Randriamampionona, MD***

Faculty of Medicine Fianarantsoa,  
University Hospital Tambohobe Fianarantsoa, Madagascar

***Radonirina Lazasoa Andrianasolo, PhD***

Faculty of Medicine Antananarivo, Joseph Raseta Befelatanana University  
Hospital Antananarivo, Department of endocrinology, Madagascar

***Mamy Jean de Dieu Randria, PhD***

Faculty of Medicine Antananarivo, Joseph Raseta Befelatanana University  
Hospital Antananarivo, Department of Infectious Diseases, Madagascar

***Rivonirina Andry Rakotoarivelo, PhD***

Faculty of Medicine Fianarantsoa, University Hospital Tambohobe  
Fianarantsoa, Department of Infectious Diseases, Madagascar

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p1](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p1)

Submitted: 22 July 2022

Accepted: 18 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Andriamamonjisoa A.J., Rakotomalala R., Andriananja V., Raberahona M.,  
Randriamampionona F., Andrianasolo R.L., Dieu Randria M.J. & Rakotoarivelo R.A. (2023).  
*Knowledge, Attitude, and Practice of Academic Students about STIs and HIV/AIDS at the  
University of Fianarantsoa: A Cross-Sectional Study*. European Scientific Journal, ESJ, 19  
(3), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p1>

### **Abstract**

Introduction: Sexually transmitted infections (STIs) facilitate and increase the risk of HIV transmission. This paper focuses on evaluating the

knowledge, attitude, and practice of academic students about sexually transmitted infections and HIV at the university of Fianarantsoa. Materials: An analytical cross-sectional study was conducted among the students at the Andrainjato University. Knowledge was assessed using a score of one point for each correct answer. Results: 1035 students were included and 67.7% (n=701) had good knowledge about STIs and HIV/AIDS. The sexual transmission (83.9%; n=868) was the most commonly known. On multivariate analysis, being a student at the faculty of medicine ( $p < 0.001$ , aOR 137.3 [19.1-988]), faculty of Letters ( $p < 0.001$ , aOR 4.5 [2.8-7.2]), or the Normal Graduate School (NGS) ( $p < 0.001$ , aOR 6.7 [3.3-13.7]), being tested for HIV before ( $p = 0.002$ , aOR 1.6 [1.2-2.2]), constituted the major factor of good knowledge about sexual infections. Majority (71.8%, n=743) have had sexual intercourse before, and the median age of their first sexual activities was 18 years (17-20). The use of Condom (44.4%, n=460) was the most practiced STIs prevention method. This is followed by fidelity (19.8%; n=205) and abstinence (11.4%, n=118). Among the students, 29.3% (302) had high-risk sexual behavior during the last three months. Conclusion: The proportion of academic students with good knowledge of STIs and HIV was not satisfying. There was also discordance between the knowledge of STIs prevention and the daily university practice of the students.

---

**Keywords:** Attitude, Knowledge, Sexually Transmitted Infections, HIV, Academic Students

## Introduction

Sexual transmitted infections (STIs) facilitate and increase the risk of HIV transmission. Appropriately managing STIs can significantly reduce new HIV infections (Over & Piot, 1991; Plummer et al., 1991) as more than one million people in the world contract STI every day (*Sexually Transmitted Infections (STIs)*, s. d.). STIs constitute a major public health problem especially among young people (Anwar et al., 2010). Young academic students constitute a sexual active population and therefore are at risk of contracting sexually transmitted infections (Anwar et al., 2010; *Sexually Transmitted Infections (STIs)*, s. d.). In addition, young people are considered to have a higher risk of contracting STIs than older people. In Madagascar, the prevalence of these diseases among this population group is very high (Harms et al., 1994; Leutscher et al., 2005). This group of the population are more likely inclined to engage in unprotected sex with multiple sexual partners. They represent a key population and priority health actions should be initiated and targeted to their daily activities. A lack of knowledge about STIs prevention would be a gap in the fight against these diseases (DiClemente et al., 2009). Thus, knowledge is an essential precursor in reducing STIs. This

implies that adequate knowledge of STIs/HIV in this age group is a significant help in preventing the transmission of these diseases (Anwar et al., 2010). This study aimed to evaluate the knowledge, attitude, and practice of students about STIs and HIV at the university of Fianarantsoa and to determine the factors associated with good knowledge and practice.

## **Methods**

### ***Population and Sampling***

The study was carried out in Madagascar at the region of Fianarantsoa, Andrainjato University. The study population involved students in 2nd and 3rd year at the faculty of the University in order to have a fair level of knowledge. Four thousand one hundred and forty-eight young people were registered at the faculty, while Three thousand six hundred and fifty-one students were enrolled in the faculties. An estimated 70% of students had good knowledge and practice about STI and HIV prevention, with a sample size of 296 students.

### ***Inclusion and Exclusion Criteria***

This study involved academic students belonging to one of the faculties and schools of the University of Andrainjato Fianarantsoa, such as Faculty of Medicine, Faculty of Law, Economics, Management and Social Sciences (FLEMSD), Faculty of Letters, Faculty of Sciences, Normal Graduate School (NGS), National School of Informatics (NSCS), and Management and Technological Innovation School (SMTI), who enrolled in the 2nd or 3rd year. They agreed to participate voluntarily by giving their consent or obtaining parental consent for those aged within 15 to 18 years. Students who were missing during the days of the survey were excluded.

### ***Questionnaire***

Based on current knowledge, no standard questionnaire concerning knowledge and practice regarding STIs and HIV has been implemented or published so far. The questionnaire was based on a literature review and on questions that had been formulated. Thereafter, the latter was tested on 30 students.

### ***Knowledge of STIs and HIV***

There was no international consensus for the definition of level of knowledge about STIs and HIV. One point was awarded for each correct answer. Knowledge was defined as good if a student's total score was above the lower quartile of the median (between 8 and 18), and it was considered poor knowledge if it was below 0 to 7.



### ***Statistical Analysis***

Proportions represent the qualitative variables and the quantitative variables are represented by median. The comparison of qualitative variables was done by the Chi<sup>2</sup> test or the Fischer exact test. The quantitative variables were compared by the Mann-Whitney-Wilcoxon test. A multivariate analysis using a logistic regression model was performed to determine factors associated with good knowledge as well as STIs practice. Factors identified with a  $p < 0.1$  in univariate analysis were included in a logistic regression model. A  $p$ -value  $< 0.05$  was considered statistically significant. Statistical analysis was performed with Epi info 7.2.2 software.

### ***Ethical Consideration***

This study was conducted in accordance with the ethical Declaration of Helsinki on June 1964 as amended in October 2013 and relevant research ethics guidelines enforced in the country. It has been submitted to an authorization procedure and has gotten the approval of the Biomedical Research Ethics Committee of the Ministry of Public Health Madagascar (N°141-MSANP/CERBM). All students recruited were informed about the nature and objectives of the study. They participated voluntarily in this study, gave written informed consent in malagasy or french, and were guaranteed confidentiality of the data collected and the results. The data collected were anonymized. Only the investigators and the scientific officer had access to the study data.

## **Results**

### ***Characteristics of the Students***

There were 1035 students included from seven faculties. Students from the faculty of FLEMSD 232 (22.4%) and SMTI 203 (19.6%) were predominant in the study population. This was followed by NSCS 156 (15.1%), Faculty of Letters 154 (14.9%), Faculty of Medicine 153 (14.8%), NGS 82 (7.9%), and Faculty of Sciences 55 (5.3%). The median age was 21 years (20-23), with extreme of 15 years and 42 years. The sex ratio was 1. Sexual orientation was predominantly heterosexual ( $n= 886$ ; 85.6%) since homosexual and bisexual students have a proportion of 12.6% ( $n=130$ ) and 1.3% ( $n=13$ ), respectively.

### ***Knowledge Score and Factors Related to Good Knowledge***

The median score for STIs and HIV knowledge was 9 (7-12) and the maximum score was 18 of 18. More than half of the students ( $n= 701$ ; 67.7%) had good knowledge about STIs with a score above seven. On multivariate analysis, factors related to good knowledge include students at the faculty of medicine ( $p < 0.001$ , aOR 137.3 [19.1-988]), faculty of Letters ( $p < 0.001$ , aOR

4.5 [2.8-7.2]), the Normal Graduate School (NGS) ( $p < 0.001$ , aOR 6.7 [3.3-13.7]), and being tested for HIV before ( $p = 0.002$ , aOR 1.6 [1.2-2.2]). The main sources of knowledge include the following: courses at the faculty ( $n=625$ ; 60.4%), consulting health care workers ( $n=612$  ; 59.1%), television ( $n=524$  ; 50.6%), and internet 403 (38.9). Table 1 shows the factors associated with good knowledge on univariate and multivariate analysis.

**Table 1.** Factors Associated with Students' Knowledge

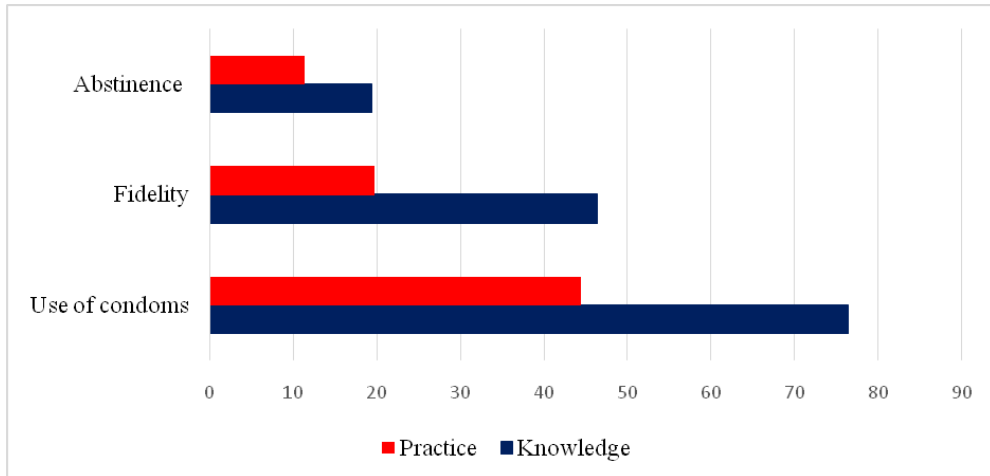
| Variables                              | Knowledge             |                         | Univariate analysis  |                   | Multivariate analysis   |                   |
|--|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|  | Bad<br>0 - 7<br>n (%) | Good<br>8 - 18<br>n (%) | OR (IC 95%)          | p-value           | aOR (CI 95%)            | p-value           |
| Faculty of FLEMSD                      | 106 (32.8)            | 126 (19.1)              | 0.5 (0.3-0.6)        | < 0.001           |                         |                   |
| <b>Faculty of Medicine</b>             | <b>1 (0.3)</b>        | <b>152 (23.4)</b>       | <b>96 (19-1955)</b>  | <b>&lt; 0.001</b> | <b>137.3 (19.1-988)</b> | <b>&lt; 0.001</b> |
| <b>Faculty of Letters</b>              | <b>24 (7.4)</b>       | <b>130 (19.8)</b>       | <b>3 (1.9-4.9)</b>   | <b>&lt; 0.001</b> | <b>4.5 (2.8-7.2)</b>    | <b>&lt; 0.001</b> |
| SMTI                                   | 124 (38.4)            | 79 (12)                 | 0.2 (0.1-0.3)        | < 0.001           |                         |                   |
| NSCS                                   | 59 (18.3)             | 97 (14.7)               | 0.7 (0.5-1.1)        | 0.081             |                         |                   |
| Faculty of Science                     | 11 (3.3)              | 44 (6.3)                | 0.5 (0.2-0.9)        | 0.02              |                         |                   |
| <b>NGS</b>                             | <b>9 (2.8)</b>        | <b>73 (11.1)</b>        | <b>4.3 (2.2-9.3)</b> | <b>&lt; 0.001</b> | <b>6.7 (3.3-13.7)</b>   | <b>&lt; 0.001</b> |
| Having sexual contact before           | 237 (71)              | 506 (68.1)              | 0.9 (0.7-1.2)        | 0.112             |                         |                   |
| Age of first sexual contact ≥ 17 years | <b>188 (79.3)</b>     | <b>436 (86.2)</b>       | <b>0.6 (0.4-0.9)</b> | <b>0.01</b>       |                         |                   |
| Unprotected sex in the last 3 months   | 115 (34.4)            | 238 (34)                | 1 (0.7-1.3)          | 0.438             |                         |                   |
| <b>Being tested for HIV before</b>     | <b>127 (38)</b>       | <b>357 (50.9)</b>       | <b>0.6 (0.5-0.7)</b> | <b>&lt; 0.001</b> | <b>1.6 (1.2-2.2)</b>    | <b>0.002</b>      |
| Desire to be tested for HIV            | <b>186 (55.9)</b>     | <b>459 (65.5)</b>       | <b>0.6 (0.5-0.8)</b> | <b>0.001</b>      |                         |                   |
| HBV vaccination                        | 91 (27.2)             | 211 (30.1)              | 0.8 (0.6-1.1)        | 0.173             |                         |                   |

### ***Academic Students' Knowledge of STIs and HIV***

Majority, 997 (94.4%), of the students have already heard of STIs. In order of frequency, the sexually transmitted diseases cited by the academics include HIV infection (n=944; 91.2%), syphilis (n=846; 81.7%), gonorrhea (n=461 ; 44.5%), HBV (n=157 ; 15.2), herpes (n=29 ; 2.8%), Trichomoniasis (n=20 ; 1.9%), Chlamydia (n=17 ; 1.6%), HCV (n=14 ; 1.4%), and chancroid (n=9 ; 0.9%). Seven hundred and ninety-five (77%) knew that multi-partnership increases the risk of contracting STIs. However, sexual transmission (oro-genital, anal) was the most known transmissions mode of HIV (n=868 ;83.9%) and vertical transmission was least (n=161 ; 15.6%). In order of frequency, STIs prevention methods mentioned by students include condom use (n=792 ; 76.5%), fidelity (n=480 ;46.4%), and abstinence (n=201 ; 19.4%). According to the gender, prevention by condom use was 401 (50.6) for men versus 391 (49.3) for women, 228 (47.5) versus 252 (52.5) for fidelity, and 88 (43.8) versus 113 (56.2) for abstinence.

### ***Practice of the Students***

About 743 (71.8%) students claimed to have already had sexual contact and the median age of first sexual contact was 18 years (17-20), with extremes of 10 years and 28 years. One-third of the students (n=353; 34.1%) had at least one unprotected sexual contact during the past 3 months. The academics students who had ever been tested for HIV numbered 485 (46.8%) and only 323 (31.2%) were aware of their partner's HIV status. Thus, having previous sexual contact increased the initiative to getting tested for HIV (81% versus 63.7%;  $p < 0.001$ ; OR (IC95): 2.4 [1.8-3.2]). Among the academic students, 124 or 12% had at least two partners. Condom use (n=467; 45.1%) and fidelity (n=205; 19.8%) were the most commonly practiced STIs prevention methods. According to a gender breakdown, fidelity was 95 (53.7) for men and 82 (46.3) for women. In addition, there was a correlation between female and abstinence practice (60.5% versus 39.5%;  $p = 0.007$ ; 1.6 [1.1-2.4]). Figure 1 summarizes the STIs prevention methods practiced by students. Amongst these students, 302 or 29.2% were vaccinated against viral hepatitis B.



**Figure 1.** Knowledge, Practice of STIs, and HIV Transmission Prevention

## Discussion

The findings show that majority of students (67.7%) had a good understanding of STIs and HIV infection, with 94.4% been aware of STIs. HIV infection (91.2%) was the most known sexually transmitted disease (STD). This could be explained by the fact that HIV infection is the most publicized in health facilities compared to other STIs (Agegnehu & Tesema, 2020; *Effectiveness of Mass Media Interventions for HIV Prevention... : JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, s. d.; Romer et al., 2009; Samkange-Zeeb et al., 2011). However, the latter promotes and increases the risk of contracting HIV infection and acts as its cofactors (Over & Piot, 1991; Plummer et al., 1991). Delivering more information on other STIs rather than focusing on HIV only should strengthen the existing sexual education programs. The knowledge of STIs prevention methods was from 19.4% to 76.5% depending on the type of method. This knowledge, including prevention methods, among academic students in Fianarantsoa was therefore not satisfying. In this study, being a medical student was the main factor associated with good knowledge, which could be explained by the fact that these students received courses about STIs. Therefore, there is need to increase awareness among students in the faculty of FLEMSD, NSCS, and SMTI. However, knowledge about STIs should not depend on the study field. This implies that everyone should be informed about STIs because those diseases do not make difference between people as anyone could contract them. Some students had at risk sexual behavior because a third of them (34.1%) reported to have had at least one risk sexual contact in the last 3 months. The result confirms and supports the fact that youth are much more exposed to STIs and HIV through their sexual behaviors (Kassie et al., 2019; Sobze et al., 2017; Zizza et al., 2021). The knowledge of STIs has been shown to be a predictor

of the use of condom among academic students (Agegnehu & Tesema, 2020; DiClemente et al., 2009). However, there was a large gap between their knowledge and their practice about prevention of STIs. Nevertheless, 76.5% of the students knew that the use of condom was one of the method to prevent sexual transmission of STIs and HIV, but only less than a half (45.1%) used it during a sexual contact with an unknown status sexual partner. This reluctance to use condoms could be explained by the fact that people consider that sexual contact without condom was better. This has resulted to discordance between knowledge and attitude as the people prioritize pleasure over safety. Only 46.8% of the population had ever tested for HIV. It was found that having sexual contact before significantly increases the likelihood of getting tested for HIV. This results shows that students have become aware of their risk-taking and the need for HIV testing after an at risk sexual contact. In reality, 34.1% of these young people had at least one unprotected at risk sexual contact during the last 3 months and only 31.2% were aware of the HIV status of their partner. Also, 12% had at least two sexual partners. This shows that academic students in Fianarantsoa were at risk of STIs and the knowledge of their risk-taking has motivated them to getting tested for HIV. Therefore, the importance of raising awareness about the modes of transmission and prevention of STIs is needed. Consequently, early screening and detection will lead to an early discovery of the disease and an early start of treatment. Early detection of HIV and STIs was an essential public health strategy in poor countries like Madagascar. It has been demonstrated that early treatment of STIs such as HIV/AIDS improves the prognosis of the disease and reduces the risk of transmission (Cohen et al., 2011; Eaton et al., 2014; Severe et al., 2010). Thus, academic students were the targeted population group in the fight against STIs transmission. Outreach programs containing key messages about STIs and HIV should also be developed at academic institutions to improve student practice especially on the prevention of STI transmission.

In Malaysia, a cross-sectional study of 600 students in higher education institutions aged 18 to 30 years reported a proportion of students with good knowledge of 78% (« Determinants of Knowledge on Sexually Transmitted Infections among Students in Public Higher Education Institutions in Melaka State, Malaysia », 2020). In Sicily, the factors associated with good knowledge regarding STIs were age and sexual orientation, which is based on 1588 humanistic and technical students studies (Visalli et al., 2019). Interestingly, other authors have found similar results to this study. In Brazil, Caetano et al. found that many academic students (80.4% and 74.8% of men and women respectively) had engaged in high-risk sexual behaviors to contract STIs (Caetano et al., 2010). In Nigeria, 48% of students reported having multiple sexual partners five years prior to the survey (Oladebo & Brieger, 1994). Thus, awareness should be raised among these

young academic students to screen for and prevent STIs. Another possible bias that could have occurred in this study is information bias. Some respondents may be reluctant to answer questions truthfully due to the sensitive and personal nature of the topic at hand. However, the researcher attempted to reduce this bias by ensuring the reliability of the questionnaires. The main strength of this study revealed that the sample size had greatly exceeded. On the other hand, its monocentric nature is the main limitation. The results of this study, however, does not represent students from all higher education institutions in Madagascar since the study populations were limited to the University of Fianarantsoa.

An attempt was made to determine the level of knowledge of academic students about STIs and HIV. A high knowledge by students of this infectious communicable diseases may in turn influence their attitude towards these diseases. However, awareness should be increased among young people because knowledge does not always mean practice as shown by the results. Thus, the practice of knowledge received with a change of behavior will subsequently help in the fight against the transmission of these STDs. In this study, objectives were outlined to evaluate the knowledge and attitude of academic students in Fianarantsoa concerning STIs and HIV. Academic students were one of the key targets in the fight against STIs and HIV. Knowledge was not satisfying (median score of 9/18) and a significant proportion of the study population had at risk of sexual behavior. On this note, it is opined that another study should be conducted in order to determine the prevalence of HIV infection among University students.

## **Conclusion**

The proportion of academics with good knowledge of STIs and HIV is not satisfying. The best knowledge about STIs was HIV infection and sexual transmission. There was a significant difference in the level of knowledge between students depending on the faculty where they studied. In addition, there was discordance between the knowledge of STIs prevention and the real life practice of the students. Many knew about prevention methods but did not practice them in their daily lives as most of them engaged in STIs risk behaviors. Therefore, awareness among young academic students should be encouraged and strengthened and sex education programs should be strengthened and promoted.

**Acknowledgments:** We sincerely thank the University of Fianarantsoa and the students for accepting to participate in this study.

**Ethical Consideration:** This study has been submitted to an authorization procedure and has gotten the approval of the Biomedical Research Ethics

Committee of the Ministry of Public Health Madagascar (N°141-MSANP/CERBM).

**Conflicts of Interests:** The authors declare no conflict of interest.

### References:

1. Agegnehu, C. D. & Tesema, G. A. (2020). Effect of mass media on comprehensive knowledge of HIV/AIDS and its spatial distribution among reproductive-age women in Ethiopia : A spatial and multilevel analysis. *BMC Public Health*, 20(1), 1420. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09536-1>
2. Anwar, M. et al. (2010). Awareness of school students on sexually transmitted infections (STIs) and their sexual behavior: A cross-sectional study conducted in Pulau Pinang, Malaysia. *BMC Public Health*, 10(1), 47. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-47>
3. Caetano, M. E. et al. (2010). Sexual behavior and knowledge of sexually transmitted infections among university students in Sao Paulo, Brazil. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 110(1), 43-46. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2010.02.012>
4. Cohen, M. S. et al. (2011). Prevention of HIV-1 Infection with Early Antiretroviral Therapy. *New England Journal of Medicine*, 365(6), 493-505. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1105243>
5. Determinants of knowledge on sexually transmitted infections among students in public higher education institutions in Melaka state, Malaysia. (2020). *PLOS ONE*, 15(10), e0240842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240842>
6. DiClemente, R. J. et al. (2009). Efficacy of Sexually Transmitted Disease/Human Immunodeficiency Virus Sexual Risk–Reduction Intervention for African American Adolescent Females Seeking Sexual Health Services : A Randomized Controlled Trial. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 163(12), 1112-1121. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.205>
7. Eaton, J. W. et al. (2014). Health benefits, costs, and cost-effectiveness of earlier eligibility for adult antiretroviral therapy and expanded treatment coverage : A combined analysis of 12 mathematical models. *The Lancet. Global Health*, 2(1), e23-34. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70172-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70172-4)
8. *Effectiveness of Mass Media Interventions for HIV Prevention... : JAIDS Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes.* (s. d.). Consulté 12 janvier 2022, à l'adresse [https://journals.lww.com/jaids/fulltext/2014/08151/effectiveness\\_of\\_mass\\_media\\_interventions\\_for\\_hiv.13.aspx](https://journals.lww.com/jaids/fulltext/2014/08151/effectiveness_of_mass_media_interventions_for_hiv.13.aspx)



9. Harms, G. et al. (1994). Pattern of sexually transmitted diseases in a Malagasy population. *Sexually Transmitted Diseases*, 21(6), 315-320. <https://doi.org/10.1097/00007435-199411000-00004>
10. Kassie, B. A. et al. (2019). Prevalence of sexually transmitted infections and associated factors among the University of Gondar students, Northwest Ethiopia : A cross-sectional study. *Reproductive Health*, 16(1), 163. <https://doi.org/10.1186/s12978-019-0815-5>
11. Leutscher, P. et al. (2005). Sexually Transmitted Infections in Rural Madagascar at an Early Stage of the HIV Epidemic : A 6-Month Community-Based Follow-Up Study. *Sexually Transmitted Diseases*, 32(3), 150-155.
12. Oladepo, O. & Brieger, W. R. (1994). AIDS knowledge, attitude and behaviour patterns among university students in Ibadan, Nigeria. *African Journal of Medicine and Medical Sciences*, 23(2), 119-125.
13. Over, M. & Piot, P. (1991). *HIV infection and sexually transmitted diseases*. Population, Health and Nutrition Division, Population and Human Resources ....
14. Plummer, F. A. et al. (1991). Cofactors in Male-Female Sexual Transmission of Human Immunodeficiency Virus Type 1. *The Journal of Infectious Diseases*, 163(2), 233-239. <https://doi.org/10.1093/infdis/163.2.233>
15. Romer, D. et al. (2009). Mass Media as an HIV-Prevention Strategy : Using Culturally Sensitive Messages to Reduce HIV-Associated Sexual Behavior of At-Risk African American Youth. *American Journal of Public Health*, 99(12), 2150-2159. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2008.155036>
16. Samkange-Zeeb, F. N., Spallek, L., & Zeeb, H. (2011). Awareness and knowledge of sexually transmitted diseases (STDs) among school-going adolescents in Europe: A systematic review of published literature. *BMC Public Health*, 11(1), 727. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-727>
17. Severe, P. et al. (2010). Early versus Standard Antiretroviral Therapy for HIV-Infected Adults in Haiti. *New England Journal of Medicine*, 363(3), 257-265. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0910370>
18. *Sexually transmitted infections (STIs)*. (s. d.). Consulté 3 avril 2022, à l'adresse [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-\(stis\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sexually-transmitted-infections-(stis))
19. Sobze, M. S. et al. (2017). Youth Awareness on Sexually Transmitted Infections, HIV and AIDS in Secondary Schools in the Dschang Municipality (Cameroon) : The Mobile Caravan Project. *Journal of Public Health in Africa*, 7(2), 614. <https://doi.org/10.4081/jphia.2016.614>

20. Visalli, G. et al. (2019). Knowledge of sexually transmitted infections and risky behaviours : A survey among high school and university students. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 60(2), E84-E92. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2019.60.2.1079>
21. Zizza, A. et al. (2021). Knowledge, Information Needs and Risk Perception about HIV and Sexually Transmitted Diseases after an Education Intervention on Italian High School and University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 2069. <https://doi.org/10.3390/ijerph18042069>



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Facteurs Associés à l'Inobservance Thérapeutique chez les Patients Admis Pour Acidocétose Diabétique à l'Hôpital National de Niamey**

*Seydou Moussa Youssoufa*

*Daou Maman*

*Moussa Oumarou Abdoul-rahimou*

Service de médecine interne, Hôpital National de Niamey, Niger

*Saidou Amadou*

Service de pédiatrie, Centre de Santé de la Mère et l'Enfant de Diffa, Niger

*Hamadou Adamou*

Service de médecine interne Hôpital National de Niamey, Niger

*Massi Abdoul Wahab*

Service d'endocrinologie de l'Hôpital Amirou Boubacar Diallo, Niger

*Eric Adehossi*

Service de médecine interne de  
l'Hôpital Général de Référence de Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p14](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p14)

Submitted: 16 September 2022

Accepted: 10 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Seydou Moussa Y., Ddao M., Moussa Oumarou A., Saidou A., Hamadou A., Massi A.W. & Eric A. (2023). *Facteurs Associés à l'Inobservance Thérapeutique chez les Patients Admis Pour Acidocétose Diabétique à l'Hôpital National de Niamey*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 14. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p14>

### **Résumé**

Introduction: L'acidocétose diabétique est une complication aigue métabolique fréquente du diabète. L'inobservance thérapeutique, un des facteurs décompensant du diabète, peut être associé à plusieurs facteurs. Cette étude vise à identifier les facteurs associés à l'inobservance thérapeutique Patients et méthode : il s'agit d'une étude rétrospective réalisée dans le service de médecine interne de l'hôpital national de Niamey ayant inclus tous les diabétiques (type 1 et type 2) hospitalisés dans le service pour prise en charge d'une acidocétose. La liaison entre les variables qualitatives a été estimée à l'aide du test de Chi<sup>2</sup> de Pearson et le test exact de Fisher. Le test est

significative si  $P < 0,05$ . La quantification du risque a été calculée par l'estimation de l'Odds Ratio et de l'intervalle de confiance à 95%. Résultats : Au total 197 dossiers ont été retenus dont 58,89% de sexe féminin contre 41,11% de sexe masculin. L'âge moyen de nos patients était de 46,80 +/- 14,31 ans avec des extrêmes de 15ans et de 80 ans. Le diabète de type 2 était le plus représenté avec 80,71%. La majorité des patients (63,45%) avaient une durée d'évolution du diabète de cinq ans au plus. Les facteurs associés à l'inobservance thérapeutique sont : le genre, la durée d'évolution du diabète et la régularité ou non dans le suivi. Conclusion : Cette étude fait un premier état des lieux sur les facteurs associés à l'inobservance thérapeutique des diabétiques admis pour acidocétose à Niamey. Une étude prospective à plus grande échelle est nécessaire pour une meilleure maîtrise de la question afin de mieux prévenir cette inobservance.

---

**Mots-clés:** Diabète, acidocétose, inobservance, Niger

---

## **Factors Associated with Therapeutic Non-compliance in Patients Admitted for Diabetic Ketoacidosis at Niamey National Hospital**

*Seydou Moussa Youssoufa*

*Daou Maman*

*Moussa Oumarou Abdoul-rahimou*

Service de médecine interne, Hôpital National de Niamey, Niger

*Saidou Amadou*

Service de pédiatrie, Centre de Santé de la Mère et l'Enfant de Diffa, Niger

*Hamadou Adamou*

Service de médecine interne Hôpital National de Niamey, Niger

*Massi Abdoul Wahab*

Service d'endocrinologie de l'Hôpital Amirou Boubacar Diallo, Niger

*Eric Adehossi*

Service de médecine interne de  
l'Hôpital Général de Référence de Niamey, Niger

---

### **Abstract**

Introduction: Diabetic ketoacidosis is a common acute metabolic complication of diabetes. Therapeutic non-compliance, one of the decompensating factors for diabetes, can be associated with several factors. This study aims to identify factors associated with therapeutic non-compliance. Patients and method: this is a retrospective study carried out in

the internal medicine department of the National Hospital of Niamey that included all diabetics of one or more, hospitalized in the department for the management of ketoacidosis. The association between qualitative variables was estimated using Pearson's Chi<sup>2</sup> test and the exact file test. The test is significant if  $P < 0.05$ . The quantification of the risk was calculated by estimating the odds ratio and the 95% confidence interval. Results: A total of 197 applications were retained, of which 58.89% were female and 41.11% were male. The average age of our patients was 46.80 +/- 14.31 years with extremes of 15 years and 80 years. Type 2 diabetes was the most represented with 80.71%. The majority of our patients (63.45%) had a duration of evolution of up to 5 years. The factors associated with non-compliance with treatment are: gender, duration of development of diabetes and regularity or not in follow-up. Conclusion : This study makes a first inventory of the factors associated with the therapeutic non-compliance of diabetics admitted for ketoacidosis. A prospective study on a larger scale is necessary for a better control of the issue in order to better prevent this non-compliance.

---

**Keywords:** Diabetes, ketoacidosis, non-compliance, Niger

**Introduction:** l'acidocétose diabétique est une complication aiguë métabolique fréquente du diabète. Si elle peut être souvent un mode de révélation du diabète surtout du type 1, elle peut également survenir chez les patients diabétiques connus, et dans ce cas il faut chercher les facteurs décompensant. Les principaux facteurs de décompensation décrits sont dominés par les infections, la mauvaise observance thérapeutique, et la méconnaissance de la maladie (Gninkoun et al., 2021).

La mauvaise observance ou l'inobservance est en effet l'un des facteurs importants dans la survenue de l'acidocétose diabétique. Elle est influencée par différents facteurs d'ordre cognitif, comportemental et social (Seydou Moussa et al., 2022). Sa fréquence, comme facteur décompensant du diabète en mode acidocétosique, varie de 16 à 80% selon les études (Belhabib et al., 2018; Gninkoun et al., 2021; Kakoma et al., 2014; Kiran et al., 2022; Oko et al., 2018). Cette disparité dans sa fréquence est sans doute liée à des facteurs individuels mais aussi sociétal variant d'un pays à un autre ou d'une région à une autre. Cette étude vise à évaluer les facteurs associés à l'inobservance thérapeutique dans la survenue de l'acidocétose diabétique dans le contexte nigérien.

## **1. Methodologie**

### **1.1. Cadre d'étude**

Cette étude a été menée dans le service de médecine interne de l'hôpital national de Niamey au Niger. Il s'agit d'un service de médecine polyvalente ?

### **1.2. Type et période d'étude**

Il s'agissait d'une étude rétrospective sur une période de 6ans allant du 1<sup>er</sup> Janvier 2015 au 31 Décembre 2020.

### **1.3. Population d'étude**

Notre population d'étude était constituée de patients hospitalisés entre le 1<sup>er</sup> Janvier 2015 et 31 Décembre 2020 au service de médecine interne de l'hôpital national de Niamey.

### **1.4. Echantillonnage**

Il s'agissait d'un échantillonnage exhaustif de tous les patients diabétiques hospitalisés durant la période d'étude pour acidocétose diabétique.

#### **1.4.1. Critères d'inclusion**

Ont été inclus dans notre étude les patients des deux sexes et de tout âge connus diabétiques depuis un an au moins, admis pour décompensation de leurs diabètes sous mode acidocetotique.

#### **1.4.2. Critères de non inclusion**

Les acidocétoses inaugurales, les diabétiques de moins d'un an d'évolution et les dossiers incomplets.

### **1.5. Collecte des données**

Les données ont été collectées grâce a une fiche d'enquête pré établie, renseignée à partir du registre d'hospitalisation et des dossiers médicaux des patients.

### **1.6. Analyse des données**

Les données ont été saisies et analysées à partir du logiciel Epi-info® dans sa version 7.1.3.3. Les tableaux et figures ont été conçus à travers les tableurs Word® et Excel®

La liaison entre les variables qualitatives a été estimée à l'aide du test de Chi<sup>2</sup> de Pearson et le test exact de Fisher. Le test est significative si  $P < 0,05$ . La quantification du risque a été calculée par l'estimation de l'Odds Ratio et de l'intervalle de confiance à 95%.

### 1.7. Définitions opérationnelles.

Acidocétose : le diagnostic est retenu devant l'association d'au moins un des signes cliniques suivants : vomissements, douleurs abdominales, dyspnée de Küssmaul, et trouble de la conscience aux signes biologiques suivants : glycémie  $\geq 2\text{g/L}$  ( $11\text{mmol/L}$ ), glycosurie (à la bandelette urinaire)  $\geq 2$  croix, cétonurie (à la bandelette urinaire)  $\geq 2$  croix.

Inobservance thérapeutique : L'inobservance thérapeutique est définie à partir d'un score au questionnaire de Girerd supérieur ou égal à 3.

### 1.8. Difficultés rencontrées

Comme toute étude rétrospective, les difficultés majeures rencontrées sont liées à l'exploration des dossiers et aux données manquantes sur certains dossiers

## 2. Résultats

### 2.1. Caractéristiques généraux de l'échantillon

Ont été recensés 1804 cas de diabète sur 8367 patients durant la période d'étude soit une fréquence de 21,56%. Cent quatre-vingt-dix-sept (197) dossiers de patient, soit 10,92% sont retenus. Sur ces 197 dossiers, 116(58,89%) étaient de sexe féminin avec un sex ratio de 0,70. L'âge moyen des patients était de  $46,80 \pm 14,31$  ans avec des extrêmes de 15ans et 80 ans. La tranche d'âge de [46-55 ans] était la plus représentée avec 25,38% suivie de celle de [36-45 ans] avec 24,38%. La majorité des patients (83,25%) vivaient en zone urbaine. Le diabète de type 2 était le plus représenté avec 80,71% (tableau I).

Du point de vue historique du diabète, 63,45% des patients avaient une durée d'évolution de la maladie de 5ans au plus. La durée moyenne d'évolution du diabète était de  $5,86 \pm 5,54$  ans avec des extrêmes d'un à 30 ans. Plus de la moitié (64,47%) des patients étaient sous antidiabétiques oraux (ADO) et seulement 18,78% de l'échantillon étaient régulièrement suivis (tableau I).

**Tableau I.** Caractéristiques généraux de l'échantillon

|               | Nombre | Fréquence |
|---------------|--------|-----------|
| Sexe          |        |           |
| Masculin      | 81     | 41,11%    |
| Féminin       | 116    | 58,89%    |
| Age           |        |           |
| $\leq 18$ ans | 7      | 3,55%     |
| 19-35         | 37     | 18,78%    |
| 36-45         | 48     | 24,37%    |
| 46-55         | 50     | 25,38%    |
| 56-65         | 33     | 16,75%    |
| $>65$         | 22     | 11,17%    |
| PROVENANCE    | 2      |           |

|                      |     |        |
|----------------------|-----|--------|
| Agadez               |     | 1,01%  |
| Dosso                | 9   | 4,57%  |
| Maradi               | 1   | 0,51%  |
| Niamey               | 157 | 79,70% |
| Tahoua               | 4   | 2,03%  |
| Tillabery            | 23  | 11,67% |
| Zinder               | 1   | 0,51%  |
| Résidence            |     |        |
| Rural                | 33  | 16,75% |
| Urbain               | 164 | 83,25% |
| Type de diabète      |     |        |
| Diabète type 1       | 38  | 19,29% |
| Diabète type 2       | 159 | 80,71% |
| Durée du diabète     |     |        |
| <=5ans               | 125 | 63,45% |
| 6-10 ans             | 41  | 20,82% |
| 11-15 ans            | 17  | 8,63%  |
| 16-20ans             | 11  | 5,58%  |
| >20 ans              | 3   | 1,52%  |
| Traitement antérieur |     |        |
| Antidiabétique oral  | 127 | 64,47% |
| Insuline             | 70  | 37,53% |
| SUIVI                |     |        |
| Non                  | 160 | 81,22% |
| Oui                  | 37  | 18,78% |
| Antécédent de HTA    |     |        |
| OUI                  | 37  | 18,78% |
| NON                  | 160 | 81,22% |

\*HTA : Hypertension artérielle

## 2.2. Signes cliniques et paracliniques

Sur le plan symptomatique, les vomissements étaient les plus fréquemment retrouvés dans 41,63% suivis des brûlures mictionnelles dans 20,30% des cas. Les troubles de la conscience et la dyspnée n'étaient retrouvés que dans respectivement 6,09% et 4,06%. La température a été notée sur 138 dossiers et était élevée (supérieur ou égal à 38°C) dans 34,06% avec des extrêmes de 36°C et 39,8°C. La tension artérielle quant à elle, noté sur 144 dossiers, était normale dans 81,25% des cas (tableau II).

Au plan biologique la glycémie était comprise entre 13 et 20 mmol/l dans 46,70% des cas et supérieure à 20 mmol/l dans 53,30% des cas. La moyenne de la glycémie était de 21,70+/- 6,81 mmol/l, avec des extrêmes de 13 et 52 mmol/l.

Du point de vue durée d'hospitalisation, 74,61% des patients avaient séjourné moins de 14 jours dans le service. On note un taux de mortalité de 3,05% (tableau II).



**Tableau II.** Signes clinique et paraclinique à l'admission

|  | NOMBRE | FREQUENCE |
|--|--------|-----------|
| Signes cliniques                               |        |           |
| Troubles de la conscience                      | 12     | 6,09%     |
| Douleur abdominale                             | 11     | 5,58%     |
| Vomissements                                   | 82     | 41,63%    |
| Diarrhées                                      | 28     | 14,21%    |
| Brûlure mictionnelle                           | 40     | 20,30%    |
| Dyspnée  | 8      | 4,06%     |
| Asthénie                                       | 6      | 3,04%     |
| Fièvre (température $\geq 38$ )(n=138)         |        |           |
| NON  | 91     | 65,94%    |
| OUI  | 47     | 34,06%    |
| Tension artérielle (N=144)                     |        |           |
| Hypotension (PAS<90)                           | 5      | 3,47%     |
| Normale (PAS : 90-139 et PAD : 60-89)          | 117    | 81,25%    |
| Stade 1 (PAS : 140-159 et PAD : 90-99)         | 16     | 11,11%    |
| Stade 2 (PAS : 160-179 et PAD : 100-109)       | 4      | 2,78%     |
| Stade 3(PAS : $\geq 180$ et PAD : $\geq 110$ ) | 2      | 1,39%     |
| Glycémie (mmol/l)                              |        |           |
| 13-20  | 92     | 46,70%    |
| >20  | 105    | 53,30%    |
| Durée de séjours                               |        |           |
| $\leq 7$ jours                                 | 66     | 33,50%    |
| 8-14 jours                                     | 81     | 41,11%    |
| 15-21 jours                                    | 28     | 14,21%    |
| 22-28 jours                                    | 15     | 7,62%     |
| >28 jours                                      | 7      | 3,56%     |
| Décès  |        |           |
| OUI  | 6      | 3,05%     |
| NON  | 191    | 96,95%    |

\*PAS : pression artérielle systolique, PAD : pression artérielle diastolique

### 2.3. Facteurs de décompensation du diabète

Deux facteurs de décompensation ont été identifiés dans notre étude, à savoir l'inobservance thérapeutique chez 164 patients soit 83,25% et une infection dans 167 cas soit 84,77%. Ces 2 facteurs ont été retrouvés de manière simultanée chez 134 patients soit 68,02% de l'échantillon totale (tableau III).

**Tableau III.** Facteurs de décompensation

| Infection |     | Inobservance thérapeutique |                       | Total |
|-----------|-----|----------------------------|-----------------------|-------|
|           |     | Oui (gired < 3)            | Non (gired $\geq 3$ ) |       |
|           | Oui | 134(80,24%)                | 33(19,24%)            | 167   |
|           | Non | 30 (100%)                  | 0 (0%)                | 30    |
| Total     |     | 164                        | 33                    | 197   |

L'infection était urinaire dans 34,73% des cas, cutanée dans 19,76% des cas et pulmonaire dans 15,57% des cas. Le paludisme quant à lui, a été observé chez 32,93% des patients.

Quant à l'inobservance thérapeutique, on constate qu'elle est plus fréquente chez l'homme que la femme (90,12% vs 78,45%  $p=0,015$  ; OR : 2,506 ; IC : [1,06-5,88]). Il a également été constaté qu'une durée d'évolution du diabète inférieure ou égale à 5ans expose plus à une inobservance (89,60%) qu'une durée d'évolution supérieure à 5 ans (72,22%) avec une différence statistiquement significative ( $p= 0,001$ , OR : 3,31 ; IC : [1,53-7,17]). Les patients suivis sont plus adhérents au traitement (86,49%) que les patients non suivis (0,63%)  $p=0,0000$  (OR : 1017.6 ; IC : [114,98-9005,57]). Aucun lien n'a été constaté entre l'inobservance et le type de diabète, le type de traitement, la glycémie, l'âge du patient et l'évolution en hospitalisation (tableau IV).

**Tableau IV.** Facteurs associés à l'inobservance thérapeutique

| Facteurs            | INOBSERVANCE |             | P, OR, IC à 95%       |
|---------------------|--------------|-------------|-----------------------|
|                     | OUI          | NON         |                       |
| Genre               |              |             | P=0,0154              |
| Masculin            | 73(90,12%)   | 8(9,88%)    | OR : 2,506            |
| Féminin             | 91(78,45%)   | 25(21,55%)  | IC : [1,06-5,88]      |
| Age                 |              |             | P=0,41                |
| <= 65 ans           | 146 (83,43%) | 29 (16,67%) | OR : 1,12             |
| >65 ans             | 18 (81,82%)  | 4 (18,18%)  | IC : [0,35-3,54]      |
| Milieu de vie       |              |             | P=0,22                |
| Rural               | 29(87,88%)   | 4(12,12%)   | OR : 1,56             |
| Urbain              | 135(82,32%)  | 29(17,88%)  | IC : [0,51-4,77]      |
| Type de diabète     |              |             | P=0,37                |
| Diabète type 1      | 31(81,58%)   | 7(18,42%)   | OR : 0,87             |
| Diabète type 2      | 133(83,65%)  | 26(16,35%)  | IC : [0,34-2,18]      |
| Durée de diabète    |              |             | P=0,001               |
| <=5ans              | 112(89,60%)  | 13(10,40%)  | OR : 3,31             |
| >5ans               | 52(72,22%)   | 20(27,78%)  | IC : [1,53-7,17]      |
| SUIVI               |              |             | P=0,00000             |
| Non                 | 159(99,38%)  | 1(0,63%)    | OR : 1017.6           |
| Oui                 | 5(13,51%)    | 32(86,49%)  | IC : [114,98-9005,57] |
| Type de traitement  |              |             | P=0,18                |
| Antidiabétique oral | 108(85,04%)  | 19(14,96%)  | OR : 1,42             |
| Insuline            | 56(80%)      | 14(20%)     | IC : [0,66-3,04]      |
| Antécédent de HTA   |              |             | P=0,039               |
| OUI                 | 27(72,97%)   | 10(27,3%)   | OR : 0,45             |
| NON                 | 137(85,63%)  | 23(14,38%)  | IC : [0,19-1,06]      |
| Glycémie (mmol/l)   |              |             | P=0,08                |
| >20                 | 91(86,67%)   | 14(13,33%)  | OR : 1,69             |
| 13_20               | 73(79,35%)   | 19(20,65%)  | IC : [0,79-3,60]      |
| Durée de séjour     |              |             | P=0,28                |
| <= 14 jours         | 121 (82,31%) | 26 (17,69%) | OR : 0,75             |
| >14 jours           | 43 (86,00%)  | 7 (14,00%)  | IC : [0,30-1,87]      |

|       |             |            |                  |
|-------|-------------|------------|------------------|
| Décès |             |            | P=0,46           |
| Oui   | 5(83,33%)   | 1(16,67%)  | OR : 1           |
| NON   | 159(83,25%) | 32(16,75%) | IC : [0,11-8,90] |

\*HTA : hypertension artérielle

### 3. Discussion

L'acidocétose diabétique est une complication importante du diabète et l'une des urgences endocriniennes les plus courantes (Alotaibi et al., 2022). Son incidence dans le monde est estimée entre 4,6 et 8 épisodes pour 1000 patients diabétiques et elle représente environ 4 à 9% des causes d'hospitalisation des diabétiques (Kakoma et al., 2014). A Lubumbashi (République Démocratique de Congo), dans un service de médecine interne, sa prévalence intrahospitalière était 5% (Kakoma et al., 2014).

Dans la présente étude l'acidocétose a concerné 10,92% des patients diabétiques et 2,35% de toutes les hospitalisations. Dans le même hôpital, au service des urgences, Mahaman Sani MA et col en 2020 (Mahamane Sani et al., 2020), avaient trouvé une fréquence plus élevée à hauteur de 7,4% des patients hospitalisés aux urgences. Ce faible taux est sans doute lié d'une part au critère de choix de notre étude qui prenait en compte uniquement les patients déjà connus diabétique et d'autre part au caractère du service qui est un service d'hospitalisation ne recevant que certains patients stabilisés aux urgences.

Dans cette série, la tranche d'âge de [46-55] était la plus représentée avec 25,38% suivie de celle de [36-45] ans avec 24,38%. En Arabie saoudite, Alotaibi R et col (Alotaibi et al., 2022) ont retrouvé une prédominance de la tranche d'âge de [21 à 40] ans avec 44,3%. Bedaso A et col (Bedaso et al., 2019) ont également retrouvé une prédominance dans une tranche d'âge plus jeune que la nôtre : 25 à 34 ans.

Une prédominance du diabète de type 2 était retrouvée à hauteur de 80,71%. Comme pour notre étude, Kiran R et col (Kiran et al., 2022) avaient également retrouvé une prédominance du diabète de type 2 à hauteur de 91,53%.

Néanmoins, les résultats de la présente étude sont différents de la littérature où le diabète de type 1 prédomine (Alotaibi et al., 2022; Bedaso et al., 2019; Fayfman et al., 2017; McCoy et al., 2021; Mekonnen et al., 2022). Globalement l'acidocétose est plus fréquente chez les jeunes atteints de diabète de type 1 et l'hyperglycémie hyperosmolaire est plus fréquemment rapportée chez les patients adultes et âgés atteints de diabète de type 2 (Fayfman et al., 2017).

Cette prédominance du diabète de type 2, dans ce contexte, s'explique par le fait qu'il s'agit d'un service de médecine interne qui accueille uniquement les patients âgés de plus de 15 ans.

L'acidocétose peut survenir de manière inaugurale ou en cas de décompensation hyper glycémique constituant ainsi avec l'hyperglycémie hyperosmolaire les deux crises hyper glycémiqes.

S'agissant de la décompensation en mode cétonique d'un patient déjà connu diabétique, plusieurs facteurs pouvant favoriser sa survenue sont décrits dans la littérature tels que l'inobservance thérapeutique, une infection, un accident vasculaire cérébral, une pancréatite, une chirurgie, une insuffisance rénale ou une prise d'alcool (Demir et al., 2015; Fayfman et al., 2017; Iddi et al., 2017; Mekonnen et al., 2022; Nazneen et al., 2017; Usher-Smith et al., 2011).

Seuls les deux facteurs principaux de décompensation ont été identifiés dans notre étude à savoir l'inobservance thérapeutique et la survenue d'une infection

L'inobservance thérapeutique est retrouvée chez 83,25% de nos patients. Ce taux est similaire à celui de Kiran R et col (Kiran et al., 2022) qui avaient trouvé l'inobservance thérapeutique dans 77,5% des cas. En Inde, Kakoma PK et col (Kakoma et al., 2014) ont trouvé l'inobservance thérapeutique à hauteur de 29,4%. Cette disparité dans la survenue de l'inobservance s'explique par les caractères différents des populations concernées. En effet, l'Afrique est caractérisée par un manque de couverture sociale efficace pour la prise en charge des maladies chroniques d'une part et d'autre part une croyance beaucoup plus importante de la médecine traditionnelle africaine au détriment d'une médecine moderne plus coûteuse. Ainsi Mahamane Sani MA et col (Mahamane Sani et al., 2020) ont mis en évidence la prise de décoction (un traitement traditionnel) de l'ordre de 27,20%.

Une infection a été retrouvée chez 84,77% des patients. Xiaoyan Wu et col (Wu et al., 2020) ont trouvé la survenue d'infection dans 70,3% des cas, Getie A et col (Getie et al., 2021) ont noté l'infection à hauteur de 72,5% des cas. Mahamane Sani MA et col, ont trouvé que l'infection prédominait à 88% (Mahamane Sani et al., 2020). Gninkoun CJ et col (Gninkoun et al., 2021) au Bénin ont également trouvé l'infection comme premier facteur décompensant à hauteur de 67,86%. Ceci démontre l'importance de l'infection comme facteur décompensant dans la survenue de l'acidocétose diabétique

Dans le contexte nigérien, l'inobservance thérapeutique est souvent le premier facteur sur lequel s'ajoute une infection précipitant ainsi la survenue d'une acidocétose.

L'observance thérapeutique est le respect scrupuleux par un patient des prescriptions concernant un régime et ou un traitement (Seydou Moussa et al., 2022). Comme toute pathologie chronique, le diabète n'est pas épargné par le problème lié à la mauvaise observance thérapeutique.

Cette inobservance est influencée par différents facteurs d'ordre cognitif, comportemental et social (Seydou Moussa et al., 2022). Dans notre contexte l'inobservance est favorisée par plusieurs facteurs à savoir le sexe (90,12% d'homme vs 78,45% de femme  $p=0,015$ ), la durée d'évolution du diabète (89,60% des durée inférieure ou égale à 5 ans contre 72,22% ;  $p=0,001$ ), l'irrégularité dans le suivi (Les patients suivis ont une inobservance à 13,51% contre 99,38% des patients non suivi ( $p=0,0000$ )).

La durée du traitement joue un rôle important dans l'inobservance thérapeutique. La prise en charge d'une maladie chronique est beaucoup plus difficile à assurer par les patients car elle expose à une lassitude bien compréhensible face à la prise au long cours d'un ou plusieurs médicaments quotidiennement et à un manque de perception de l'impact bénéfique au traitement dont les effets positifs ne se marqueront qu'avec retard alors que les contraintes (éventuels effets secondaire, prise quotidienne..) sont immédiates (Seydou Moussa et al., 2022). Dans notre contexte, on constate paradoxalement que la durée de la maladie est en faveur d'une meilleure observance. Ceci peut être expliqué par un déni de la maladie au début du diagnostic. En effet, il n'est pas rare, dans le contexte nigérien, d'être confronté à des malades qui refusent le diagnostic initial du diabète ou qui s'adonnent à un traitement uniquement traditionnel au début. L'observance ne surviendra qu'après l'échec du traitement traditionnel ou devant des complications du diabète faisant l'évidence, aux yeux du malade, de la maladie et du risque encouru en cas d'inobservance.

Le genre masculin est également un facteur d'inobservance thérapeutique. Globalement dans la littérature, le lien entre le sexe et l'inobservance est diversement apprécié. Ainsi Dans une méta analyse, Achouri MY et col (Achouri et al., 2021) trouvaient que le genre masculin est un facteur lié à l'inobservance médicale. Par contre Belhabib G et col (Belhabib et al., 2018) n'ont pas trouvé de lien entre l'inobservance et le genre. Selon Tarquinio C et col (Tarquinio & Tarquinio, 2007) il n'existe pas de lien entre l'observance et des variables tel que l'âge, le genre, le statut marital, le niveau de formation ou la classe sociale. En revanche le système de croyance et de représentation des patients est un élément essentiel dans la compréhension des conduites d'observance (Tarquinio & Tarquinio, 2007) Dans notre série, nous avons constaté également que Le manque de suivi médical régulier, est aussi un facteur d'inobservance thérapeutique. Le suivi en lui-même peut contribuer à l'observance thérapeutique par plusieurs mécanismes. Le suivi régulier est tout d'abord le signe d'une croyance forte en la nécessité du traitement pour rester en bonne santé et prévenir les complications, mais c'est également une occasion pour le soignant de mieux fidéliser le malade au traitement.

En effet la consultation régulière permet au personnel soignant de renforcer l'éducation thérapeutique à chaque consultation, et aussi répondre aux questions et inquiétude du patient afin de mieux l'aiguiller et le rassurer. Dans leur étude, Sweileh WM et col (Sweileh et al., 2014) ont trouvé que les patients diabétiques ayant une fortes croyance en la nécessité de leurs médicaments antidiabétiques étaient moins susceptibles d'être non adhérents. Dans le contexte nigérien, un des facteurs important de l'inobservance est la croyance à un traitement traditionnel. Cette croyance souvent cachée par les patients est source d'abandon thérapeutique à la faveur d'un traitement traditionnel. Dans notre étude, l'aspect traitement traditionnel n'a pas été renseigné dans le dossiers, mais dans une étude similaire à la nôtre à l'hôpital national de Niamey, Mahamane Sani MA (Mahamane Sani et al., 2020) ont trouvé la prise de décoction à hauteur de de 27,20% (Mahamane Sani et al., 2020). Ce traitement traditionnel peut être associé ou non au traitement médical moderne et constitue un véritable fléau qui nuit à la bonne prise en charge des patients souffrants d'une maladie chronique.

**Conclusion** : l'inobservance thérapeutique, un facteur important dans la survenue d'une décompensation en mode acidocetotique des diabétiques déjà connus est influencée par plusieurs facteurs tel que le genre masculin, l'irrégularité dans le suivi et une durée d'évolution de la maladie de cinq an au plus. Cette première étude nous permet d'avoir les premières données nigériennes sur les facteurs associés à l'inobservance thérapeutique des diabétiques. Une étude prospective à plus grande échelle est nécessaire pour une meilleure maitrise de la question afin de mieux prévenir cette inobservance

**Conflit d'intérêt** : Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt

### References:

1. Achouri, M. Y., Tounsi, F., Messaoud, M., Senoussaoui, A., & Ben Abdelaziz, A. (2021). Prévalence de la mauvaise observance thérapeutique chez les diabétiques de type 2 en Afrique du Nord. Revue systématique et méta-analyse. *La Tunisie Médicale*, 99(10), 932-945.
2. Alotaibi, R., Alsulami, M., Hijji, S., Alghamdi, S., Alnahdi, Y., Alnahdi, H., & Samargandy, S. A. (2022). Diabetic ketoacidosis in Saudi Arabia : Factors precipitating initial admission and readmission. *Annals of Saudi Medicine*, 42(2), 119-126. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2022.119>

3. Bedaso, A., Oltaye, Z., Geja, E., & Ayalew, M. (2019). Diabetic ketoacidosis among adult patients with diabetes mellitus admitted to emergency unit of Hawassa university comprehensive specialized hospital. *BMC Research Notes*, 12, 137. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4186-3>
4. Belhabib, G., Lahyani, M., Mhiri, A., Gloulou, O., Sahli, J., & Chouchane, N. (2018). Évaluation des facteurs conditionnant l'observance thérapeutique chez le patient diabétique. *Le Pharmacien Hospitalier et Clinicien*, 53(2), 87-96. <https://doi.org/10.1016/j.phclin.2017.10.060>
5. Demir, F., Günöz, H., Saka, N., Darendeliler, F., Bundak, R., Baş, F., & Neyzi, O. (2015). Epidemiologic Features of Type 1 Diabetic Patients between 0 and 18 Years of Age in İstanbul City. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 7(1), 49-56. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.1694>
6. Fayfman, M., Pasquel, F. J., & Umpierrez, G. E. (2017). Management of Hyperglycemic Crises : Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state. *The Medical clinics of North America*, 101(3), 587-606. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2016.12.011>
7. Getie, A., Wondmieneh, A., Bimerew, M., Gedefaw, G., & Demis, A. (2021). Determinants of diabetes ketoacidosis among diabetes mellitus patients at North Wollo and Waghimra zone public hospitals, Amhara region, Northern Ethiopia. *BMC Endocrine Disorders*, 21, 26. <https://doi.org/10.1186/s12902-021-00692-y>
8. Gninkoun, C. J., Edwige, O., Mansour, D. M., Adébayo, A., & Mamadou, D. A. (2021). Second États Des Lieux Des Facteurs De Décompensation Cétosique Du Diabète Au Centre National Hospitalier Universitaire De Cotonou. *European Scientific Journal ESJ*, 17(29). <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n29p173>
9. Iddi, S., Francis, B., Jaka, H. M., Mirambo, M. M., & Mushi, M. F. (2017). Clinical presentation and precipitating factors of diabetic ketoacidosis among patients admitted to intensive care unit at a tertiary hospital in Mwanza, Tanzania. *Tanzania Journal of Health Research*, 19(1), Art. 1. <https://doi.org/10.4314/thrb.v19i1.6>
10. Kakoma, P. K., Kadiebwé, D. M., Kayembe, A. M., Makonga, P. K., Bugeme, M., & Mukuku, O. (2014). Acidocétose diabétique chez l'adulte à l'Hôpital Sendwe de Lubumbashi : À propos de 51 cas. *The Pan African Medical Journal*, 17, 324. <https://doi.org/10.11604/pamj.2014.17.324.3545>
11. Kiran, R., Saroch, A., Pannu, A. K., Sharma, N., Dutta, P., & Kumar, M. (2022). Clinical Profile and Outcomes of Diabetic Ketoacidosis

- During COVID-19 Pandemic in North India. *Tropical Doctor*, 00494755221076896. <https://doi.org/10.1177/00494755221076896>
12. Mahamane Sani, M., Maazou, M., Maharou, M., Brah, S., Yarima, S., Ali, A., M, D. A. D., Malam-Abdou, B., & Adehossi, E. (2020). Facteurs Impliqués dans la Survenue de l'Acidocétose chez le Diabétique à l'Hôpital National de Niamey, Niger. *HEALTH SCIENCES AND DISEASES*, 21(2). <https://typeset.io/papers/facteurs-impliques-dans-la-survenue-de-l-acidocetose-chez-le-3z5flk7oxc>
  13. McCoy, R. G., Galindo, R. J., Swarna, K. S., Van Houten, H. K., O'Connor, P. J., Umpierrez, G. E., & Shah, N. D. (2021). Sociodemographic, Clinical, and Treatment-Related Factors Associated With Hyperglycemic Crises Among Adults With Type 1 or Type 2 Diabetes in the US From 2014 to 2020. *JAMA Network Open*, 4(9), e2123471. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.23471>
  14. Mekonnen, G. A., Gelaye, K. A., Gebreyohannes, E. A., & Abegaz, T. M. (2022). Treatment outcomes of diabetic ketoacidosis among diabetes patients in Ethiopia. Hospital-based study. *PLoS ONE*, 17(4), e0264626. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264626>
  15. Nazneen, S., Ahmed, F., Ashrafuzzaman, S. M., Uddin, K. N., Ahsan, A. A., Faruq, M. O., Fatema, K., Saha, D. K., Saha, M., & Sohel, K. H. (2017). Clinical Presentation and Biochemical Abnormalities in Patients Presented with Diabetic Ketoacidosis in BIRDEM Hospital. *Bangladesh Critical Care Journal*, 5(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3329/bccj.v5i1.32535>
  16. Oko, A. P. G., Ali, F. K. Z., Mandilou, S. V. M., Kambourou, J., Letitia, L., Poathy, J. P. Y., Engoba, M., Ndjobo, M. I. C., Monabeka, H. G., & Moyon, G. M. (2018). Acidocétose diabétique chez l'enfant : Aspects épidémiologiques et pronostiques. *The Pan African Medical Journal*, 31, 167. <https://doi.org/10.11604/pamj.2018.31.167.14415>
  17. Seydou Moussa, Y., Hima Oumarou, Y., Saidou, A., Aloua Moussa, A., Issaka Hassane, I., Hama, I., & Ali Ibrahim, T. (2022). observance thérapeutique du sujet âgé hypertendu : Etude comparative au service de cardiologie de l'Hôpital National de Lamorde. *Jaccr Africa*, 6(3), 70-77.
  18. Sweileh, W. M., Zyoud, S. H., Abu Nab'a, R. J., Deleq, M. I., Enaia, M. I., Nassar, S. M., & Al-Jabi, S. W. (2014). Influence of patients' disease knowledge and beliefs about medicines on medication adherence : Findings from a cross-sectional survey among patients with type 2 diabetes mellitus in Palestine. *BMC Public Health*, 14, 94. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-94>



19. Tarquinio, C., & Tarquinio, M. (2007). L'observance thérapeutique : Déterminants et modèles théoriques. *Pratiques psychologiques*, 13(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.prps.2006.09.005>
20. Usher-Smith, J. A., Thompson, M. J., Sharp, S. J., & Walter, F. M. (2011). Factors associated with the presence of diabetic ketoacidosis at diagnosis of diabetes in children and young adults : A systematic review. *BMJ*, 343, d4092. <https://doi.org/10.1136/bmj.d4092>
21. Wu, X., She, D., Wang, F., Guo, G., Li, R., Fang, P., Li, L., Zhou, Y., Zhang, K., & Xue, Y. (2020). Clinical profiles, outcomes and risk factors among type 2 diabetic inpatients with diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state : A hospital-based analysis over a 6-year period. *BMC Endocrine Disorders*, 20, 182. <https://doi.org/10.1186/s12902-020-00659-5>



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Dynamique de la Macrofaune des Bas-fonds Soudano-sahéliens dans un Contexte de Changement Climatique: Étude de Cas dans le Sous-bassin Versant du Nakanbé-Dem au Centre-nord du Burkina Faso**

***Adama Ilboudo***

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,  
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

***Mamoudou Traore***

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles,  
INERA Ouagadougou, Burkina Faso

***Edmond Hien***

***Zombre Prosper***

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,  
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p29](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p29)

---

Submitted: 21 October 2022

Accepted: 10 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Ilboudo A., Traore M. Hien E. & Zombre P. (2023). *Dynamique de la Macrofaune des Bas-fonds Soudano-sahéliens dans un Contexte de Changement Climatique: Étude de Cas dans le Sous-bassin Versant du Nakanbé-Dem au Centre-nord du Burkina Faso*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 29. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p29>

---

### **Résumé**

La dégradation des bassins versants est une preuve du changement environnemental que connaît l'Afrique de l'ouest. Elle s'exprime par la dégradation des sols de bas-fonds qui demeure une préoccupation récurrente dans les pays sahéliers comme le Burkina Faso. Cette étude qui analyse la dynamique de la macrofaune des sols de bas-fonds, a pour objectif de contribuer à la gestion durable des bas-fonds du sous-bassin du Nakanbé-Dem dans la zone soudano-sahélienne. Un échantillonnage spatialisé de la macrofaune du sol par la méthode TSBF a été réalisé pour analyser les principaux facteurs explicatifs de la variabilité spatiale de la macrofaune dans les bas-fonds. La fertilité chimique des sols de bas-fonds en milieu plutonique est faible par rapport au degré moyen de la fertilité des sols de bas-fonds en

milieu de l'ensemble volcano sédimentaire. L'évaluation de la macrofaune du sol a révélé que les indices de diversité les plus élevés ne dépassent guère  $2,40 \pm 0,09$  pour Shannon et  $1,09 \pm 0,02$  pour Piélu. La plus grande proportion de la macrofaune est relevée dans les profondeurs de plus de 20 cm du sol. L'étude a relevé un état dégradé des bas-fonds dont les sols sont de fertilité basse à moyenne. La restauration des écosystèmes de ces bas-fonds nécessite une correction des éléments déficitaires si l'on veut gérer durablement les sols de ces bas-fonds.

---

**Mots-clés:** Burkina Faso, bas-fonds, dégradation, morphopédologie, macrofaune, fertilité chimique du sol

---

## **Macrofauna Dynamics in Sudano-sahellian Lowlands in Climate Change Context: Case Study in Nakanbé-Dem Sub-Watershed In Center-Nord Of Burkina Faso (West Africa)**

*Adama Ilboudo*

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,  
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

*Mamoudou Traore*

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles,  
INERA Ouagadougou, Burkina Faso

*Edmond Hien*

*Zombre Prosper*

Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement,  
Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

---

### **Abstract**

The degradation of watersheds proves the environmental change West Africa is experiencing. It is expressed by the degradation of lowland soils which remains a recurring concern in Sahelian countries such as Burkina Faso. This study analyzes the dynamics of the macrofauna of lowland soils and has the main objective of contributing to the sustainable management of lowlands in the Sudano-Sahelian zone. It was conducted in the Nakanbé-Dem sub-watershed in the Center-North of Burkina Faso. The morphological and chemical parameters of lowland soils were determined by the method of soil prospecting according to the top sequence of the lowland including the glaciais, the slope, and the central zone. A spatialized sampling of the soil macrofauna by the TSBF method was carried out to analyze the main explanatory factors of the spatial variability of the macrofauna in the lowlands. The chemical

fertility of lowland soils in a plutonic environment is low compared to the average degree of fertility of lowland soils in the middle of the sedimentary volcano complex. The evaluation of the soil macrofauna revealed that the highest diversity indices hardly exceed  $2.40 \pm 0.09$  for Shannon and  $1.09 \pm 0.02$  for Piélou. The most significant proportion of macrofauna is found in depths of more than 20 cm from the ground. The study noted a degraded state of the lowlands whose soils are of low to medium fertility. Restoring the ecosystems of these lowlands requires a correction of the deficit elements if we want to sustainably manage the soils of these lowlands.

---

**Keywords:** Burkina Faso Lowlands, degradation, morphophonology, macrofauna, soil chemical fertility

### Introduction

Les sécheresses sévères des décennies 1970 et 1980 ont durement éprouvé les potentialités des ressources en eau et sol de la sous-région ouest-africaine et produit des conséquences dramatiques au Burkina Faso (Cudennec et Sinaré, 2000). La production céréalière est de plus en plus déficitaire, les débits des grands cours d'eau et leurs affluents ont baissé de l'ordre de 30 à 60% (Barbier *et al.*, 2011), le tarissement précoce des mares et des lacs est fréquent, le couvert végétal est dégradé et la fertilité des sols fortement réduite. Cette dégradation s'est accompagnée d'une croissance démographique ayant accentué la pression foncière. Un tel contexte a suscité un intérêt accru des populations pour les zones humides tels que les bas-fonds qui sont devenus des sites privilégiés pour une production mieux sécurisée. Du point de vue technique, les bas-fonds regroupent les fonds de vallée au sens strict, les petites plaines alluviales inondables une partie de l'année, les glacis et les versants qui contribuent au fonctionnement hydrique des zones dépressionnaires (Lidon *et al.*, 1998). Ils sont situés en amont du réseau hydrographique et constituent des axes élémentaires de drainage des eaux (Houngpétin, 2003). En zone soudano-sahélienne, une zone de bas-fond inclut les trois sous unités géomorphologiques à savoir les zones centrales, les glacis et les versants qui contribuent à son fonctionnement hydrique (Ilboudo, 2020). Au regard de leur rôle dans la dynamique de surface du milieu, la valorisation des bas-fonds représente une alternative sérieuse de gestion rationnelle des ressources hydriques dans un contexte de pluviosité limitée (Ilboudo *et al.*, 2020). Ils font d'ailleurs l'objet d'une dynamique d'exploitation dans toute l'Afrique sub-saharienne (Windmeijer *et al.*, 2002 ; Barbier *et al.*, 2011).

La pression foncière sur les bas-fonds est telle qu'il faut désormais concilier l'exploitation et les fonctions des bas-fonds afin d'améliorer leur capacité à fournir des avantages et des services écosystémiques aux

communautés locales. Cette capacité est liée aux ressources macrofauniques qui contribuent à la fertilité du sol. La durabilité des fonctions naturelles et agricoles des écosystèmes dépend des organismes du (Barrios,2007) qui augmentent la porosité des sols par la formation de galeries et favorisent la stabilité de l'écosystème. L'action de la macrofaune sur le sol repose sur la remontée des éléments fins, son enrichissement chimique. Elle participe à la formation des réseaux de galeries très importants pour l'aération du sol en favorisant l'infiltration des eaux de surface et offrant des voies de pénétration préférentielles aux racines (Bikay, 2005 ;Sarr *et al.*, 2011). La présence de la macrofaune du sol représentée par les principaux groupes (termites, fourmis et vers de terre) entraîne une économie d'eau en culture de sorgho et une utilisation efficace des ressources organiques (Ouédraogo *et al.*, 2004). Cependant, la pression foncière, particulièrement importante dans les bas-fonds du sous-bassin versant du Nakanbé-Dem au Burkina Faso a accentué l'appauvrissement de la biodiversité faunique et accéléré la dégradation du sol (Ilboudo, 2021). La macrofaune du sol, censée contribuer à sa fertilité, en a été fortement réduite. La densité de la macrofaune dans le sol constitue un indicateur de l'état de dégradation des bas-fonds. Ce bioindicateur peut servir pour appréhender la dynamique de dégradation des bas-fonds.

L'objectif de ce travail est de contribuer à la gestion durable des bas-fonds du sous-bassin du Nakanbé-Dem dans la zone soudano-sahélienne.

### **Zone d'étude**

La zone d'étude correspond au sous bassin versant du Nakanbé-Dem, reparté entre les longitudes 1°26' 30'' et 0°57'43'' Ouest et les latitudes 13°58'58'' et 13°31'48'' Nord (Fig.1). Il est situé administrativement dans la région du Centre-nord du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). Les données socio-économiques n'étant pas disponibles à l'échelle du sous-bassin du Nakanbé-Dem, celles de la région du Centre-nord ont été considérées. Le régime pluviométrique de la zone est marqué par une seule saison pluvieuse allant de juin à octobre et une saison sèche pour le reste de l'année. Les moyennes annuelles varient entre 600 et 700 mm (Da et al., 2008). Les températures moyennes annuelles varient entre 20 à 28 °C pendant la saison humide et très élevées en saison sèche, situant entre 35 et 40 °C (INSD, 2017). La géologie du sous bassin du Nakanbé-Dem est caractérisée par la prédominance des formations précambriennes, constituées par des volcano-sédimentaires, des sédimentaires et des plutoniques (Fig.3). La géomorphologie fait ressortir des témoins de cuirassement et de ferruginisation typique de cette zone climatique intertropicale. Sur ces sous unités géomorphologiques, se développent six classes de sols à savoir, les sols minéraux bruts d'érosion, les sols peu évolués d'érosion, les sols ferrugineux tropicaux lessivés, les sols bruns eutrophes tropicaux, les sols hydromorphes

et les vertisols. Le réseau hydrographique est constitué de cours d'eau temporaires alimentés en saison des pluies par les eaux de ruissellement provenant des collines avoisinantes. Selon le découpage phytogéographique du Burkina Faso réalisé par Fontès et Guinko (1995), le sous-bassin du Nakanbé-Dem appartient au secteur phytogéographique subsahélien. L'état des formations végétales traduit le caractère sahélien de la zone d'étude. La végétation, à dominante herbacée, est une savane arbustive, et dans le nord, une steppe à arbrisseaux, arbustes et arbres très éparpillés. Elle est jalonnée de forêt-galerie correspondant aux zones humides tels que les bas-fonds (Ouédraogo, 1999). La population de la zone d'étude est caractérisée par une croissance démographique de 2,6 % en moyenne. Elle est estimée à 1 593 214 habitants en 2016 et 1 787 082 en 2020 (DREP/CN, 2017).

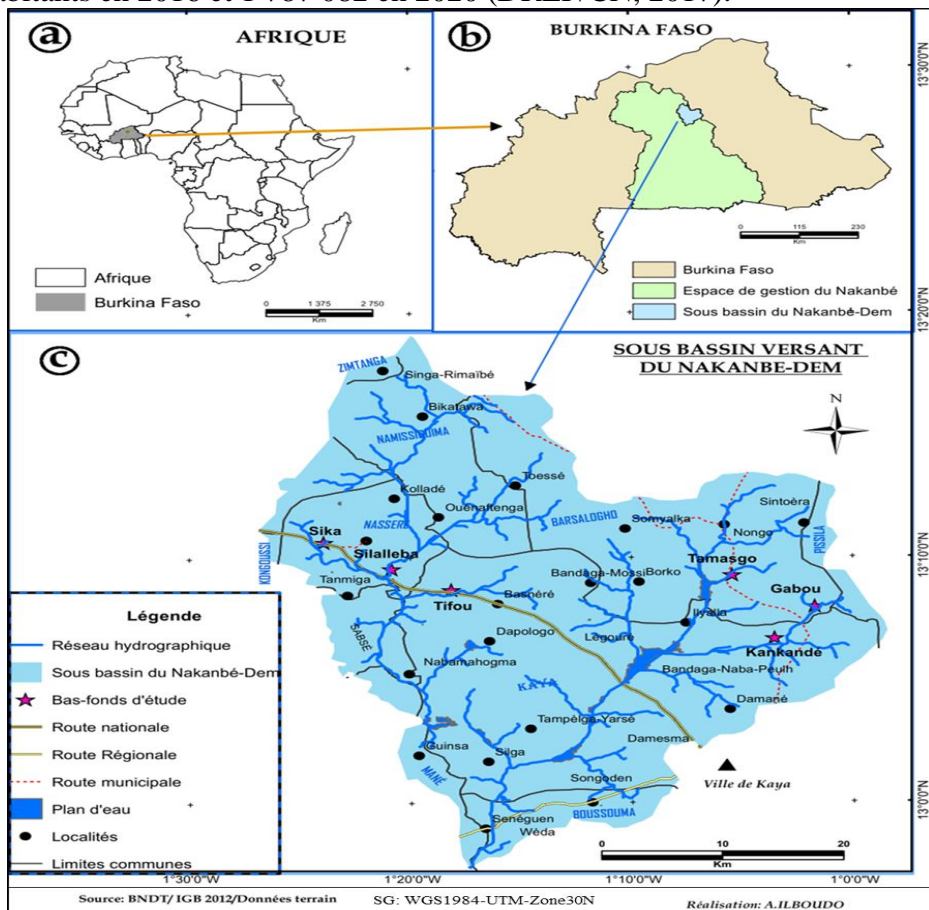


Figure 1. Localisation de la zone et des bas-fonds d'étude

Plus de 80 % des habitants dépendent de l'agriculture pratiquée en général sur les pénélaines et préférentiellement dans les bas-fonds (SP/CPSA, 2008 ; INSD, 2017).

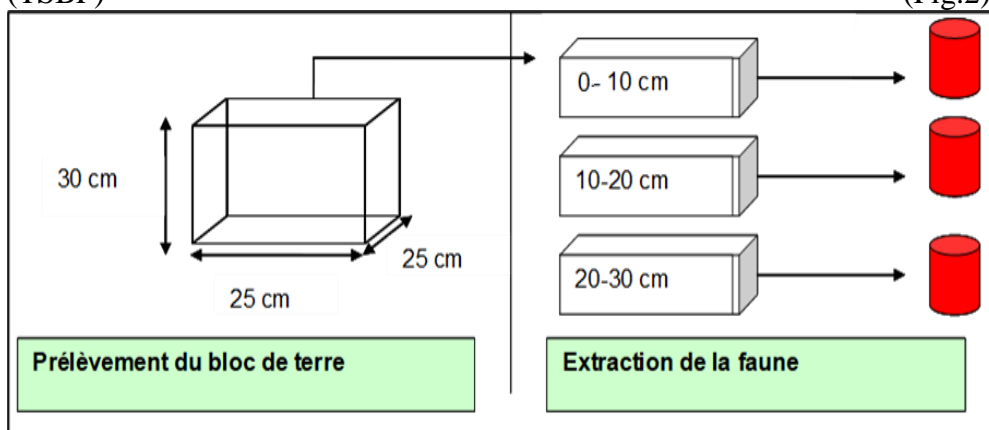
L'étude a concerné six bas-fonds localisés dans les provinces de Sanmatenga et de Bam (tableau 1) dont les critères majeurs de choix sont fondés sur la géomorphologie, le contexte géologique, le mode d'occupation des bas-fonds, l'influence des facteurs démographiques et socioculturels sur la dégradation des terres.

**Tableau 1.** Coordonnées géographiques des bas-fonds d'étude

| Nom de bas-fonds      | Commune     | Province    | Contexte géologique  | Coordonnées géographiques UTM (Zone 30) |           |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------------|---|-----------|
|                       |             |             |                      | X                                       | Y         |
| Bas-fond de Kankandé  | Kaya        | Sanmantenga | Plutonique           | 711 358                                 | 1 462 307 |
| Bas-fond de Gagou     | Barsalougho | Sanmantenga | Plutonique           | 714 671                                 | 1 465 896 |
| Bas-fond de Tamasgo   | Barsalougho | Sanmantenga | Plutonique           | 707 859                                 | 1 469 414 |
| Bas-fond de Tifou     | Kaya        | Sanmantenga | Volcano-sédimentaire | 684 610                                 | 1 467 617 |
| Bas-fond de Fénéguéné | Nasséré     | Bam         | Volcano-sédimentaire | 679 694                                 | 1 469 457 |
| Bas-fond de Sika      | Nasséré     | Bam         | Volcano-sédimentaire | 674 038                                 | 1 472 939 |

### Collecte des données

Les échantillons de sol ont été prélevés à la tarière sur les trois sous unités géomorphologiques des bas-fonds à savoir le glacis, le versant et la zone centrale. Ces échantillons prélevés à trois profondeurs d'horizon de sol (de 0 à 20 cm, de 20 à 40 cm et de 40 à 60 cm) ont fait l'objet d'analyses granulométrique et chimique au Bureau National des Sols (BUNASOLS) du Burkina Faso. Sur chacune des sous unités géomorphologiques des bas-fonds, des prélèvements de la macrofaune ont également été réalisés selon la méthode standard du programme international Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Fig.2).



**Figure 2.** Schéma de prélèvement du bloc de terre et d'extraction de la macrofaune  
Source : Anderson *et al.*(1993)

La méthode consiste à isoler un monolithe de sol de 25 cm x 25 cm x 30 cm de profondeur (Anderson et Ingram, 1993). Le monolithe a été débité

en trois strates : 0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm. Chacune des strates a été déposée dans un plateau et ses macro- invertébrés triés manuellement à l'aide d'une loupe binoculaire. La litière du monolithe a été rassemblée et sa faune immédiatement triée. Les macro-invertébrés récoltés ont été fixés dans l'alcool à 75 %. Ils ont ensuite été identifiés au laboratoire de Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) et classés en fonction de leur groupe taxonomique à l'aide de la clé de la reconnaissance (Delvare et Aberlenc, 1989).

Les opérations de prélèvement ont eu lieu dans le mois d'octobre entre 06 et 10 heures du matin. La température à cette période de la journée est moins élevée justifiant une densité plus élevée de la macrofaune dans le sol. Au total, dix-huit (18) monolithes de terre ont été prélevés sur les six bas-fonds dont trois par bas-fond en fonction des sous unités géomorphologiques considérées (glacis, versant et zone centrale).

### **Analyse de sol**

Les analyses de sol ont été réalisées au laboratoire du Bureau National des Sols (BUNASOLS) du Burkina Faso pour déterminer les paramètres physico-chimiques suivants :

- la granulométrie (5 fractions) reposant sur la méthode internationale adaptée à la pipette « Robinson Khöln »;
- le carbone organique: méthode Walkley et Black (1934) consistant en une oxydation de l'échantillon de sol par un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique. On admet que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser. Matière organique= C (%) \* 1,72;
- l'azote total: méthode de Kjeldahl qui consiste en une digestion du sol suivi de la distillation (Bremner, 1965);
- la réaction du sol: pH eau et pH<sub>KCl</sub> déterminées par potentiométrie. Le pH est déterminé dans un rapport sol / eau distillée de 1,25 et matière organique/eau distillée de 1/5;
- les bases échangeables et la CEC: déterminées par spectrophotométrie à l'absorption atomique (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) et à émission de flamme (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) (Bunasols, 1987);
- le phosphore assimilable: méthode de Bray-I. Elle combine l'extraction du phosphore en milieu acide à la complexation, par le fluorure d'ammonium, de l'aluminium lié au phosphore (Bray et Kurtz, 1945);
- le potassium disponible: méthode de l'acétate d'ammonium consistant à mesurer le potassium dans une suspension de 1g de sol pour 15 ml d'acétate d'ammonium au photomètre à flamme (spectrophotométrie à émission de flamme);



- le potentiel capillaire: méthode d'extraction de l'eau sous pression (Marmite RICHARD), HpF2, 5: humidité pondérale à la capacité au champ (en pF3 pour les sols lourds), HpF4, 2: humidité pondérale au point de flétrissement permanent. Humidité pondérale [Hp= (pF2, 5 – pF4,2)];
- la réserve en eau utile (RU):  $RU = (HpF2, 5 - HpF4,2) \times da \times Z / 100$  avec da = densité apparente; Z = épaisseur de l'horizon (mm);
- la densité apparente du sol: les prélèvements ont été faits au cylindre (Blake et Hartge, 1986).

Le critère de classification du niveau de fertilité chimique du sol est basé sur celui du BUNASOLS (1990) où les principaux paramètres considérés sont la matière organique, la somme des bases échangeables et le pH<sub>eau</sub>. Chaque paramètre est coté de 1 (défavorable) à 5 (très favorable). La somme des cotations détermine la classe de fertilité. Cette somme a permis de déduire la classe de fertilité des sols sur la base des normes de la classe de fertilité des sols.

### Analyse statistique

La description de la macrofaune s'est basée sur deux principaux paramètres d'appréciation :

- La diversité spécifique, exprimée par l'Indice de Shannon-Weiner (Legendre et Legendre, 1984) selon la formule:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln (P_i)$$

où H' : indice de biodiversité de Shannon, pi : probabilité de rencontrer une espèce i sur la placette (monolithe) par rapport au nombre total d'espèces (S) rencontrées dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu). P(i) = ni / N où ni est le nombre d'individus pour l'espèce i et N l'effectif d'individus de toutes les espèces. H' est nul quand une seule et même espèce est représentée ; sa valeur est maximale quand toutes les espèces ont la même abondance.

- L'équitabilité (IE) ou régularité ou l'indice de Piélou (1996) qui mesure la répartition équitable des espèces et permet de comparer des peuplements comportant des nombres d'espèces différentes. L'objectif étant d'observer l'équilibre des populations présentes. Sa valeur est donnée par la formule:

$$IE = \frac{H'}{\ln (s)}$$

où S est la richesse spécifique du peuplement. L'équitabilité traduit l'abondance relative des différentes espèces au sein du peuplement.

La valeur tend vers 0 lorsqu'une espèce domine assez largement un peuplement et est égale à 1 lorsque tous les groupes sont uniformément représentés.

Les données collectées et mesurées sont saisies à l'aide du tableur EXCEL 2016. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel R.

## Résultats

### Etat de de fertilité chimique des sols de bas-fonds

Les sols de bas-fonds du sous-bassin du Nakanbé-Dem ont présenté quasiment les mêmes caractéristiques sur le plan textural (tableau 2).

**Tableau 2.** Paramètres physico-chimiques des sols de bas-fonds

| Bas-fond de Kankandé en milieu d'ensemble plutonique        |         |            |           |           |            |            |          |       |           |           |
|---|---------|------------|-----------|-----------|------------|------------|----------|-------|-----------|-----------|
| Sous unité Géomorph.  | Hz (cm) | Argile (%) | Limon (%) | Sable (%) | Ca++ (még) | Mg++ (még) | K+ (még) | pHeau | C tot (%) | CEC (még) |
| Glacis  | 0-20    | 15,69      | 23,53     | 60,78     | 1,69       | 0,83       | 0,02     | 7,29  | 0,52      | 2,94      |
|   | 20-40   | 17,65      | 27,45     | 54,90     | 2,67       | 1,16       | 0,02     | 8,08  | 0,39      | 4,23      |
|   | 40-60   | 23,53      | 23,53     | 52,94     | 2,60       | 0,23       | 0,02     | 8,06  | 0,36      | 5,20      |
| Versant   | 0-20    | 27,45      | 15,69     | 56,86     | 1,45       | 0,49       | 0,03     | 5,40  | 0,55      | 3,68      |
|   | 20-40   | 31,37      | 15,69     | 52,94     | 1,67       | 0,91       | 0,04     | 5,21  | 0,32      | 4,62      |
|   | 40-60   | 37,25      | 17,65     | 45,10     | 1,85       | 0,66       | 0,02     | 5,66  | 0,29      | 4,09      |
| Zone centrale   | 0-20    | 19,61      | 31,37     | 49,02     | 1,52       | 0,86       | 0,06     | 6,43  | 0,78      | 3,31      |
|   | 20-40   | 25,49      | 33,33     | 41,18     | 1,49       | 1,24       | 0,02     | 6,41  | 0,56      | 3,61      |
|   | 40-60   | 33,33      | 29,42     | 37,25     | 1,68       | 0,66       | 0,01     | 6,55  | 0,47      | 3,07      |
| Bas-fond de Tifou en milieu d'ensemble volcano-sédimentaire |         |            |           |           |            |            |          |       |           |           |
| Unité Géomorph.   | Hz (cm) | Argile (%) | Limon (%) | Sable (%) | Ca++ (még) | Mg++ (még) | K+ (még) | pHeau | C tot (%) | CEC (még) |
| Glacis  | 0-20    | 27,45      | 27,44     | 45,10     | 1,28       | 0,06       | 0,05     | 5,29  | 0,24      | 2,53      |
|   | 20-40   | 15,69      | 7,84      | 76,50     | 1,41       | 0,10       | 0,07     | 5,09  | 0,32      | 2,62      |
|   | 40-60   | 19,61      | 11,76     | 68,60     | 1,66       | 0,22       | 0,03     | 5,66  | 0,27      | 2,90      |
| Versant   | 0-20    | 17,65      | 15,68     | 66,70     | 1,70       | 0,24       | 0,27     | 6,60  | 0,82      | 3,66      |
|   | 20-40   | 21,57      | 17,65     | 60,80     | 1,82       | 0,81       | 0,18     | 7,88  | 0,65      | 4,14      |
|   | 40-60   | 29,41      | 13,73     | 56,90     | 1,82       | 0,68       | 0,12     | 7,66  | 0,32      | 3,53      |
| Zone centrale   | 0-20    | 23,53      | 19,61     | 56,90     | 1,62       | 0,45       | 0,20     | 5,79  | 0,87      | 4,14      |
|   | 20-40   | 27,45      | 20,61     | 52,90     | 2,14       | 0,55       | 0,23     | 5,89  | 0,81      | 4,43      |
|   | 40-60   | 33,33      | 23,91     | 47,10     | 2,23       | 1,82       | 0,12     | 6,02  | 0,41      | 5,53      |

Sur les deux milieux géologiques, le sable est dominant sur toutes les sous unités géomorphologiques de bas-fonds et dans tous les horizons de sol. Cependant des spécificités granulométriques peuvent être distinguées.

En milieu d'ensemble plutonique les sols des glacis sont de texture d'ensemble argileuse dont la proportion de sable atteint 60,78% dans les horizons de surface suivie de celle de limon (27,45 %) et d'argile (23,53 %). Sur les versants se développent des sols de texture limono-argileuse avec une proportion de sable à 56,86 % et d'argile à 37,25 % tandis que dans les zones

centrales des bas-fonds, la texture d'ensemble est limoneuse avec du sable dominant (49,02 %) dans les horizons de surface et de profondeur (37,25%). En milieu d'ensemble volcano-sédimentaire, les caractéristiques granulométriques ont peu différé. Le sable reste dominant sur les glacis atteignant une proportion de 76,5% dans les horizons intermédiaires suivi de limon (27,44 %) en surface et d'argile (19,61) en profondeur donnant une texture d'ensemble limono-argileuse à limoneuse. Sur les versants, les sols sont de texture d'ensemble limono-argileuse avec 17,65 % d'argile en surface et 29,41% en profondeur. Dans les zones centrales des bas-fonds, les sols sont de texture d'ensemble limono-sablo-argileuse dans les horizons de surface (23, 53 % d'argile et 19,61 % de limon) et limono-argileuse en profondeur (23,91 % de limon et 33,33 % d'argile).

Quant aux éléments chimiques du sol, l'analyse a relevé que sur les glacis, les bases échangeables varient entre 1,4 cmol/kg à 2,64 cmol/kg. Il y est également relevé un faible taux de carbone (0,60%) et une acidification faible (pH eau=5,29). Sur les versants, les bases échangeables fluctuent entre 2,8 cmol/kg et 1,71 cmol/kg dans un sol présentant une faible acidification (pH eau=6,3) et un taux de carbone de 0,56 %.

Dans les zones centrales, les bases échangeables sont faibles, variant de 2,28 cmol/kg à 3,72 cmol/kg. Le sol y est faiblement basique (pH eau= 7,32) à tendance acide faible (pH eau = 6,3) avec un taux de carbone total relativement plus élevé (0,78%).

En milieu d'ensemble plutonique, les sols ont une faible fertilité dans les 40 cm de profondeur sauf dans les zones centrales où elle est moyenne. Les éléments minéraux y sont en faible quantité. En milieu d'ensemble volcano-sédimentaire, la fertilité est moyenne dans les zones centrales, moyenne à faible sur les versants et faible (basse) sur les glacis (Fig.3).

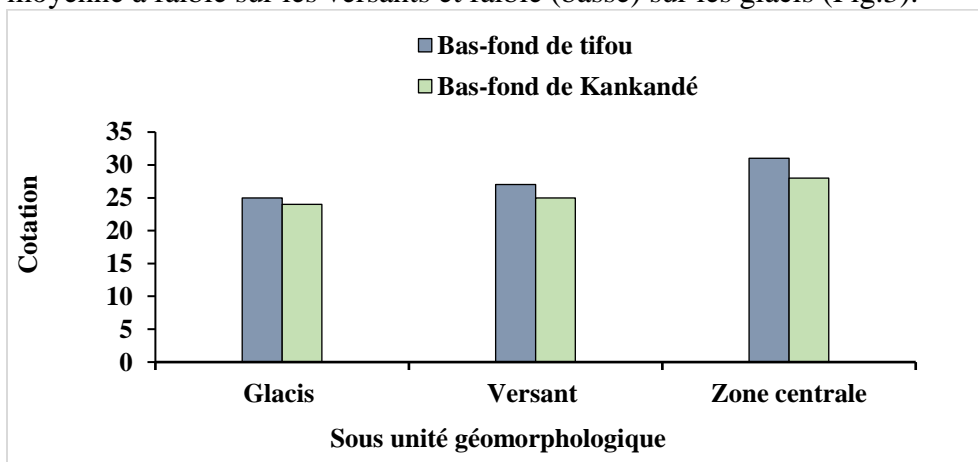


Figure 3. Fertilité des sols selon les sous unités géomorphologiques

### Inventaire de la macrofaune des sols de bas-fonds

L'inventaire de la macrofaune a recensé au total, 282 individus pour une richesse spécifique de 63 espèces regroupées en 9 familles et réparties en 6 ordres (Tableaux 3 ; et 4). Il a montré une dominance de l'ordre des Hyménoptères (47,62 %) suivi des Diplopodes (25,40 %) et des Isoptères (17,46 %). L'ordre des Coléoptères est le moins représenté (1,60 %).

Quant aux familles, les plus dominantes sont les Formicidae (47,62 %), les Iulidae (22,22 %) et les Termitidae (17,46%). Les familles des Anthicidae, des Cimicidae et des Pseudoscorpionidae sont les moins représentées, chacune n'atteignant guère 2%.

En comparant la macrofaune des contextes géologiques considérés, le milieu volcano-sédimentaire a montré une richesse spécifique plus élevée (35 %) que le milieu plutonique (28%). Le plus grand nombre d'espèces, de familles et d'ordres est observé dans les bas-fonds du milieu volcano-sédimentaire. Les ordres de Hyménoptères et les Diplopodes sont les plus dominants dans les deux contextes géologiques. Les espèces les plus représentées dans les deux contextes géologiques sont les *Microtermes sp* (33,57%), *Orthoporus ornatus* (25,09 %), les *Monomorium pharaonis* (11,66 %), chacune dépassant la proportion 10 % de l'ensemble de la macrofaune inventoriée (Fig.4).

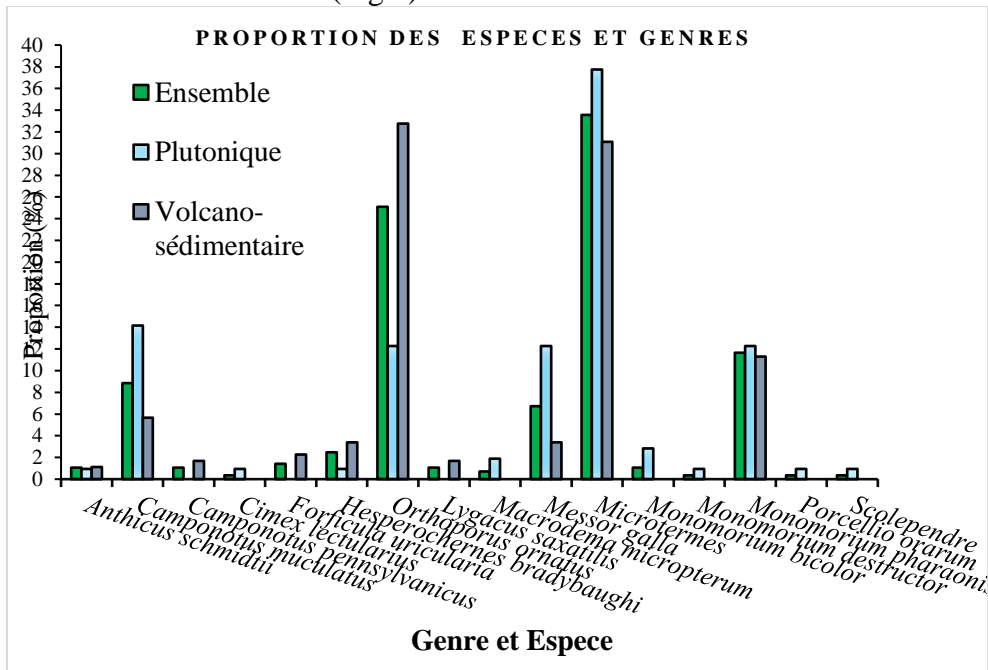


Figure 4. Proportion des espèces en fonction du contexte géologique

Les espèces les plus dominantes sont *Camponotus maculatus*, *Monomorium pharaonis*, *Orthoporus ornatus*, *Microtermes sp* et *Messor*

*galla* et ce quelle que soit la sous unité géomorphologique considérée (tableau 3). La proportion d'individus des zones centrales (57,66%) reste la plus élevée suivie de celle des versant (31,23 %) et de glacis (11, 11 %).

**Tableau 3.** Liste de la macrofaune recensée en milieu plutonique

| Horizon (cm)                | Ordre        | Famille              | Genre et Espece        | Nombre par cm2 |
|-----------------------------|--------------|----------------------|------------------------|----------------|
| <b>Bas-fond de Kankandé</b> |              |                      |                        | <b>27</b>      |
| k0-10                       | Hyménoptères | Formicidae           | Camponotus maculatus   | 6              |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Monomorium pharaonis   | 4              |
|                             | Arachnides   | Pseudoscorpionidae   | Hesperoernes bradybaug | 1              |
|                             | Coléoptères  | Anthicidae           | Anthicus schmidti      | 1              |
| k10-20                      | Isoptères    | Termitidae           | Microtermes            | 5              |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Monomorium pharaonis   | 2              |
| k20-30                      | Hyménoptères | Formicidae           | Monomorium bicolor     | 3              |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Camponotus maculatus   | 2              |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Messor galla           | 1              |
|                             | Isoptères    | Termitidae           | Microtermes            | 2              |
| <b>Bas-fond de Gabou</b>    |              |                      |                        | <b>60</b>      |
| G0-10                       | Hyménoptères | Formicidae           | Messor galla           | 9              |
|                             | Diplopedes   | Iulidae              | Iule                   | 2              |
|                             | Isoptères    | termitidae           | microtermes            | 12             |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Monomorium pharaonés   | 6              |
|                             | Diplopedes   | Scolopendridae       | Scolopendre            | 1              |
|                             | Hémiptères   | Lygaeidae            | Macrodera micropterum  | 1              |
| G10-20                      | Hyménoptères | Formicidae           | Messor galla           | 3              |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Camponotus maculatus   | 4              |
|                             | Hémiptères   | Cimicidae            | Cimex lectularius      | 1              |
|                             | Diplopedes   | Iulidae              | Iule                   | 2              |
|                             | Hémiptères   | Lygaeidae            | Macrodera micropterum  | 1              |
|                             | Arachnides   | Isopodes( Crustacés) | Porcellio orarum       | 1              |
| G20-30                      | Isoptères    | Termitidae           | Microtermes            | 12             |
|                             | Hyménoptères | formicidae           | Camponotus muculatus   | 3              |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Monomorium destructor  | 1              |
|                             | Coléoptères  | Scarabaeidae         | Larve                  | 1              |
| <b>Bas-fond de Tamasogo</b> |              |                      |                        | <b>19</b>      |
| Ta0-10                      | Diplopedes   | Iulidae              | Iule                   | 3              |
|                             | Isoptères    | Termitidae           | Microtermes            | 1              |
|                             | Hyménoptères | Formicidae           | Monomorium pharaonis   | 1              |
| Ta10-20                     | Diplopedes   | Iulidae              | Iule                   | 2              |
| Ta20-30                     | Isoptères    | Termitidae           | Microtermes            | 8              |
|                             | Diplopedes   | Iulidae              | Iule                   | 4              |

**Légende.** **K0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Kankandé, **K10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Kankandé, **K20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Kankandé, **G0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Gabou, **G10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Gabou, **G20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Gabou, **Ta0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Tamasogo, **Ta10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Tamasogo, **Ta20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Tamasogo.

Source: Ilboudo (2021)

**Tableau 4.** Liste de la macrofaune recensée en milieu volcano-sédimentaire

| Horizon (cm)                 | Ordre        | Famille            | Genre et Espece          | Nombre par cm <sup>2</sup> |
|------------------------------|--------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>bas-fond de Tifou</b>     |              |                    |                          | <b>64</b>                  |
| Ti0-10                       | Hyménoptères | Formicidae         | Camponotus pennsylvanicu | 3                          |
|                              | Coléoptères  | Scarabaeidae       | Larves                   | 3                          |
|                              | Diplopodes   | Iulidae            | Iule                     | 8                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Messor gala              | 3                          |
|                              | Arachnides   | Pseudoncorpronidae | Hesperochernes bradybaug | 2                          |
| Ti0-20                       | Dermaptères  | Forficulidae       | forficula uricularia     | 4                          |
|                              | Arachnides   | Pseudoncorpronidae | Hesperochernes bradybaug | 4                          |
|                              | Isoptères    | Termitidae         | Microtermes              | 9                          |
| Ti0-30                       | Isoptères    | Termitidae         | Microtermes              | 10                         |
|                              | Diplopodes   | Iulidae            | Iule                     | 7                          |
|                              | Hémiptères   | Lygaeidae          | Lygacus saxatilis        | 3                          |
|                              | Coléoptères  | Anthicidae         | Anthicus schmidtii       | 2                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Camponotus muculatus     | 6                          |
| <b>Bas-fond de Fénéguéné</b> |              |                    |                          | <b>60</b>                  |
| F0-10                        | Diplopodes   | Iulidae            | Iule                     | 39                         |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Monomorium pharaonis     | 2                          |
| F10-20                       | Hyménoptères | Formicidae         | Monomorium pharaonis     | 5                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Camponotus maculatus     | 3                          |
| F20-30                       | Coléoptères  | Staphylinidae      | Larves                   | 4                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Monomorium pharaonis     | 2                          |
|                              | Hyménoptères | Formitidae         | Microtermes              | 1                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Messor galla             | 2                          |
|                              | Diplopodes   | Iulidae            | Iule                     | 2                          |
| <b>Bas-fond de Sika</b>      |              |                    |                          | <b>53</b>                  |
| S0-10                        | Coléoptères  | Scarabaeidae       | Larves                   | 1                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Monomorium pharaonis     | 4                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Messor galla             | 1                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Camponotus maculatus     | 1                          |
| S10-20                       | Diplopodes   | Iulidae            | Iule                     | 1                          |
|                              | Hyménoptères | Formicidae         | Monomorium pharaonis     | 2                          |
|                              | Isoptères    | Termitidae         | Microtermes              | 30                         |
|                              | Coléoptères  | Staphylinidae      | Larves                   | 2                          |
| S20-30                       | Hyménoptères | Formicidae         | Monomorium pharaonis     | 5                          |
|                              | Diplopodes   | Iulidae            | Iule                     | 1                          |
|                              | Isoptères    | Termitidae         | Microtermes              | 5                          |

**Légende.** **Ti0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Tifou, **Ti10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Tifou, **Ti20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Tifou, **F0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Fénéguéné, **F10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Fénéguéné, **F20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Fénéguéné, **S0-10** = Profondeur du sol entre 0 et 10 cm dans le bas-fond de Sika, **Ta10-20** = Profondeur du sol entre 10 et 20 cm dans le bas-fond de Sika, **Ta20-30** = Profondeur du sol entre 20 et 30 cm dans le bas-fond de Sika.

Source : Ilboudo (2021)

### Richesse spécifique de la macrofaune des sols de bas-fonds

Les richesses spécifiques les plus élevées (tableau 5) sont rencontrées dans le bas-fond de Gabou (7 espèces). Pour une densité moyenne de 6,4 individus /m<sup>2</sup>, on y a dénombré quatre (4) familles. Le bas-fond de Sika a enregistré la plus grande densité de macrofaune (10,13 individus /m<sup>2</sup>) n'appartenant pourtant qu'à trois familles.

**Tableau 5.** Variation de la densité et de la diversité de la macrofaune en fonction des bas-fonds

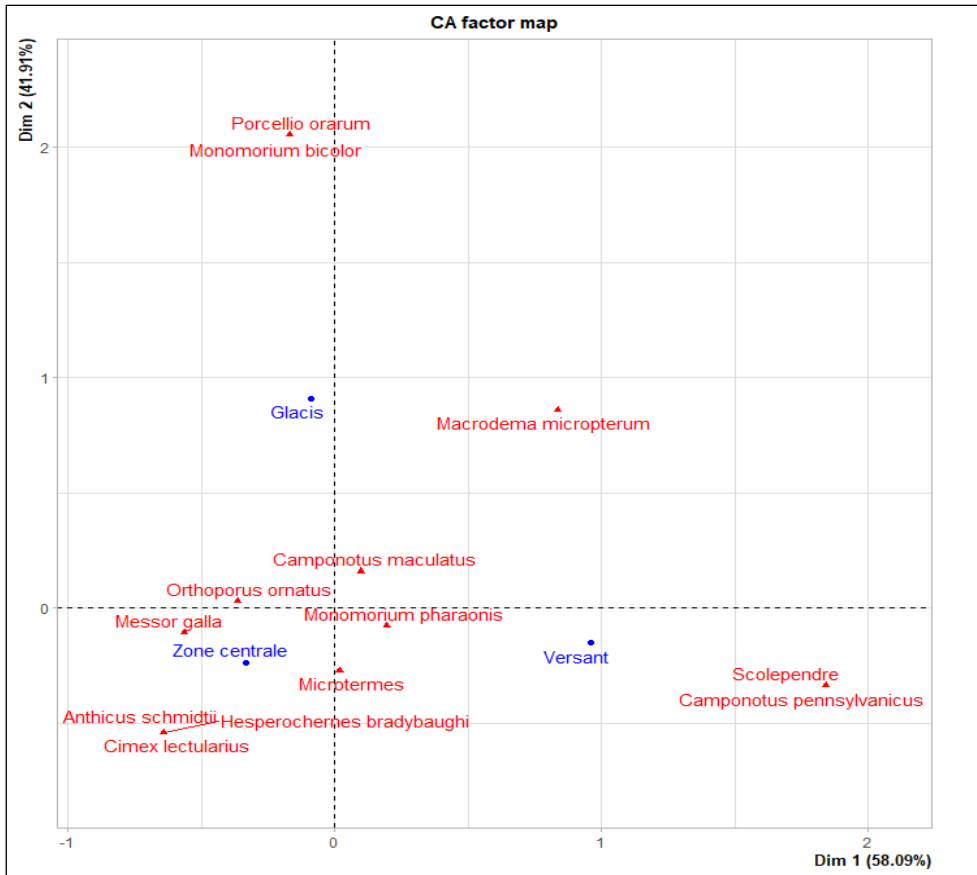
| Bas-fonds | Nombre Moy.d'ind./ m2 | Nombre de familles | Richesse spécifique | H'   | IE   | Contexte géologique  |
|-----------|-----------------------|--------------------|---------------------|------|------|----------------------|
| Kankandé  | 2,72                  | 5                  | 6                   | 2,20 | 1,23 | Plutonique           |
| Gabou     | 6,40                  | 4                  | 7                   | 1,78 | 0,91 |                      |
| Tamasgo   | 7,47                  | 2                  | 3                   | 0,66 | 0,60 |                      |
| Féneguéné | 3,20                  | 1                  | 1                   | 0,56 | 0,81 | Volcano-sédimentaire |
| Sika      | 10,13                 | 3                  | 5                   | 0,76 | 0,47 |                      |
| Tifou     | 7,60                  | 3                  | 3                   | 1,24 | 1,13 |                      |

**Légende :** Nombre Moy.d'ind. = Nombre moyen d'individus ; H' = la diversité spécifique ou l'Indice de Shannon -Weiner ; IE = l'équitabilité ou l'indice de Pielou

Selon l'Indice de Shannon (H'), la plus grande diversité de macrofaune est observée en milieu plutonique. L'Indice d'Equitabilité (IE) a également montré une meilleure répartition des espèces dans les bas-fonds du milieu plutonique. L'Indice de Shannon et celui d'Equitabilité ont des valeurs plus élevées dans les bas-fonds de Kankandé (H'= 2,20 et IE= 1,23) et Gabou (H'= 1,78 et IE= 0,91). Le bas-fond de Tamasgo a présenté l'Indice de Shannon et l'Indice d'Equitabilité les plus faibles (H'= 0,66 et IE= 0,60).

### Distribution de la macrofaune en fonction des sous unités géomorphologiques des bas-fonds

Une analyse en composantes principales (ACP) a indiqué que l'axe 1 et l'axe 2 expliquent presque 100% de la variabilité des espèces entre les trois sous unités géomorphologiques des bas-fonds (Fig.5). La superposition des projections des espèces et des sous unités géomorphologiques dans le plan factoriel formé par ces deux axes a permis de définir l'axe 1 comme étant celui qui distingue la macrofaune du versant de celle des autres sous unités géomorphologiques (zone centrale et glacis). L'axe 2 sépare la macrofaune du glacis de celle de la zone centrale et du versant.



**Figure 5.** Analyse de la distribution des espèces dans les bas-fonds

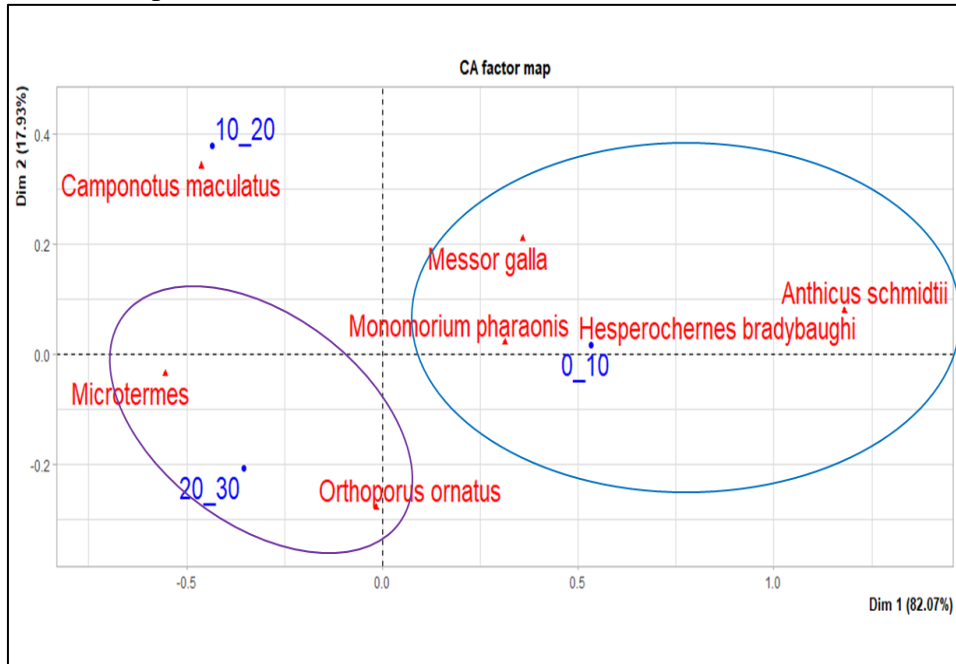
L'analyse des variables ayant fortement contribué à l'inertie des axes a montré que la macrofaune du versant est principalement constituée de *Scolependre*, de *Camponotus pennsylvanicus* tandis que la zone centrale a tendance à abriter les espèces tels que *Messor galla*, *Microtermes*, *Monomorium pharaonis* et *Orthoporus ornatus* qui y sont dominants. A l'inverse, les espèces comme *Porcellio orarum*, *Monomorium bicolor* et *Macrodema micropterum* sont éloignées de la zone centrale des bas-fonds. Elles sont plus portées vers le glacis. Il en ressort que les zones centrales des bas-fonds regorgent plus de macrofaune que les autres sous unités géomorphologiques. Les indices de diversité et d'équitabilité les plus élevés sont enregistrés dans la zone centrale. L'indice de shannon y est de  $2,20 \pm 0,32$  et celui de Pélou donne  $1,23 \pm 0,12$ .

### Distribution de la macrofaune en fonction de la profondeur du sol

La Figure 6 présente la répartition de la macrofaune en fonction de la profondeur. La distribution des espèces le long de l'axe 1 indique l'existence



d'un gradient de profondeur. La dispersion des relevés sur l'axe 2 a également fait ressortir l'existence d'un gradient responsable de cette répartition des espèces. Les deux premiers axes expliquent 100 % de la dimension expliquée. L'axe1 explique 58, 09% de la variance et oppose les espèces des dix premiers centimètres de profondeur à celles se trouvant à plus de 10 cm de profondeur.



**Figure 6.** Analyse factorielle de la distribution des espèces dans les zones centrales des bas-fonds

Les espèces comme *Messor galla*, *Monomorium pharaonis*, *Anthicus schmidtii*, et *herperochnes bradybaughi* sont plus portées vers les 10 premiers centimètres du sol. Les profondeurs de plus de 10 cm ont enregistré les *Microtermes sp*, *Orthoporus ornatus* et les *Camponotus maculatus*.

## Discussion

### Dynamique spatiale de la macrofaune dans les bas-fonds

L'analyse a montré que la distribution spatiale de la macrofaune varie d'un bas-fond à un autre et, au sein d'un même bas-fond, en fonction des sous unités géomorphologiques. La proportion d'individus des zones centrales (57,66%) reste la plus élevée que celles des versant (31,23 %) et des glacis (11, 11 %). Les zones centrales des bas-fonds, en raison de la matière organique plus abondante, constituent une source d'énergie et un réservoir d'azote pour la macrofaune dont la densité en dépend (Ouédraogo *et al.*, 2004). La forte densité de la végétation dans la zone centrale des bas-fonds

est associée à une forte densité en macrofaune (Zida *et al.*, 2011), plus importante dans les jachères riches en matière organique (Traore *et al.* (2012). Dans une étude similaire, Savadogo (2017) a montré que les zones à couvert végétal dense, regorgent beaucoup plus de macrofaune que les autres unités due à l'humidité et à la présence des ligneux. Les litières, par leur contenu minéral, leur richesse en glucides, en protéines, en lignines influencent le déterminisme et l'activité de la macrofaune du sol dans les zones centrales ( Ouedraogo, 2009). La relative bonne fertilité du sol dans les zones centrales est liée à la présence de la macrofaune qui constitue un élément essentiel dans le processus de décomposition et de minéralisation de la matière organique (Hallaire *et al.*, 2004). Ce qui conforte nos résultats qui ont montré une relative forte densité de la macrofaune dans les zones centrales où le taux de carbone organique est également plus élevé, comparativement à celle des glacis et des versants plus dégradés qui ont enregistré un faible taux du carbone organique. Nos résultats ont montré que les indices de diversité et d'équitabilité les plus élevés sont enregistrés dans la zone centrale. L'indice de shannon y est de  $2,20 \pm 0,32$  et celui de Pélou donne  $1,23 \pm 0,12$ . Ces résultats corroborent Tamsire *et al.* (2017) qui en comparant les densités de la macrofaune révèlent que les densités les plus importantes sont rencontrées à l'intérieur des parcelles qu'en dehors des parcelles plus dégradées et pauvres en matière organique. Ces résultats s'accordent également avec ceux trouvés par Tondoh (2007) qui a montré que les densités de la macrofaune sont supérieures dans les forêts non dégradées que dans les forêts et savanes dégradées. Hallaire *et al.* (2004) ont relevé que la présence de la macrofaune constitue un élément essentiel dans le processus de décomposition et de minéralisation de la matière organique. La relative faible densité de la macrofaune sur les glacis et les versant de nos bas-fonds d'étude où le taux de la matière organique est relativement faible corrobore Tamsire *et al.* (2017) qui ont indiqué que la densité de la macrofaune est en relation avec la teneur en matières organiques. Selon Aubert *et al.* (2005), le principal facteur explicatif de la répartition spatiale de la macrofaune se trouve être la ressource trophique conditionnée par les retombées de litière. Suite à la dégradation du couvert végétal, la macrofaune du sol migre à l'intérieur des parcelles moins dégradées (Tamsire *et al.*, 2017) telles que les zones centrales des bas-fonds. Des recherches ont montré que la même tendance de la macrofaune s'observe lorsqu'on compare des parcelles aménagés de conditions similaires aux zones centrales à d'autres non aménagés similaires aux glacis et versants (Doamba *et al.*, 2011 ; Traore *et al.*, 2015 ; Rakotomanga *et al.*, 2016; Guebre *et al.*, 2021) Selon Savadogo (2017), la macrofaune dans la zone en reverdissement est plus diversifiée et participe pleinement à la qualité des sols. Ilboudo-Tapsoba *et al.* (2011) ont

relevé que la faible proportion de la macrofaune dans les bas-fonds est un indicateur de l'état de dégradation des bas-fonds.

### **Répartition verticale de la macrofaune du sol de bas-fonds**

L'analyse a montré que la distribution de la macrofaune varie d'un bas-fond à un autre et, au sein d'un même bas-fond, en fonction de la profondeur du sol. Selon nos résultats, les richesses spécifiques sont plus élevées dans les horizons de surface (0-10 cm) où dominent les espèces comme *Messor galla*, *Monomorium pharaonis*, *Anthicus schmidtii*, et *herperochernes bradybaughi* qui sont plus portées vers les 10 premiers centimètres du sol. A l'inverse, les *Microtermes sp* et les *Camponotus maculatus* sont rencontrés dans les profondeurs de plus de 10 cm. L'analyse des variables ayant fortement contribué à l'inertie des axes a montré que les *Microtermes sp* et *Orthoporus ornatus* sont des espèces de profondeur se trouvant à plus de 20 cm du sol. Par contre dans les profondeurs inférieures, la macrofaune rencontrée est constituée de *Camponotus maculatus*, *Messor galla*, *Monomorium pharaonis*, *Hesperochernes bradybaughi* et *Anthicus schmidtii*.

Ces résultats s'accordent avec ceux de Tamsire *et al.*(2017) qui ont trouvé que les Hyménoptères, les Isoptères et les Coléoptères se trouvent en grand nombre dans la couche 0-10 cm suivie de la couche 10-20 cm avec des différences non significatives. Selon nos résultats, la proportion d'individus est plus élevée dans les premiers centimètres du sol corroborant ainsi (Guebre *et al.*, 2021) qui ont relevé qu'en termes de répartition de la macrofaune, la densité de la macrofaune est significativement plus importante dans l'horizon 0-10 cm et qu'en considérant l'ensemble de la profondeur 0-30 cm, il s'avère que certains ordres sont plus discriminants que d'autres. Analysant la diversité de la macrofaune du sol dans les parcelles de reboisement de la Grande Muraille Verte au Sénégal, Tamsire *et al.* (2017) concluent qu'en fonction de la profondeur du sol, la distribution de la macrofaune n'est pas homogène. Ces auteurs précisent qu'à l'intérieur des parcelles, les couches 0-10cm sont les plus densément peuplées, tandis qu'en dehors des parcelles, la couche la plus densément peuplée est celle 10-20 cm. Selon Goma-Tchimbakala et Bernhard-Reversat (2006) , l'effet de la profondeur agit de manière différente sur la répartition verticale des différents groupes taxonomiques et les termites sont nombreux et actifs pendant la décomposition des litières.

Le macro-brassage contribue à la circulation d'importants volumes de sol et la remontée en surface des horizons riches en matière minérale (Zirbes *et al.*, 2009). Ce qui expliquerait la proportion importante de la macrofaune dans les horizons de 0-10 cm. Selon nos résultats, à cette profondeur, la proportion de la macrofaune est encore plus importante dans

les zones centrales (41,67%). Dans les profondeurs de plus de 20 cm du sol, les *Microtermes sp* et *Orthoporus ornatus* sont des espèces les plus représentées. Bikay (2005) a relevé que ces organismes étant très sensibles à l'humidité du sol, vont souvent chercher l'eau jusqu'à 30 cm de profondeur, contribuant ainsi à l'humidification du profil cultural.

## Conclusion

Ce travail visait à étudier la dynamique de la macrofaune dans les sols de bas-fonds de la zone soudano-sahélienne. Les résultats montrent qu'au sein d'un bas-fond, le nombre et les espèces de la macrofaune ont varié le long du gradient géomorphologique et en fonction de la profondeur du sol de fertilité chimique moyenne. La richesse la plus élevée est observée dans les zones centrales des bas-fonds. La faible présence de ces bio-indicateurs révèle un état dégradé des bas-fonds étudiés et peuvent servir à l'élaboration et à la promotion de stratégies de mise en valeur des bas-fonds soudano-sahéliens afin d'améliorer leur état écologique. En outre, la fertilité faible des sols de bas-fonds en milieu plutonique par rapport au degré moyen de la fertilité des sols de bas-fonds du milieu de l'ensemble volcano sédimentaire nécessite une correction des éléments déficitaires si l'on veut gérer durablement les sols de ces bas-fonds

## Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts sur cet article.

## Contribution des auteurs

AI et MT ont réalisé l'étude et participé au traitement des données. PZ et EH ont participé à la conception de projet de l'étude de recherche et supervisé le travail. Tous ces auteurs ont contribué à la rédaction du manuscrit soumis à votre journal pour publication.

## References:

1. Albereel, J., et Claude, J. (1988). Fonctionnement hydrologique des bas fonds en Afrique de l'Ouest. *Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement En Coopération. Dakar. ORSTOM*, 14p.
2. Anderson, J., et Ingram, J. (1993). Tropical soil biology and fertility: a Handbook of Metsu. *GeoJournal*, 48, 299-311.
3. Aubert, M., Hedde, M., Decaëns, T., et Margerie, P. (2005). Facteurs contrôlant la variabilité spatiale de la macrofaune du sol dans une hêtraie pure et une hêtraie – charmaie. *ScienceDirect*, 328, 57–74. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2004.10.008>.
4. Barbier, B., Ouedraogo, H., Dembélé, Y., Yacouba, H., Barry, B., et

- Jamin, J. (2011). L'agriculture irriguée dans le Sahel Ouest-africain. *Cahiers Agricultures*, 20, 24–33.
5. Barrios, E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics*, 64(2), 269–285.
  6. Bikay, B. S. B. (2005). *Inventaire de la macrofaune en culture cotonnière sous quatre modes de gestion des sols: cas de Windé Pintchoumba (Nord) et Zouana (extrême -Nord)*. Université de Dschang.
  7. Blake, G. R., et Hartge, K. H. (1986). Bulk density. In: Klute, A., Ed., *Methods of soil analysis, Part1*. 2nd ed. Madison, WI, USA. *American Society of Agronomy*, 363-375.
  8. Bray, R. H., et Kurtz, T. L. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorous in soils. *Soil Science*, 59, 39–45.
  9. Bremner, J. (1965). Total nitrogen. In: Black C.A., ed. *Methods of soil analysis, part 2*. Madison, WI, USA: *American Society of Agronomy*, 2, 1149–1178.
  10. Bunasols. (1987). *Méthodes d'analyse physique, chimique des sols, eaux, plantes. Document technique n°3*.
  11. BUNASOLS. (1990). Manuel pour l'évaluation des terres. *Documentations Techniques*, 181p.
  12. Cudennec, C., et Y. Sinaré. (2000). Relations terre-eau dans les bassins versants ruraux Atelier électronique Interrelations entre agriculture et hydrologie en zone de bas-fond . Exemple du bassin versant. *Etude de Cas. FAO*, 4p.
  13. Delvare, G., et Aberlenc, H.-P. (1989). *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale: Clés pour la reconnaissance des familles. Montpellier cedex 1 - France*.
  14. Doamba, S. M. F., Nacro, H. B., Sanon, A., et Sedogo, M. (2011). Effet des cordons pierreux sur l'activité biologique d'un sol ferrugineux tropical lessivé (Province du Kouritenga au Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i1.68106>
  15. DREP/CN. (2017). Profil régional 2017 du centre-Nord. *Direction Régionale de l'économie et de La Planification Du Centre-Nord*, 52p.
  16. Goma-Tchimbakala, J., et Bernhard-Reversat, F. (2006). Comparison of litter dynamics in three plantations of an indigenous timber-tree species (*Terminalia superba*) and a natural tropical forest in Mayombe, Congo. *Forest Ecology and Management*, 229(1–3), 304–313. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2006.04.009>
  17. Guebre, D., Tockville, M. B., Hien, E., et Traoré, S. (2021). Conservation des sols en zone soudano-sahélienne: quelle est l'efficience des amendements ligneux? *Revue Burkinabè de La*

- Recherche Sciences Naturelles et Appliquées*, 39(2), 2(1).
18. Hallaire, V., Lamandé, M., et Heddadj, D. (2004). Effet de l'activité biologique sur la structure de sols soumis à différentes pratiques culturales. Impact sur leurs propriétés de transfert. *Étude et Gestion Des Sols*, 11, 47–58.
  19. Hounkpetin, C. (2003). Contribution à la mise en valeur du bas-fond de Okeita dans la commune de Pobé (département du Plateau). *Université d'Abomey-Calavi. Thèse*, 134p.
  20. Ilboudo-Tapsoba, E., Tankoano, H., Ouédraogo, M., Dicko, I. O., et Sanon, A. (2011). Diversité des insectes actifs au sol dans quatre écosystèmes de bas-fonds du Burkina Faso : importance pour la détermination de bio-indicateurs caractérisant ces milieux. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(April), 724–738. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i2.72146>
  21. Ilboudo, A., Sawadogo, S., Soulama, S., Hien, E., et Zombre, P (2020). Spatial dynamics and risks analysis of lowlands degradation potential around of watershed in Center-nord of Burkina Faso ( West Africa ): Through multi-date Study and satellite tele-analysis. *European Scientific Journal*, ESJ, 16(33), 122–148. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n33p122>
  22. Ilboudo, A. (2021). *Dynamique de dégradation des bas-fonds soudano-sahéliens dans un contexte de changement climatique: étude de cas dans le sous-bassin versant du Nakanbé-Dem au Centre-nord du Burkina Faso*. Joseph KI-ZERBO.
  23. Ilboudo, A., Soulama, S., Hien, E., et Zombre, P. (2020). Perceptions paysannes de la dégradation des ressources naturelles des bas-fonds en zone soudano-sahélienne: cas du sous bassin versant du Nakanbé-Dem au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(3), 883–895. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.19>
  24. INSD. (2017). *Projections démographiques des communes du burkina faso de 2007 a 2020*.
  25. Legendre, P., et Legendre, L. (1984). *Ecologie Numérique. Le Traitement Multiple des Données Ecologiques (Tome 1)*. (Masson).
  26. Lidon, B., Legoupil, J.-C., Blanchet, F., Simpara, M., et Sanogo, I. (1998). Le diagnostic rapide de pré-aménagement (DIARPA). *Agriculture et Développement*, 20, 61–80.
  27. Ouédraogo, A. K. (1999). Télédétection et cartographie des sols dégradés dans quelques terroirs du Centre-Nord du Burkina-Faso: Cas des villages de Loaga, Niénéga, Dablo, Namissiguima et Soubeira. *Mémoire de Fin d'études*, 147p.
  28. Ouédraogo, E., Mando, A., et Brussaard, L. (2004). Soil macrofaunal-mediated organic resource disappearance in semi-arid West Africa.

- Applied Soil Ecology*, 27(3), 259–267.  
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.03.003>
29. Ouedraogo, J. (2009). Evaluation de la contribution de la macrofaune du sol sur la performance des mesures de conservation des eaux et des sols. In *Mémoire de fin de cycle*. Université polytechnique de Bobo.
  30. Piélou, E. C. (1996). Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 370-383.
  31. Prince, A. A. (1999). Etude du fonctionnement hydraulique d'un bas-fond en vue de l'aménagement en zone soudano-guinéenne. Cas du bas-fond d'Akouégba (Glazoué). *Rapport*, 167p.
  32. Rakotomanga, D., Blanchart, É., Rabary, B., Randriamanantsoa, R., Razafindrakoto, M., et Autfray, P. (2016). Diversité de la macrofaune des sols cultivés sur les hautes- terres de madagascar. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 20(4), 495–507. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.13314>
  33. Sarr, A., Thiam, A., et Tidiane Bâ, A. (2011). Macrophytes et groupements végétaux aquatiques et amphibies de la basse vallée du ferlo (Sénégal). *African Journal of Science and Technology*, 2(1), 89–97. <https://doi.org/10.4314/ajst.v2i1.44651>
  34. Savadogo, M. (2017). Reverdissement au sahel : résilience, diversité biologique et dynamique de la végétation des écosystèmes. *Université Joseph Ki-ZERBO. Thèse*, 135p.
  35. SP/CPSA. (2008). Programme de Spécialisation Régionale du Centre-Nord. Burkina Faso. *Ministère de l'Agriculture, de l'Hydrauliques et Des Ressources Halieutiques.*, 108p.
  36. Tamsire, S., Ababacar, C., et Baïla, N. A. (2017). Diversité de la macrofaune du sol dans les parcelles de reboisement de la Grande Muraille Verte Au Sénégal. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(15), 185. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n15p185>
  37. Tondoh, J. E. (2007). *Effet de la mise en culture des forêts secondaires sur les peuplements de macroinvertébrés du sol dans la zone de contact forêt-savane de Côte d ' Ivoire*. 4, 197–204.
  38. Traore, M., Barro, A., Garane, A., et Bismarck, H. (2015). Etude de la dynamique de la macrofaune du sol sous culture de deux variétés de patate douce ( Ipomea batatas ) avec utilisation de différents modes de désherbage Study of the dynamics of soil macrofauna under cultivation of two varieties of sweet potato (. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(October), 2334–2345. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
  39. Traore, M., Lompo, F., AYUKE, F., Ouattara, B., Ouattara, K., et Sedogo, M. (2012). Influence des pratiques agricoles sur la macrofaune du sol : cas de l'enfouissement de la paille et du fumier. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(4),

- 1761–1773. <https://doi.org/https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.31>
40. Walkley, A., et Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37, 29–38.
  41. Windmeijer, P., Dugué, M., Jamin, J., et Van de Giesen, N. (2002). *Présentation des caractéristiques hydrologiques de la mise en valeur des bas-fonds. Bouaké (Côte d'Ivoire)*. 64p.
  42. Zida, Z., Ouédraogo, E., Mando, A., et Stroosnijder, L. (2011). Termite and earthworm abundance and taxonomic richness under long-term conservation soil management in Saria, Burkina Faso, West Africa. *Applied Soil Ecology*, 51(1), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.09.001>
  43. Zirbes, L., Collin, C., Dufey, J., Tu, P. K., Nguyen, D., Francis, F., Lebailly, P., Haubruge, E., et Brostaux, Y. (2009). Mise en relation de la diversité des vers de terre et des caractéristiques du sol de Thua Thien Hue (Centre Vietnam). *Tropical Conservation Science*, 2(3), 282–298.



**Lutte Biologique Contre le Charançon Noir du Bananier  
*Cosmopolites Sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera:  
Curculionidae): Utilisation de Pièges Inocules avec le  
Champignon Entomopathogene *Metarhizium Anisopliae***

*Aby N’Goran*  
*Kouadio Demby Laetitia Muriel*  
*N’Guetta Adelaïde*  
*Koffi Kouamé Cyrille Germain*  
*Atsin Olivier*  
*Gnonhoury Goly Philippe*  
*Traore Siaka*

Centre National de Recherche Agronomique,  
Programme Plantain Banane Ananas, Abidjan, Cote d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p52](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p52)

Submitted: 30 November 2022

Accepted: 21 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Aby N., Kouadio D.L.M., N’Guetta A., Koffi K.C., Atsin O., Gnonhoury G.P. & Traore S. (2023). *Lutte Biologique Contre le Charançon Noir du Bananier *Cosmopolites Sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae): Utilisation de Pièges Inocules avec le Champignon Entomopathogene *Metarhizium Anisopliae**. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 52. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p52>

**Résumé**

*Cosmopolites sordidus*, communément appelé le charançon noir, est une contrainte majeure à la production bananière (*Musa* spp.). Le champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) se présente comme une alternative de lutte contre le charançon. Nos essais ont été conduits pour évaluer l'efficacité de méthodes de lutte utilisant le champignon dans les jachères et les bananeraies établies. Dans les jachères, le piège à phéromone inoculé avec le *Metarhizium* et le piège à phéromone couple au ramassage des charançons ont été comparés pour leur efficacité à réduire les infestations. Dans les parcelles établies, le piège à pseudo-tronc inoculé avec le *Metarhizium* a été comparé à l'application chimique, et, la combinaison du piège à pseudo-tronc inoculé avec le *Metarhizium* couplée à l'insecticide chimique. L'efficacité des traitements a été mesurée par les

paramètres de Vilardebo: le coefficient d'infestation et le taux d'infestation. Les résultats ont montré que le traitement utilisant *M. anisopliae* s'est avéré le plus efficace, réduisant l'infestation larvaire. Dans les parcelles en production continue, insecticide chimique + traitement de *M. anisopliae* et application mensuelle de piège à pseudotrunc inoculé, ont réduit les paramètres d'infestation de plus de 50 %. Avant la replantation de la jachère, une combinaison de phéromone + *M. anisopliae* a diminué les niveaux d'infestation larvaire de 60 %. Les pièges inoculés avec le champignon entomopathogène *Metarhizium* sont apparus comme une méthode innovante et durable pour lutter contre le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus*.

---

**Mots-clés:** Bananier, Jachère, plantation, infestation larvaire, lutte

---

## **Integrated Pest Management for Banana Weevil *Cosmopolites Sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae): the Use of Inoculated Traps with the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium Anisopliae***

*Aby N'Goran*

*Kouadio Demby Laetitia Muriel*

*N'Guetta Adelaïde*

*Koffi Kouamé Cyrille Germain*

*Atsin Olivier*

*Gnonhoury Goly Philippe*

*Traore Siaka*

Centre National de Recherche Agronomique,  
Programme Plantain Banane Ananas, Abidjan, Cote d'Ivoire

---

### **Abstract**

*Cosmopolites sordidus* is a serious constraint to banana (*Musa* spp.) production. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*, Ascomycota: Hypocreales, offers a potential weevil management option. Our investigations were carried out to evaluate the efficacy of different pest management in fallows and established banana fields. In the fallows, the pheromone trap inoculated with *Metarhizium* and the pheromone trap with weevil collecting were compared for their efficacy to reduce weevil larval infestation. In the established banana field, the pseudostem trap inoculated with *Metarhizium* was compared to chemical application, and the combination of pseudostem trap inoculated with *Metarhizium* and chemical application. The efficiency of the treatments has been measured by Vilardebo parameters:

the coefficient of infestation and infestation rate. The results showed treatment using *M. anisopliae* proved most effective, reducing larval infestation. In Banana established fields, chemical insecticide + application of *M. anisopliae* treatment and monthly application of pseudostem trap inoculated, reduced these infestation parameters by more than 50 %. Before fallow replanting, a combination of pheromone + *M. anisopliae* had declined the larval infestation levels by 60 %. Inoculated traps with entomopathogenic fungus *Metarhizium* appeared to be an Innovative and Sustainable Method to control Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* in Banana and Plantain Fields.

---

**Keywords:** Banana, Fallow, plantation, larval infestation, control

## Introduction

Le charançon noir du bananier *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824), (Coleoptera : Curculionidae) est le principal insecte ravageur des bananeraies. Les pertes de rendement peuvent atteindre 100 % en cas d'infestation sévère. Dans la plupart des zones de culture, les populations de *C. sordidus* sont contrôlées avec des insecticides chimiques de synthèse (Armendariz *et al.*, 2014 ; Shinde *et al.*, 2015 ; Okolle *et al.*, 2020). Actuellement, leur utilisation est décriée en raison de leurs effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement, de leur coût élevé, et de la possibilité d'apparition de population résistante aux insecticides chimiques en raison d'une utilisation abusive (Devault *et al.*, 2018 ; Joachim *et al.*, 2019). A ce jour, aucune méthode de lutte, à elle seule, n'offre un contrôle absolu des charançons du bananier. Par conséquent, la combinaison de méthodes telles que la gestion de l'habitat (lutte culturelle), la lutte biologique, l'utilisation de matériel végétal tolérant, et l'assainissement des jachères offrirait un meilleur contrôle du ravageur. Une période de jachère bien conduite peut réduire ou éliminer les populations de charançons à la replantation. Elle est principalement associée au piégeage de masse par phéromone (Tinzaara *et al.*, 2007 ; Rhino *et al.*, 2010). La lutte biologique classique peut être réalisée par l'introduction d'ennemis connus d'un ravageur tels que les champignons entomopathogènes. *Metarhizium anisopliae* a été signalé comme infectant un très large éventail d'insectes qui sont très préoccupants dans l'agriculture du monde entier. En Côte d'Ivoire, onze (11) isolats locaux de *M. anisopliae* ont été obtenus des bananeraies industrielles (Aby *et al.*, 2010). Les tests en laboratoire et dans les pièges contrôlés ont montré leurs hauts niveaux de pathogénicité sur les adultes du charançon (Aby *et al.*, 2013 ; 2015a). Il apparut nécessaire d'évaluer leur efficacité en plein champ, et d'appréhender comment pourraient-ils intégrer les diverses méthodes de lutte existantes en bananeraie contre le charançon. C'est ainsi que des essais ont été conduits dans des jachères et dans des parcelles en production continue.

Cet article rapporte la réduction des infestations larvaires par l'utilisation d'un piège inoculé avec l'isolat local de *M. anisopliae* au cours de la jachère et en production continue.

## **Matériel et méthodes**

### **Site d'étude**

Les expérimentations ont été menées dans le sud de la Côte d'Ivoire, dans la région du Sud Comoé (5° 44' N / 2° 59' W), au sein de la société de production bananière Société Agricole Kablan Joubin Agriculture (SAKJ) créée en 1959. Elle est située dans une plaine au sol limono-sableux, la température moyenne annuelle était de 27,9°C, avec un minimum de 22,1°C et un maximum de 33,8°C. La superficie totale était d'environ 800 ha. L'expérience a été menée sur deux années, d'Août 2012 à Août 2014. La pluviométrie annuelle moyenne au cours de ces années a été d'environ 2000 mm de pluie.

### **Préparation de l'inoculum fongique**

L'agent biologique utilisé a été un champignon entomopathogène, un isolat local de *Metarhizium anisopliae* (Codification du laboratoire : BME2) isolé sur un charançon, mycosé, collecté à travers un piège à pseudotrunc dans la bananeraie de Batia, région d'Agnéby Tiassa, à 150 km au nord d'Abidjan (Aby *et al.* 2013).

Après la sporulation sur milieu PDA en boîte de Pétri pendant 21 jours, 15 à 20 g de cette culture ont été mélangés avec du riz précuit. Le substrat riz a été préparé pendant 10 min à 120°C avec ¼ de litre d'eau dans des bocaux en verre de 700 ml. Les bocaux sont ensuite incubés dans une chambre noire à température ambiante. Ils sont agités quotidiennement pour empêcher la prise en masse des grains de riz par le champignon. La concentration en conidies par gramme a été déterminée par bocal 15 jours plus tard. La concentration moyenne a été de  $12.10^8$  conidies/g.

### **Dispositif expérimental**

Six traitements ont été évalués. La superficie de chaque parcelle élémentaire a été de 0,5 ha par traitement. Chaque traitement a été répété trois (3) fois, soit environ 1,5 ha pour le traitement. Dans le site choisi, les parcelles ont été choisies au hasard. Le niveau d'infestation larvaire pour chaque parcelle a été évalué en début d'essai.

### **Efficacité de *Metarhizium* sp. sur l'assainissement de la jachère**

Les traitements ont consisté en une combinaison de pièges à phéromones et d'inoculum de champignon *Metarhizium*. Le piégeage a

commencé trois (3) mois avant la mise en jachère de la parcelle. Deux traitements ont été évalués :

- T1J : Piégeage associant un piège à phéromone + le champignon entomopathogène *M. anisopliae* appliqué mensuellement dans le piège (figure 1). En pratique, 60 g d'inoculum ont été répandus sur le sol autour de la phéromone (sordidine synthétique ; 2,8-dioxa-1-éthyl-3,5,7-triméthylbicyclo [3.2.1] octane). Une densité de 20 pièges/ha a été réalisée. Les pièges ont été placés à la périphérie de la parcelle. Les pièges n'étaient visités que pour le remplacement de l'inoculum et de la phéromone tous les mois. Les charançons visitant les pièges se contaminaient ;

- T2J : Piégeage à la phéromone + ramassage des charançons dans lequel l'eau savonneuse a remplacé le champignon. Une densité de 20 pièges par ha a été aussi réalisée. Les pièges ont été placés à la périphérie de la parcelle et les charançons capturés sont collectés chaque semaine.

### **Efficacité de *Metarhizium* sp. en plantation établie (production continue)**

Quatre traitements ont été évalués :

- T1p : Piégeage mensuel avec pièges pseudotrons inoculés (figure 2). L'inoculum est placé sur des rectangles de contreplaqué pour éviter au préalable le contact direct avec les microorganismes du sol. L'attraction des charançons adultes sur l'inoculum a été améliorée avec un morceau de phéromone comme décrit ci-dessus. Un autre morceau de contreplaqué a recouvert l'inoculum tout en favorisant l'accès à l'inoculum à l'aide de baguettes et le tout est couvert d'une autre tranche de pseudotronc.

- T2p : Rotation de piégeage mensuel avec pièges pseudotrons inoculés et insecticides chimiques. Le produit chimique a été appliqué lorsque le seuil d'infestation larvaire a été atteint après un décorticage de contrôle. Les pièges à pseudotrons inoculés ont été réalisés comme décrit ci-dessus.

- T3p : Gestion chimique. La parcelle abritant ce traitement a reçu l'application de l'insecticide systémique Thiaméthoxame, utilisé à raison de 240 g L<sup>-1</sup> par ha.

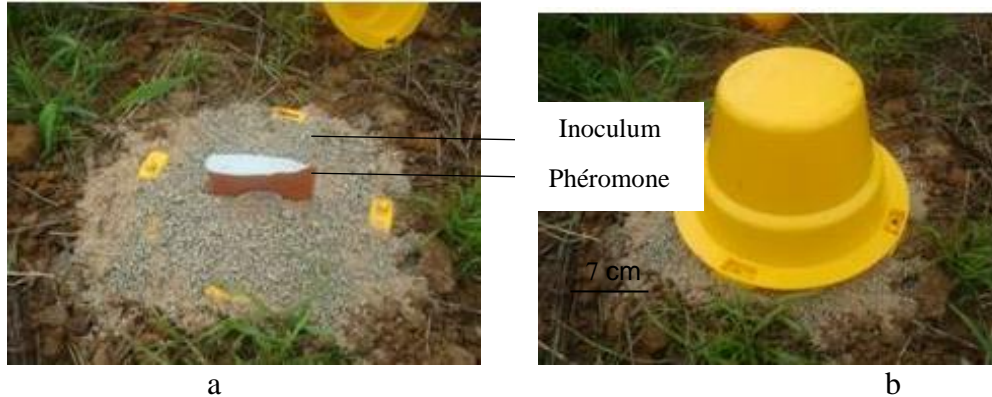
- T4p : Ce traitement a concerné l'application mensuelle de pièges à pseudotrons et de pièges colombiens sans inoculation de champignons à la densité de 20 pièges/ ha.

### **Paramètres évalués**

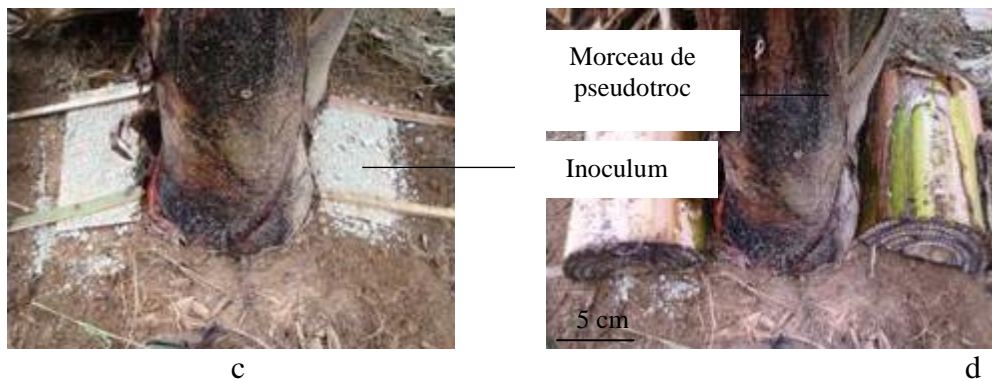
Les effets des traitements appliqués ont été évalués par les niveaux d'infestations larvaires qui ont été relevés tous les trois mois à partir de décorticages de contrôle dans toutes les parcelles. La note d'infestation et le taux d'infestation utilisés pour l'évaluation complète de l'importance et de l'intensité des dégâts ont été ceux décrits par Vilardebo (1973).

## Analyses statistiques

Les données obtenues de ces études ont été soumises à des analyses statistiques à travers l'ANOVA 1, à l'aide du logiciel SPSS version 20. Le test de NEWMAN-KEULS a été utilisé pour déterminer les différences significatives entre les moyennes des groupes au seuil de 5 %.



**Figure 1.** Piège à phéromone inoculé avec *Metarhizium anisopliae* (Source, Aby *et al.*, 2015b), *a*: Inoculum appliqué autour de la phéromone, *b*: Piège à phéromone complet



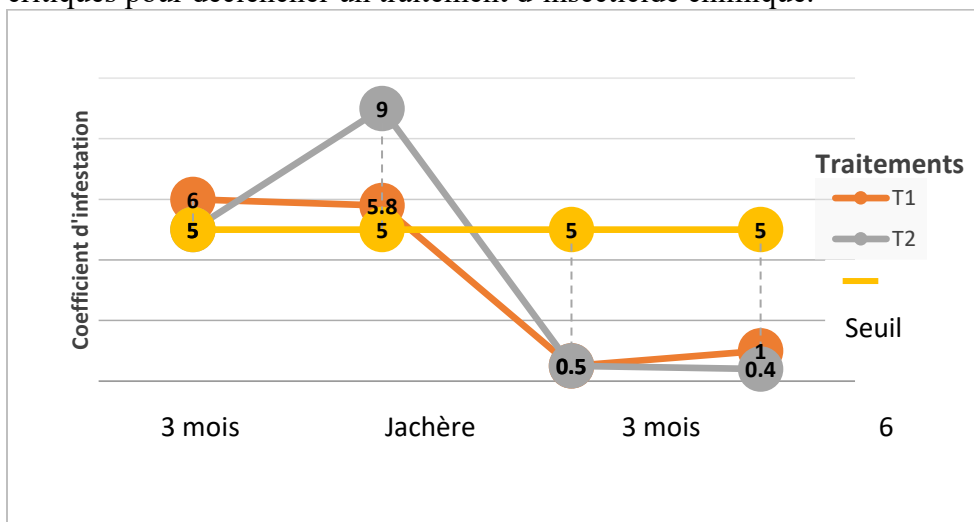
**Figure 2.** Piège à pseudotroc inoculé avec *Metarhizium anisopliae* (Source, Aby *et al.*, 2015b), *c*: inoculum appliqué autour du bulbe, *d*: Piège à pseudotroc inoculé complet

## Résultats

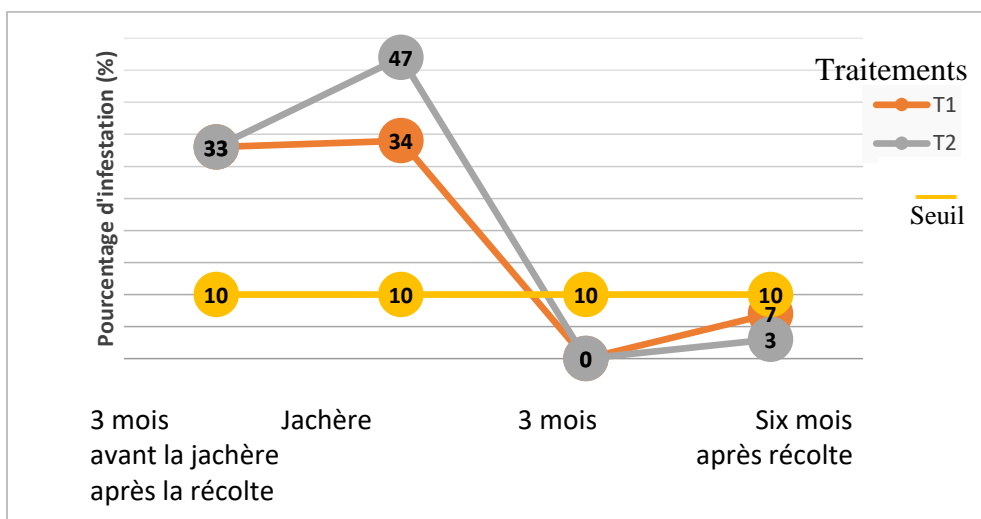
### Efficacité de *Metarhizium sp.* sur l'assainissement de la jachère

Les infestations larvaires dans les parcelles au début de l'expérimentation étaient de 5 pour le coefficient d'infestation (Figure 3) et de 33 % pour le taux d'infestation (Figure 4), tous deux supérieurs aux seuils tolérables. Les dégâts larvaires dans les deux traitements n'ont pas été réduits au cours des trois premiers mois de piégeage, mais ont diminué de manière significative ( $p < 0,05$ ) trois mois après la récolte. Ainsi, après neuf mois de piégeage successif, dans les parcelles avec des pièges inoculés, le coefficient d'infestation a diminué significativement (83,3 %) passant de 6 à 1 (figure 3),

et le taux d'infestation de 33 % à 7 % soit 78,8 % (figure 4). Dans la parcelle de phéromones + charançons (T2J) avec collecte de charançon, les deux paramètres ont également diminué significativement : (92 %) de 5 à 0,4 pour le coefficient d'infestation (figure 3) et (90 %) de 33 % à 3 % pour le taux d'infestation (figure 4). Jusqu'à la fin des expérimentations (6 mois après la récolte), les niveaux d'infestation larvaire évalués étaient inférieurs aux seuils critiques pour déclencher un traitement d'insecticide chimique.



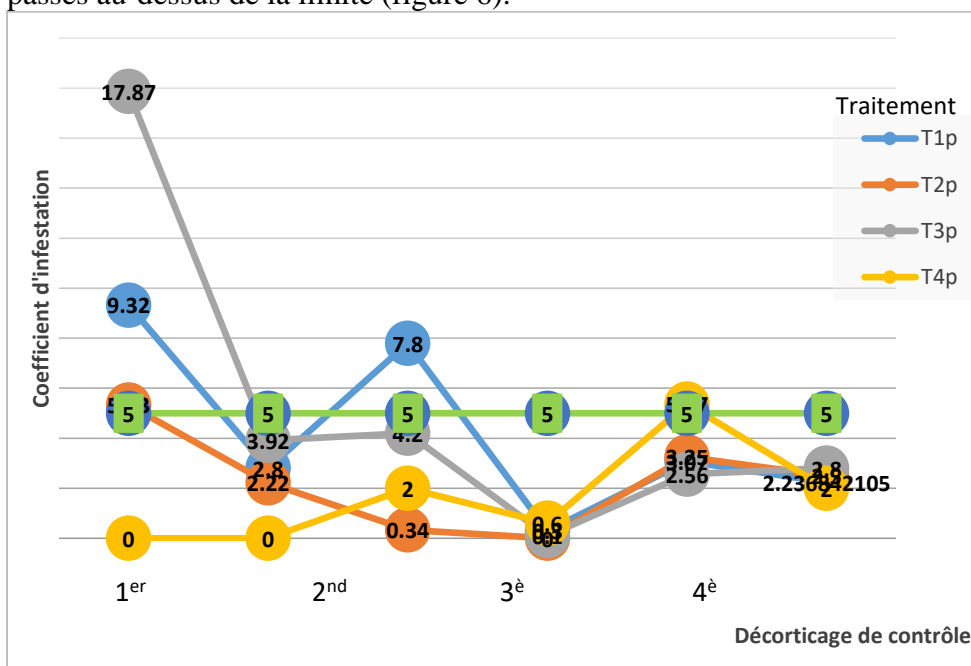
**Figure 3.** Courbes d'évolution des coefficients d'infestation dans les parcelles avec la Phéromone + Metarhizium (T1) et Phéromone + ramassage des charançons (T2)



**Figure 4.** Courbes d'évolution du niveau des taux d'infestation dans les parcelles en jachère avec la Phéromone + Metarhizium (T1) et Phéromone + ramassage des charançons (T2)

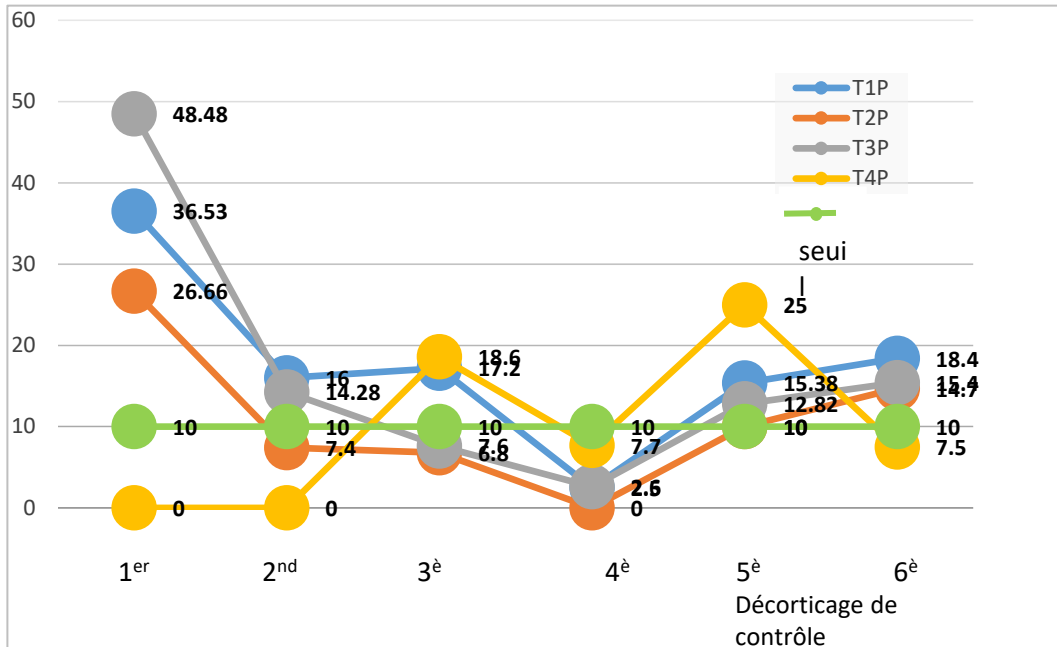
### Efficacité de *Metarhizium sp.* en plantation établie

Le premier contrôle d'infestation larvaire opéré en début de l'expérience a montré que les deux paramètres (coefficient et taux d'infestation) étaient au-dessus du seuil dans tous les traitements (Figures 5 et 6). Après application des traitements, toutes les infestations induites par les différents traitements sont descendues sous les seuils au 4<sup>e</sup> contrôle, sauf dans le traitement T4p (pseudotronc et piègeage colombien) où les attaques de charançons ont augmenté. Dans les parcelles T1p, T2p et T3p, le coefficient d'infestation est resté inférieur au seuil jusqu'à la fin de l'expérimentation (Figure 5). Le traitement associant le Thiaméthoxame (insecticide chimique) à l'application mensuelle de *M. anisopliae* (T2p) a été le plus efficace. Il a maintenu les attaques de charançons inférieures aux seuils : tout au long de l'expérience, pour le coefficient d'infestation (figure 5), et du deuxième au cinquième décortilage pour le taux d'infestation (figure 6). Globalement ce traitement a réduit l'attaque du charançon de 23,70 %. Ce traitement a été suivi par le traitement (T3p) celui de l'application de l'insecticide chimique seul. A la lumière du coefficient d'infestation, tous les traitements ont permis de rester en dessous du seuil (0 à 5) du 2<sup>e</sup>me au 6<sup>e</sup>me contrôle, soit environ 12 mois. Bien que les taux d'infestation aient été différents et selon les traitements et les périodes de contrôle, ils étaient inférieurs au seuil pour tous les traitements au 4<sup>e</sup> contrôle (0 à 7,7 %). Après cette période, les taux d'infestation sont passés au-dessus de la limite (figure 6).



**Figure 5.** Courbes d'évolution du coefficient d'infestation dans les parcelles des issues différents traitements





**Figure 6.** Courbes d'évolution des taux d'infestation dans les parcelles issues des différents traitements

## Discussion

Le piégeage de masse dans une jachère améliore le contrôle des charançons et protège les champs voisins des charançons adultes migrateurs, de même que les futures plantations. Dans une étude de piégeage menée en Guadeloupe, la population de charançons capturés était la plus élevée 10 à 20 semaines après le début de l'automne et diminuait à zéro après neuf mois (Rhino *et al.* 2010). Mais toutes ces études reconnaissent la pénibilité de récolter des charançons et, de visiter des pièges. Et c'est cette contrainte majeure que nous souhaitons lever avec l'utilisation de pièges inoculés avec le champignon *Metarhizium*. Les pièges une fois posés ne sont remplacés qu'au bout d'un mois. Les charançons visitant les pièges se contaminent et meurent, allégeant ainsi l'intervention et la consommation de main-d'œuvre cruciale dans les bananeraies.

Dans la présente étude, l'infestation larvaire a été significativement réduite (sous le seuil 5), après six mois de piégeage en jachère sur les deux traitements phéromone + *Metarhizium* et Phéromone + collecte de charançons. Des résultats similaires ont été obtenus par Alpizar *et al.* (2012), qui ont constaté une réduction significative des populations de *C. sordidus* dans les bananeraies du Costa Rica, en utilisant des pièges appâtés à la phéromone pendant 12 mois. Toutefois, des résultats différents ont été observés en Ouganda, qui ont montré que l'utilisation de quatre ou huit pièges ha<sup>-1</sup> appâtés

avec des phéromones synthétiques n'a pas réussi à réduire les populations de *C. sordidus* ou les dégâts à 21 mois de piégeage (Tinzaara *et al.* 2007). La faible efficacité de ce système de piégeage en Ouganda a été attribuée à une technologie de gestion des cultures de bas niveau, en particulier l'association de la banane plantain avec d'autres cultures, un mauvais contrôle des mauvaises herbes et la présence de résidus de culture qui nourrissent et abritent le ravageur dans la plantation. (Tinzaara *et al.* 2007). Il conviendrait alors de relever que le piégeage au *Metarhizium* serait plus efficace si les conditions d'attraction des phéromones sont efficaces et aussi si les autres mesures sanitaires telles que l'enlèvement des résidus végétaux pouvant héberger les charançons sont satisfaites.

Dans les plantations établies, les résultats ont montré que la lutte biologique seule ne peut pas contrôler efficacement les infestations de charançons même si une réduction des infestations a été observée. Les niveaux d'infestation larvaire enregistrés par l'application mensuelle du champignon entomopathogène *Metarhizium* uniquement étaient inférieurs à ceux dus aux produits chimiques. Les produits chimiques ont un effet immédiat alors que ceux des agents biologiques s'installent dans le temps. Il convient également de souligner que l'efficacité des pièges pour évaluer la population de *C. sordidus* dépend de plusieurs facteurs qui peuvent affecter l'efficacité du champignon (Mbwana *et al.* 1998, Gold *et al.* 2002). La combinaison de la méthode chimique et de l'utilisation du champignon entomopathogène *Metarhizium* a donné la meilleure gestion des charançons avec des niveaux d'infestation inférieurs aux seuils. Aby *et al.* en 2015a ont montré que les produits chimiques utilisés dans les bananeraies n'affectaient pas le développement du champignon *Metarhizium* comme le confirment les résultats de nos travaux.

## Conclusion

Les pièges inoculés avec le champignon entomopathogène *M. anisopliae* sont considérés comme une alternative prometteuse pour lutter contre les charançons du bananier. L'utilisation de 20 pièges par ha appâtés avec phéromone + inoculum de *Metarhizium* dans les jachères a réduit l'infestation par *C. sordidus* et les dégâts lors de la replantation. Cette stratégie peut contribuer à réduire l'utilisation de produits chimiques dans la production de bananes et à réduire l'utilisation d'une main-d'œuvre de plus en plus coûteuse. Dans les champs, le test a démontré que *M. anisopliae* pouvait être intégré aux méthodes existantes pour le meilleur contrôle du charançon du bananier *C. sordidus*.

## Remerciements

Toutes ces méthodes sont testées dans des bananeraies en Côte d'Ivoire. Le projet a été financé par le FIRCA (Fonds Interprofessionnel de la Recherche et Conseil Agronomique). Nous sommes reconnaissants aux gestionnaires des plantations.

## Références:

1. Aby, N., Badou, J., Traoré, S., Kobenan, K., Kéhé, M., Thiémélé, D. E. F., Gnonhoui G., Koné D., (2015b). Inoculated Traps, an Innovative and Sustainable Method to Control Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* in Banana and Plantain Fields. *Advances in Crop Science and Technology*. 3.
2. Aby, N., Séka, C. L., Traoré, S., Kobénan, K. et Kouakou, T. H. (2015a). Effects of some fungicides and nematicides used in a banana plantation on pathological characteristics of *Metarhizium* sp., biological agent control of banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4(6): 1050-1065.
3. Aby, N. (2013). Lutte biologique contre le charançon noir du bananier, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptère: Curculionidae) en Côte d'Ivoire: Caractéristiques entomopathologiques d'isolats locaux de *Metarhizium* sp testés sur les populations au laboratoire et en bananeraie. Thèse de Doctorat unique Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Côte d'Ivoire, 181p.
4. Aby, N., Kobenan, K., Kehe, M., Gnonhoui, P., Kone, D., Zouzou, M. (2010). *Metarhizium anisoplae*: parasite du charançon noir du bananier *Cosmopolites sordidus* dans les bananeraies Ivoiriennes. *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol. 7 (1): 729-741. <http://www.biosciences.elewa.org> , ISSN 2071 – 7024
5. Armendariz, I., Landzuri, P., Ulloa, S. (2014). Buenas practicas para el control del Picudo del Platano, *Cosmpolites sordidus*, en Ecuador. Technical Report Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE. IASA 1 y 2.
6. Devault, D. A., Karolak, S., Levi, Y., Rousis, N. I., Zuccato, E., Castiglioni, S. (2018). Exposure of an urban population to pesticides assessed by wastewater-based epidemiology. in a Caribbean island *Science of the Total Environment*, 644, 129–136.
7. Gold, C. S., Okech, S. H., Nokoe, S. (2002). Evaluation of pseudostem trapping as a control measure against banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) in Uganda. *Bulletin of Entomological Research*. 92(1):35–44.

8. Joachim, C., Veronique-Baudin, J., Ulric-Gervaise, S., Pomier, A., Pierre-Louis, A., Vestris, M., Novella, J. L., Drame, M., Macni, J., Escarmant, P. (2019). Cancer burden. in the Caribbean: An overview of the Martinique cancer registry profile. *BMC Cancer*, 19, 239.
9. Mbwana, A. S. S., Rukazambuga, N. D. T. M. (1998). Banana IPM in Tanzania. In: Frison, E., Gold, C. S., Karamura, E. B., Sikora, R. A., editors. *Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa. Proceeding Workshop on Banana IPM held in Nelspruit, South Africa, 23–28 November 1998. Montpellier: INIBAP; 1999. p. 237–245*
10. Okolle, N. J., Ngosong, C., Nanganoa, L.T., et Dopgima, L. L. (2020). Alternatives to synthetic pesticides for the management of the banana borer weevil (*Cosmopolites sordidus*) (Coleoptera: Curculionidae). *CAB Reviews*, 15(026), 1–24.
11. Rhino, B., Dorel, M., Tixier, P., Risède, J. M. (2010). Effect of fallows on population dynamics of *Cosmopolites sordidus*: toward integrated management of banana fields with pheromone mass trapping (p). *Agricultural and Forest Entomology*. 12(2):195-202.
12. Shinde, D., Wadaskar, P., Bhoyar, M. (2015). Banana weevil and its management. *Indian Farmer*, 2, 182–184.
13. Tinzaara, W., Gold, C. S., Dicke, M., Huis, A. V., Nankinga, C. M., Kagezi, G. H., Ragama, P. E. (2007). The use of aggregation pheromone to enhance the dissemination of *Beauveria bassiana* for the control of the banana weevil in Uganda. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 111– 124.

## Perforations Tympaniques: Aspects Epidemiologiques et Etiologiques en OrL au Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio de Lome au Togo

*Foma Winga, MD, MA*

*Amana Essobiziou, MD*

*Reoulebaye Djim Hervey, MD*

*Ananidjin G eremie, MD*

*Boko Uziel, MD*

*Amana Bathok ed eu, MD, Prof.*

Université de Lomé, CHU Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p64](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p64)

Submitted: 24 August 2022

Accepted: 10 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Winga F., Essobiziou A., Hervey R.D., G eremie A., Uziel B. & Bathok ed eu A. (2023). *Perforations Tympaniques: Aspects Epidemiologiques et Etiologiques en OrL au Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio de Lome au Togo*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 64. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p64>

### Résumé

**Objectif :** décrire les aspects épidémiologiques et étiologiques des perforations tympaniques. **Patients et Méthode:** Il s'est agi d'une étude rétrospective descriptive des perforations de la membrane tympanique au service d'ORL du centre hospitalier universitaire Sylvanus Olympio de Lomé allant du 1<sup>er</sup> Janvier 2021 au 31 Mai 2022.  taient inclus tous les dossiers des patients dont la plainte ou l'une des plaintes se rapportait à l'oreille, avec entre autres, une perforation tympanique à l'examen otoscopique. Les données ont été traitées et analysées par le logiciel SPSS 28.0. **Résultats :** 153 dossiers ont répondu aux critères d'étude. L'âge moyen des patients était de 29 ans avec une étendue de la variable de 9 mois à 83 ans. Le sexe masculin a été rapporté dans 79 cas avec un sex-ratio de 1,1. Les patients exerant une fonction libérale représentaient 34% des cas. Le motif de consultation était une otorrhée purulente dans 40,5% des cas. L'otoscopie avait montré une perforation unilatérale dans 83,7% des cas dont 43,8% des cas à droite. Cette perforation était non marginale dans 79,2% des cas et non ponctiforme dans 56,7% des cas. Les perforations étaient dues à l'otite moyenne aigue dans 51% des cas, à

l'otite moyenne chronique suppurée simple dans 24,2% des cas et aux traumatismes dans 22,8% des cas. **Conclusion:** la perforation tympanique est souvent due à l'otite moyenne aiguë chez les patients jeunes consultant pour une otorrhée purulente dans le contexte d'exercice des auteurs.

---

**Mots-clés:** Tympan ; perforation tympanique ; otite moyenne ; traumatisme du tympan

---

## **Tympanic Performations: Epidemiological and Etiological Aspects in Ent Department at the Sylvanus Olympio University Hospital Center in Lomé, Togo**

*Foma Winga, MD, MA*

*Amana Essobiziou, MD*

*Reoulembaye Djim Hervey, MD*

*Ananidjin Gérémie, MD*

*Boko Uziel, MD*

*Amana Bathokédéou, MD, Prof.*

Université de Lomé, CHU Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

---

### **Abstract**

**Objective:** To describe the epidemiological and etiological aspects of tympanic perforations. **Method:** A descriptive retrospective study of perforations of the tympanic membrane presenting in the ENT department of the Sylvanus Olympio university hospital in Lomé from January 1, 2021 to May 31, 2022. All records patients whose chief complaint or one of the complaints was ear related including a tympanic perforation on otoscopic examination, were considered and included in the data collection. Data was processed and analyzed using SPSS 28.0. **Results:** 153 files met the study criteria. The average age of patients was 29 years old with a variable range between 9 months 83 years. The male gender was reported in 79 cases with a sex ratio of 1.1. Patients exercising a liberal profession represented 34% of cases. The main reason for consultation was purulent otorrhea in 40.5% of cases. Otoscopy had shown a unilateral perforation in 83.7% of cases including 43.8% of cases on the right ear. This perforation was non-marginal in 79.2% of cases and irregular in 56.7% of cases. Perforations were following acute otitis media in 51% of the cases, simple chronic suppurative otitis media in 24.2% of the cases and traumatic injury in 22.8% of the cases. **Conclusion:** Tympanic perforation is often due to acute otitis media, particularly in young patients.

---

**Keywords:** Eardrum; tympanic perforation; acute otitis media; chronic otitis media; eardrum trauma

## **Introduction**

La perforation de la membrane tympanique est une perte de substance créant une communication anormale entre l'oreille moyenne et le conduit auditif externe. Elle doit être distinguée de l'atrophie tympanique où la perte de substance n'intéresse que la couche fibreuse de la membrane tympanique, des poches de rétraction ou d'invagination et des atélectasies (Tringali S. et al., 2013). La membrane tympanique est composée de deux parties d'importance inégale : la pars tensa, la plus importante et pars flaccida. La Pars tensa est une membrane fibreuse, élastique, épaisse, résistante et la pars flaccida qui est dépourvue de couche fibreuse. En structure transversale, la membrane tympanique est composée de trois couches différentes : une couche épidermoïde cutanée, une couche moyenne fibreuse (lamina propria) et une couche interne en continuité avec la muqueuse de la cavité tympanique. Les perforations peuvent être marginales ou non marginales. Elles peuvent intéresser un des quatre cadrans du tympan à savoir antéro- supérieur , antéro-inferieur, postéro-supérieur et postéro-inferieur.

Selon l'OMS il y a environ 150 million de patients atteints de perforation de la membrane tympanique dans le monde (Acuin J., 2004) La perforation tympanique est généralement la conséquence d'une maladie de l'oreille (otite moyenne aiguë, otite moyenne chronique), d'un traumatisme (gifle, blast, fracture du rocher, brûlure ou autre.) ou d'effets iatrogènes dus à un traitement. Les perforations causées par des traumatismes évoluent généralement vers la guérison à type de cicatrisation spontanée tandis que l'otite chronique est le principal facteur de risque de perforation persistante de la membrane tympanique. La prise en charge des perforations tympaniques est faite par la myringoplastie voire la tympanoplastie. Aucune étude n'a encore été réalisée au Togo sur les perforations tympaniques. Cette étude a été initiée dans le but d'évaluer la situation et faire le point sur la question dans le cadre d'un développement de l'otologie chirurgicale qui est encore limitée par le plateau technique insuffisant.

## **Patients et methode**

Il s'est agi d'une étude rétrospective descriptive des perforations de la membrane tympanique au service d'ORL et de Chirurgie Cervico-faciale du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) Sylvanus Olympio de Lomé. Les dossiers de malades reçus du 1<sup>er</sup> Janvier 2021 au 31 Mai 2022 soit une période de 17 mois ont été étudiés. Tous les dossiers des patients dont la plainte ou l'une des plaintes se rapportait à l'oreille, avec entre autres, une perforation

tympanique à l'examen otoscopique ont été consultés pour cette étude. L'examen otoscopique se faisait à la lampe frontale (Miroir de Clar). Les cas de découverte fortuite de perforation tympanique séquellaire dans le cadre d'un examen général sans plainte otologique, n'ont pas été considérés.

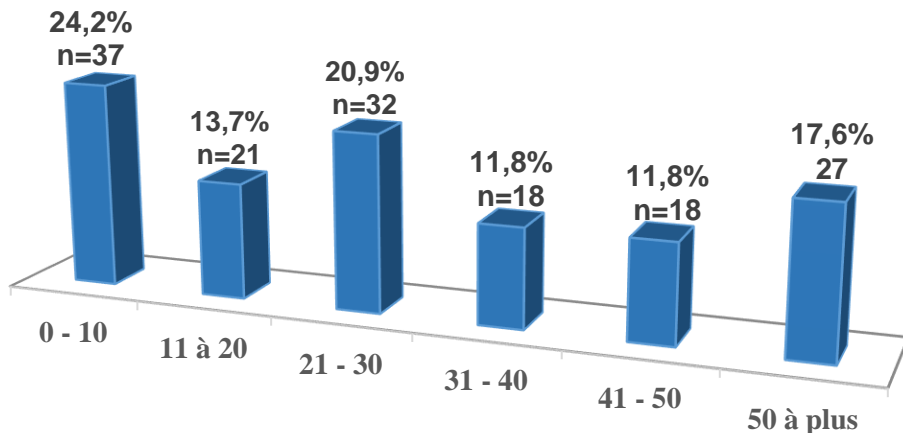
Pour la réalisation de cette étude, une fiche d'exploitation a été élaborée, comprenant les variables à l'étude notamment les données sociodémographiques et cliniques.

Le recueil des données a été effectué à partir des dossiers médicaux après relecture des observations cliniques. Les données collectées ont été saisies sur EXCEL (Microsoft Office, 2013). L'analyse statistique a été exécutée à l'aide du logiciel SPSS

## Resultats

Cent cinquante et trois patients avaient consulté pour une perforation tympanique au service d'ORL du CHU Sylvanus Olympio de Lomé, durant la période de l'étude.

L'étendue de la variable âge est comprise entre 9 mois et 83 ans avec une moyenne de 29 ans (**Figure 1**).

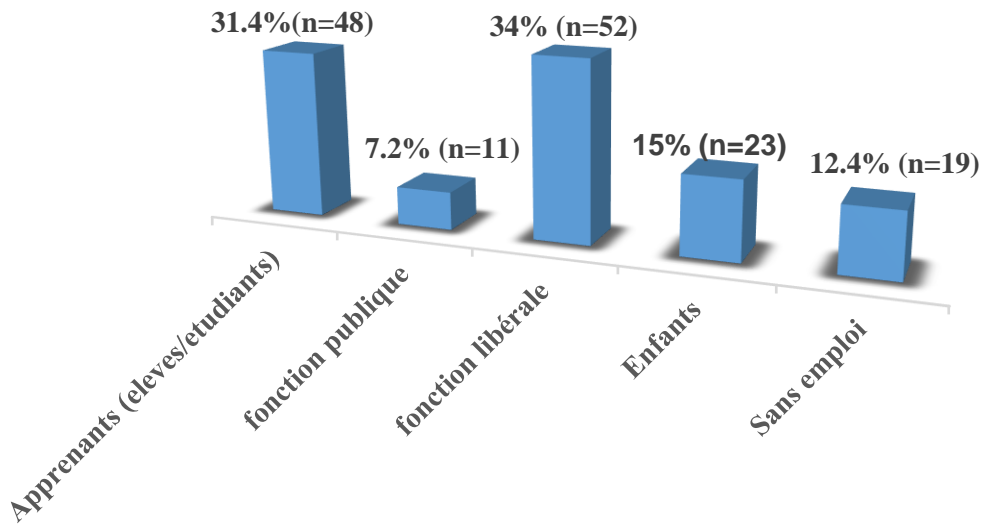


**Figure 1.** Répartition des patients selon l'âge

Parmi les 153 patients, il y avait 79 de sexe masculin (51,0%) et 75 de sexe féminin (49,0%) soit un sex-ratio de 1,05.

Concernant l'occupation des patients, 34 % (n= 52) exerçaient une profession libérale et 31,4% (n=48) étaient des apprenants (**Figure 2**)





**Figure 2.** Répartition des patients selon la profession

Les principaux symptômes rapportés ou signes fonctionnels incluent l'otorrhée purulente dans 62 cas, soit 40,5%, l'otalgie dans 31 cas, soit 20,3% et l'otalgie associée à l'otorrhée dans 25 cas, soit 16,3% (**Tableau I**).

**Tableau I.** Répartition des patients en fonction du motif de consultation

|                                  | n          | %            |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Otorrhée seule                   | 62         | 40,5         |
| Otalgie seule                    | 31         | 20,3         |
| Acouphènes seuls                 | 1          | 0,7          |
| Hypoacousie seule                | 10         | 6,5          |
| Otorragie seule                  | 5          | 3,3          |
| Otalgie + Otorrhée               | 25         | 16,3         |
| Otalgie + Otorragie              | 4          | 2,6          |
| Otalgie + Otorrhée + Hypoacousie | 12         | 7,8          |
| Otalgie + Otorrhée + Acouphènes  | 3          | 2,0          |
| <b>Total</b>                     | <b>153</b> | <b>100,0</b> |

L'examen otoscopique avait mis en évidence :

- Une perforation bilatérale dans 16,3% des cas ;
- Une perforation unilatérale dans 83,7% des cas dont 43,8% à droite.

La perforation était centrale dans 71 cas, soit 39,9 %, antérieure dans 50 cas, soit 28,1% et postérieure dans 36 cas, soit 20,2 % (**Tableau II**). Elle

était ponctiforme dans 43,3 % des cas et non ponctiforme dans 56,7% des cas. Quant aux étiologies, les perforations centrales étaient dues à l'otite moyenne aiguës dans 35 cas (22,9%) et l'otite moyenne chronique suppurée simple était source des perforations subtotaux dans 12 cas soit 7,8% des cas (**Tableau III**).

**Tableau II.** Répartition des perforations selon le siège et la latéralité

|                   | Latéralité |           |                       | Total      |
|-------------------|------------|-----------|-----------------------|------------|
|                   | Droite     | Gauche    | Bilatérale            |            |
| <b>Central</b>    | 27         | 24        | 10                    | 71         |
| <b>Antérieur</b>  | 18         | 18        | 7                     | 50         |
| <b>Postérieur</b> | 15         | 15        | 3                     | 36         |
| <b>Subtotal</b>   | 7          | 4         | 4                     | 19         |
| <b>Total</b>      | 0          | 0         | 1                     | 2          |
| <b>Total</b>      | <b>67</b>  | <b>61</b> | <b>25<sup>+</sup></b> | <b>178</b> |

<sup>+</sup>25 perforations bilatérales soit 50 perforations au total

Les perforations étaient dues à une otite moyenne aiguë dans 51,7% des cas, à une otite moyenne chronique suppurée simple dans 24,2% des cas. (**Tableau III**).

**Tableau III.** Répartition des patients selon le diagnostic

| Diagnostic                                 | N                | %            |     |
|--|------------------|--------------|-----|
| Otite moyenne aiguë                        | 79               | 51,7         |     |
| Otite moyenne chronique suppurée simple    | 37               | 24,2         |     |
| Otite moyenne chronique cholestéatomateuse | 1                | 0,7          |     |
| Traumatismes                               | Extraction de CE | 6            | 3,9 |
|  | CBV (gifle)      | 13           | 8,5 |
|  | TCE/AVP          | 8            | 5,2 |
|  | Coton tige       | 8            | 5,2 |
| Otite externe nécrosante                   | 2                | 1,0          |     |
| <b>Total</b>                               | <b>153</b>       | <b>100,0</b> |     |

Légende :

CE: corps étrangers

CBV: coups et blessures volontaires

TCE: traumatisme crânio-encéphalique

AVP: accident de la voie publique

Les perforations non marginales étaient de 141 cas et dues aux otites moyennes aiguës dans 62 cas (40,5%) et aux otites moyennes chroniques dans 32 cas (20,9%). L'effectif des perforations marginales étaient 6 cas et elles étaient dues aux extractions de corps étrangers de l'oreille dans 4 cas (**Tableau IV**).

**Tableau IV.** Répartition du caractère de la perforation en fonction du diagnostic

|   | Marginal | Non marginal | Non précisé | Total      |
|---|----------|--------------|-------------|------------|
| Otite moyenne aiguë                           | 0        | 71           | 18          | <b>89</b>  |
| Otite moyenne chronique<br>suppurée simple    | 0        | 43           | 8           | <b>51</b>  |
| Otite moyenne chronique<br>cholestéatomateuse | 1        | 0            | 0           | <b>1</b>   |
| Extraction<br>de CE                           | 4        | 2            | 0           | <b>6</b>   |
| Traumatisme<br>CBV (gifle)                    | 0        | 12           | 1           | <b>13</b>  |
| TCE/AVP                                       | 1        | 6            | 1           | <b>8</b>   |
| Coton tige                                    | 0        | 6            | 2           | <b>8</b>   |
| Otite externe nécrosante                      | 0        | 2            | 0           | <b>2</b>   |
| <b>Total</b>                                  | <b>6</b> | <b>141</b>   | <b>31</b>   | <b>178</b> |

Légende :

CE: corps étrangers

CBV: coups et blessures volontaires

TCE: traumatisme cranio-encéphalique

AVP: accident de la voie publique

## Discussion

L'étude a concerné les malades reçus du 1<sup>er</sup> Janvier 2021 au 31 Mai 2022. Elle avait pour objectif de décrire les aspects épidémiologiques et étiologiques des perforations tympaniques.

La limite de l'étude était les dossiers mal renseignés et l'absence de microscope pour la précision de certaines otoscopies ; ce qui pourrait impacter la description de certaines caractéristiques de la perforation tympanique.

L'âge moyen des patients était de 29 ans avec l'étendue de la variable comprise entre 9 mois et 83 ans. Ces résultats étaient identiques à ceux d'autres auteurs dans de la littérature (Kulduk E et al., 2013 et Asher M et al., 2019) où on notait un âge moyen de  $29,4 \pm 10,14$  et  $35,71$  ans (étendue de la variable : 16 et 62 ans).

Il y avait 79 patients de sexe masculin (51,0%) avec sex-ratio de H/F de 1,1. Ce résultat se rapproche d'études menées au Nigéria et au Sénégal (Sogebi OA et al., 2018 ; Tall A et al, 2012) qui avaient noté un sexe ratio H/F de 1,5. Par contre, dans une étude en Turquie (Asher M et al., 2019) une prédominance féminine avec sexe ratio H/F de 0,5. Il en ressort que la perforation tympanique ne semble pas être influencée par le sexe.

La fonction libérale était majoritaire avec 34 %, suivi des apprenants avec 31,4%. Peu de données dans la littérature font allusion à la fonction des patients dans les perforations tympaniques. Et aucune particularité n'a été notée concernant la profession dans les perforations tympaniques de la présente étude.

L'oreille droite était atteinte dans 43,8% des cas et l'oreille gauche 39,9%. Ces résultats sont similaires à d'autres études (Rana AK et al., 2020 ; Shrikrishna BH et al., 2013) confirmant le caractère le plus souvent unilatéral de la perforation tympanique.

La perforation était centrale dans 39,9% des cas, antérieure dans 28,1% et postérieure dans 20,2% des cas. Les sièges sont variables dans la littérature. Maalej F et al. (Maalej F et al., 2018) avait retrouvé dans leur série des perforations tympaniques de siège antérieur (23,9%), postérieur (17,9%) et inférieur (29,3%).

La perforation était non marginale dans 79,2 % des cas et marginale dans 3,4 % des cas. Les perforations non marginales sont séparées du cadre tympanique osseux sur toute leur circonférence par une margelle résiduelle ou par l'anneau fibreux faisant d'elle des perforations non dangereuses. (Tringali S et al., 2008). Les perforations à risque de cholestéatome sont souvent marginales, facilitant la migration de la peau du conduit auditif externe dans la caisse du tympan. Un seul cas de cholestéatome a été noté dans cette série. Les autres perforations marginales dans la présente série, bien que d'origine traumatique, sont à risque d'évolution vers un cholestéatome. L'amélioration des conditions techniques de prise en charge des corps étrangers et la surveillance à long terme des extractions traumatiques sont nécessaires.

La taille de la perforation est largement étudiée par plusieurs auteurs, elle est répartie en petite, moyenne et grande perforation. Dans la présente étude les perforations étaient non ponctiformes (moyenne et grande) dans 56,7% des cas et ponctiforme (petite) dans 43,3% des cas. Ces résultats sont inférieurs aux données de Shoman (Shoman NM, 2019) où les perforations étaient de grande taille chez 73% des malades et de petite taille chez 27%. L'appréciation de la taille des perforations pourrait être biaisée car ayant été faite uniquement au miroir de Clar en l'absence de moyens otoscopiques plus élaborées dans notre pratique.

Les perforations étaient dues à une otite moyenne aiguë dans 51,7 % des cas, à une otite moyenne chronique suppurée simple dans 24,2% des cas. Les causes des perforations tympaniques sont variables mais l'otite moyenne aiguë et l'otite moyenne chronique suppurée simple reviennent souvent au premier rang dans la plupart des études (Olowookere SA et al., 2008, Avnstorp MB et al., 2016).

L'existence de la perforation du tympan a deux conséquences pour le patient à savoir le risque de surinfection de la caisse du tympan et l'installation d'une surdité de transmission. La réparation de cette perforation fait appel à des techniques chirurgicales et un plateau technique appropriés (Bayram A et al., 2020, Yegin Y et al., 2016). Dans le contexte d'exercice des auteurs de ce travail, le plateau technique limité rend difficile la prise en charge de ces perforations tympaniques.

## Conclusion

Cette étude rétrospective démontre que la perforation tympanique est plus fréquente chez les jeunes et due à une otite moyenne aigüe, une otite moyenne chronique suppurée simple ou un traumatisme. Il est important de faire la prévention et le traitement adéquat des causes des perforations tympaniques afin d'éviter d'avoir à prendre en charge chirurgicalement les séquelles dans un milieu au plateau technique limité.

## References:

1. Tringali S, Dubreuil C, Bordure P. (2008). Les perforations tympaniques et les greffes de tympan. *Ann. Otolaryngol* ; 125(5):261-72.
2. Acuin J. (2004). Child and adolescent health and development prevention of blindness and deafness. *Geneva World Health Organ* ; 6-22.
3. Kulduk E, Dundar R, Soy FK, Guler OK, Yukkaldiran A, Iynen I, Bozkus F. (2015). Treatment of Large Tympanic Membrane Perforations: Medial to Malleus Versus Lateral to Malleus. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* ; 67(2):173-9.
4. Aslier M, Özay H, Gürkan S, Kırkım G, Güneri EA. (2019). The Effect of Tympanic Membrane Perforation Site, Size and Middle Ear Volume on Hearing Loss. *Turk Arch Otorhinolaryngol* ; 57:86-90.
5. Sogebi OA, Oyewole EA, Mabifah TO. (2018). Traumatic tympanic membrane perforations: characteristics and factors affecting outcome. *Ghana Med J* ; 52(1):34-40.
6. Tall A, N'diaya M, Diom ES, Nao EE, Deguenonvo RED, Diouf R. (2012). Myringoplastie par la technique des boutonnières. *JORL* ; 28(6) : 7-11.
7. Rana AK, Upadhyay D, Yadav A, Prasad S. (2020). Correlation of Tympanic Membrane Perforation with Hearing Loss and Its Parameters in Chronic Otitis Media: An Analytical Study. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* ; 72(2):187-93.
8. Shrikrishna BH, Jyothi AC, Sanjay G, Samson SG. (2013). Age and gender differences in the incidence of non-cholesteatomatous chronic suppurative otitis media. *Int J Res Pharma Biomed Sci* ; 4(4):1172-4.
9. Maalej F, Kallel S, Chaabouni MA, Hammami B, Charfeddine I, Ghorbel A. (2018). Rapport entre le siège et la taille de la perforation tympanique et la perte auditive dans les otites moyennes chroniques simples. *J. TUN ORL* ; 40(5): 7-11.
10. Shoman NM. (2019). (Clinical and audiometric outcomes of palisade cartilage myringoplastie under local anesthetic in an office setting). *Am J Otolaryngol*; 40(4): 482-6.

11. Olowookere SA, Ibekwe TS, Adeosun AA. (2008). Pattern of tympanic membrane perforation in ibadan: a retrospective study. *Ann Ib Postgrad Med*; 6(2):31-3.
12. Avnstorp MB, Homoe P, Bjerregaard P, Jensen RG. (2016). Otite moyenne suppurative chronique, pathologie de l'oreille moyenne et perte auditive correspondante chez une cohorte d'enfants groenlandais. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 83(6):148-53.
13. Bayram A, Bayar Muluk N, Cingi C, Bafaqeeh SA. Success rates for various graft materials in tympanoplasty. (2020). A review. *J Otol* ;15(3):107-11.
14. Yegin Y., Celik M., Koc AK, Küfeciler L., Elbistanlı MS, Kayhan FT. (2016). Comparison of temporalis fascia muscle and full-thickness cartilage grafts in type 1 pediatric tympanoplasties. *Braz J Otorhinolaryngol*; 82 : 695–701



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Qualité Biologique de l'Eau de Consommation et Mal-Adaptabilités Biologiques chez des Enfants de 6 à 59 Mois de Milieux Socio-Sanitaires Différents**

***N'guessan Pazé Kouamé, Doctorant***

***Firmin Kouassi Kouakou, Docteur, Maître de conférences***

Département de Paléoanthropologie. Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB). Laboratoire de Biomorphologie et d'Anthropologie physique rattaché aux Unités de Formation et de Recherche en Sciences Humaines et Sociales et en OdontoStomatologie de l'UFHB

***Julien Coulibaly Kalpy Médecin- microbiologiste- Maître de recherches***

Institut Pasteur d'Abidjan, Côte d'Ivoire

***Kouakou Jérôme Kouadio, Docteur, Maître de Conférences***

Département de Paléoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB). Laboratoire de Biomorphologie et d'Anthropologie physique rattaché aux Unités de Formation et de Recherche en Sciences Humaines et Sociales et en OdontoStomatologie de l'UFHB

***Siméon Kouassi Kouakou, Professeur titulaire***

Département d'Archéoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB). Côte d'Ivoire

***Jean-Bertin Beugré, Professeur titulaire***

Laboratoire de biomorphologie, UFR d'odonto-stomatologie d'Abidjan, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB), Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p74](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p74)

---

Submitted: 25 October 2022

Accepted: 21 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Kouamé N.P., Kouakou F.K., Kalpy J.C., Kouadio K.J., Kouakou S.K. & Beugré J. (2023) *Qualité Biologique de l'Eau de Consommation et Mal-Adaptabilités Biologiques chez des Enfants de 6 à 59 Mois de Milieux Socio-Sanitaires Différents*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 74. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p74>

---

## Résumé

Les mal-adaptabilités biologiques de l'enfant semblent être le produit des stimulations offertes par le milieu de vie. L'influence de celles-ci sur le fonctionnement biophysique de l'enfant n'est pas suffisamment examinée. La présente étude se propose de comparer les mal-adaptabilités biologiques des enfants consommant une eau de qualité pathogène à celles de leurs pairs ayant accès à une eau de qualité non pathogène. Cet examen a porté sur 152 enfants ivoiriens âgés de 6 à 59 mois. Chez ces derniers, des prélèvements d'eau selon la source disponible dans le ménage ont été analysés. Ces analyses ont permis de déterminer le niveau de contamination microbiologique en recourant à la méthode de la filtration sur membrane. L'examen des mal-adaptabilités biologiques des deux groupes d'enfants s'est fait en considérant les fréquences de pathologies physiques récurrentes en une année. Les résultats montrent que les sujets qui consomment une eau de qualité pathogène présentent une fréquence de mal-adaptabilités biologiques supérieure à celle de leurs pairs consommant une eau de meilleure qualité microbiologique. Par exemple, les pathologies hydriques, telles les infections entériques, sont significativement différentes entre les deux groupes de nourrissons et d'enfants. On note respectivement une fréquence de 8,9% ; 7,2% contre 0% ; 0%. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle la qualité microbiologique de l'eau consommée dans un milieu de vie constitue un facteur qui exerce une action différentielle sur l'apparition des mal-adaptabilités biologiques.

---

**Mots-clés:** Qualité de l'eau, conditions socio-sanitaires, mal-adaptabilité biologique, enfants, Abidjan, Cote d'ivoire



## **Biological Quality of Drinking Water and Biological Maladjustments in Children Aged 6-59 Months Living in Different Socio-sanitary Settings**

*N'guessan Pazé Kouamé, Doctorant*

*Firmin Kouassi Kouakou, Docteur, Maître de conférences*

Département de Paléoanthropologie. Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB). Laboratoire de Biomorphologie et d'Anthropologie physique rattaché aux Unités de Formation et de Recherche en Sciences Humaines et Sociales et en OdontoStomatologie de l'UFHB

*Julien Coulibaly Kalpy Médecin- microbiologiste- Maître de recherches*

Institut pasteur d'Abidjan, Côte d'Ivoire

*Kouakou Jérôme Kouadio, Docteur, Maître de Conférences*

Département de Paléoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB). Laboratoire de Biomorphologie et d'Anthropologie physique rattaché aux Unités de Formation et de Recherche en Sciences Humaines et Sociales et en OdontoStomatologie de l'UFHB

*Siméon Kouassi Kouakou, Professeur titulaire*

Département d'Archéoanthropologie, Institut des Sciences Anthropologiques de Développement (ISAD), Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB). Côte d'Ivoire

*Jean-Bertin Beugré, Professeur titulaire*

Laboratoire de biomorphologie, UFR d'odonto-stomatologie d'Abidjan, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan Cocody (UFHB), Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The biological maladjustments of the child seem to be the product of the stimuli offered by the living environment. The influence of these stimuli on the biophysiological functioning of the child has not been sufficiently examined. The present study compares the biological maladjustments of children consuming water of pathogenic quality with those of their peers having access to water of non-pathogenic quality. The study involved 152 Ivorian children aged 6 to 59 months. Water samples were taken from these children according to the source available in the household. These analyses were used to determine the level of microbiological contamination using the membrane filtration method. The examination of the biological maladjustments of the two groups of children was done by considering the

frequencies of recurrent physical pathologies in one year. The results show that subjects consuming water of pathogenic quality have a higher frequency of biological maladjustments than their peers consuming water of better microbiological quality. For example, waterborne pathologies such as enteric infections are significantly different between the two groups of infants and children. The frequency was 8.9% and 7.2% respectively, compared to 0% and 0%. These results support the hypothesis that the microbiological quality of the water consumed in a living environment is a factor that exerts a differential action on the occurrence of biological maladjustments.

---

**Keywords:** Water quality, socio-sanitary settings, biological maladjustment, children, Abidjan, Ivory Coast

## Introduction

L'organisme d'un individu en interaction avec son milieu semble parfois dans l'incapacité de contrôler les stimulations négatives de ce dernier. L'ensemble des dysfonctionnements produit par cette incapacité biologique renvoie au vocable de mal-adaptabilités biologiques. Selon Moran (2000) elles désignent l'apparition de maladies physiques sous certaines conditions environnementales. Froment et al. (2007) précisent que ces stimulations négatives du milieu peuvent provenir de la qualité de l'apport nutritionnel. Dans la perspective de Kouamé et al. (2019), elles désigneraient les acquisitions biologiques d'un organisme sous l'action du niveau d'hygiène lié aux dispositions socio-sanitaires du milieu de vie. En somme, les mal-adaptabilités biologiques de l'enfant seraient le produit d'un processus d'ajustement biologique à la qualité des ressources alimentaires disponibles dans le milieu de vie.

En effet, le milieu habituel d'un individu est doté d'un ensemble de commodités notamment des équipements qui contribuent à son épanouissement et son bien-être. Lorsque les ménages ne disposent pas suffisamment de moyens financiers, ils ne sont pas en mesure d'équiper leur cadre de vie d'infrastructures de qualité. Un tel milieu se caractériserait par l'absence de systèmes d'évacuation adéquats des eaux usées et d'équipements d'accès à l'eau de qualité. Dans ces conditions de manque d'équipements à l'eau de qualité, l'enfant aurait accès à une eau issue d'une source dont la qualité n'est pas contrôlée. En ville, par exemple, en l'absence des équipements de fourniture d'eau potable dans le ménage, l'eau est acquise auprès de revendeurs privés qui la collecte à l'aide d'un équipement d'accès à l'eau potable et la transporte dans des récipients (Kouamé et al. 2019). Ce processus d'approvisionnement en eau semble favoriser la contamination bactérienne par des mains ou des récipients sales. La consommation de cette

eau serait à l'origine d'agression des systèmes de défenses de l'organisme. Il en résulterait l'apparition de pathologies physiques chez l'enfant.

En revanche, chez des enfants issus d'un milieu proposant régulièrement de l'eau du robinet, les stimulations biologiques de ce dernier seraient différentes. Dans un tel milieu, la présence d'équipements d'accès à l'eau raccordés à un réseau de distribution d'eau potable tels que les robinets facilite l'accès à l'eau potable pour la consommation (OMS, 2017). Cette eau consommée par l'enfant serait essentiellement structurée en éléments de construction de qualité. Elle serait de ce fait, en mesure de fournir à l'enfant les nutriments nécessaires à un bon fonctionnement. En d'autres termes, cette eau ne serait pas truffée de bactéries et microbes pathogènes pour l'organisme. Cette eau non pathogène, présenterait l'avantage d'être à l'origine chez l'enfant, d'une absence voire d'une faible fréquence de pathologies physiques.

De ce qui précède, il apparaît que le niveau d'hygiène de l'eau exposerait différemment le fonctionnement biologique de l'organisme d'un enfant. En d'autres termes, la qualité microbiologique de l'eau de consommation pourrait influencer différemment l'adaptabilité biologique des enfants.

La relation entre les conditions socio-sanitaires et l'adaptabilité biologique a intéressé de nombreux auteurs. Par exemple, Kouadio et al. (2018) ont examiné l'influence de la structuration socio-sanitaire sur la fréquence des mal-adaptabilités biologiques chez des enfants vivant dans des milieux de vie différents. Dans cette perspective, Lee et al. (2020) révèlent l'existence d'un lien entre les conditions d'accès à l'eau potable et la survenue des mal-adaptabilités diarrhéiques.

Il semble que ces études n'aient pas suffisamment mis l'accent sur la qualité microbiologique de l'eau comme un élément du milieu de vie susceptible d'influencer les acquisitions physiologiques de l'enfant.

Notre objectif était d'examiner la relation entre la qualité microbiologique de l'eau de consommation et le niveau de mal-adaptabilités biologiques.

## **Méthodologie**

### **Matériels**

L'influence des mal-adaptabilités biologiques en lien avec la qualité de l'eau semble se poser de façon récurrente dans les pays en développement. Dans ces pays, les populations sont confrontées au déficit des équipements d'accès à l'eau potable et au manque d'infrastructures sanitaires de gestion des déchets de qualité (Sy et al., 2017). La Côte d'Ivoire, un pays de l'Afrique de l'ouest est confrontée à cette réalité socio-environnementale (Angoua et al., 2018).

Selon les observations d'Angoua, les quartiers défavorisés sont des milieux qui présentent des conditions de vie qui ne sont pas en faveur de l'épanouissement et du bien-être des individus. Les personnes vivant dans ces milieux supportent de ce fait, la plus lourde part du fardeau des problèmes de santé liés à l'environnement (Hardoy et al., 2001). Considérant ces observations, le quartier précaire Adjouffou de la commune de Port-Bouët a été sélectionné. Ce milieu se caractérise par une insuffisance des infrastructures d'assainissement et des équipements d'accès à l'eau potable dans les ménages (UN-Habitat, 2012). Dans ces milieux de vie, les enfants constituent une proportion importante des habitants (INS, 2017). Le dernier recensement de la population ivoirienne montre que les enfants, notamment ceux de 0 à 5 ans, représentent un effectif qui avoisine 16% de la population en général (INS, 2014).

Dans ces conditions, l'on s'intéresse aux mal-adaptabilités biologiques chez les enfants de moins de cinq ans vivant dans le quartier socio-sanitaire défavorisé Adjouffou de la commune de Port Bouët. Ils sont composés de filles et de garçons dont les mères sont presque toutes des ménagères et les pères exerçant des activités d'ouvriers, de petits métiers (peintre, carreurs, maçons, des conducteurs d'automobiles de transport) et de commerçants. En outre, l'on note que ces enfants vivent dans des familles de grande taille (plus de six personnes). Ainsi, la situation de vie de ces enfants est loin d'être identique à celle de leurs homologues nés dans des milieux avantageusement structurés. Les stimulations négatives du milieu socio-sanitaire défavorisé pourraient être mesurées en le confrontant à ceux de leurs pairs vivant dans un milieu pourvu d'équipement d'accès à l'eau et d'assainissement de qualité.

Les enfants vivants à Koumassi au quartier Remblais constituent le second sous-échantillon examiné dans le présent travail. Ce quartier abrite une grande proportion de familles ayant un meilleur accès à l'eau potable. Il est pourvu des équipements d'évacuation des eaux usées et des ordures solides de qualité. Dans cette catégorie, l'on observe également des filles, des garçons dont les parents sont des fonctionnaires, des cadres d'entreprises, des cadres de l'administration publique, du privé et des entrepreneurs. Ils sont issus de famille de petite taille (1 à 3 enfants). La commune de Koumassi dans le quartier Remblais se caractérise par un cadre offrant des stimulations socio-sanitaires meilleures que celles du quartier Adjouffou.

Considérant ces caractéristiques sociodémographiques, économiques et socio-sanitaires comme critères d'inclusions, 425 enfants ont été retenus. Vu l'impossibilité de réaliser des prélèvements d'eau de consommation dans l'ensemble des ménages, l'examen de la question a été réalisée auprès de 152 enfants. Le choix des lieux des prélèvements tenant compte de la fréquence des sources utilisées pour l'eau, a abouti à 152 prélèvements chez les enfants issus des milieux socio-sanitaires différents. Dans ce groupe d'enfants, on a

85 âgés de 6 à 59 mois vivant dans un milieu socio-sanitaire défavorisé, dépourvu d'équipements d'accès à l'eau potable. Le second groupe comprend 67 enfants qui ont un âge similaire aux précédents enfants. L'ensemble de ces deux groupes d'enfants constitue l'échantillon sur lequel a porté cette étude.

## **Méthodes**

La présente étude s'inscrit dans une approche transversale à visée analytique. Elle examine les mal-adaptabilités biologiques des enfants consommant une eau de qualité biologique différente. Ces enfants vivant dans les ménages des quartiers choisis ont été sélectionnés au hasard. Dans le cadre d'une première enquête, des femmes ayant un enfant dont l'âge est compris entre 6 et 59 mois, ont été soumises à un questionnaire composé de 47 questions. Ces questions portent aussi bien sur les caractéristiques sociodémographiques, socio-sanitaires et économiques des parents (mère et père) que celles de leurs progénitures. Ce questionnaire a mesuré la fréquence de la survenue d'une pathologie au cours d'une année (1 an). Cette étape s'est réalisée avec le consentement des mères. Le dépouillement des réponses a permis de sélectionner 425 enfants âgés de 6 à 59 mois dont les mères présentent un âge compris entre 26 et 45 ans. Deux cent-vingt-cinq (225) de ces enfants vivent dans un milieu socio-sanitaire défavorisé (Port-Bouët) et deux-cents (200) du milieu socio-sanitaire favorisé (Koumassi).

Une deuxième enquête a permis de collecter des données sur la qualité microbiologique de l'eau. La qualité microbiologique de l'eau dans ces ménages a été évaluée en recherchant la présence et en dénombrant des bactéries indicatrices de contamination fécale (coliformes fécaux), des coliformes totaux, des streptocoques fécaux et des clostridium sulfuro-réducteurs. Pour ce faire, l'on a eu recours aux milieux de cultures permettant l'isolement de ces bactéries par la méthode de la filtration sur membrane en cellulose de nitrate de porosité de 0.45 micromètre de diamètre. Il s'agit respectivement du milieu VRBL (Violet Red blue lactose) incubés à 44 degré Celsius pour les Coliformes fécaux et à 37 degré Celsius pour les Coliformes totaux. L'isolement des clostridium sulfuro-réducteurs a recouru à la gélose nutritive Viande Foie. Les streptocoques fécaux ont été recherchés au moyen de la gélose Bile Esculine Agar (BEA). L'ensemble de ces opérations d'isolement au moyen de milieux de culture ont été réalisés par l'usage de boîte de pétri de 55 mm de diamètre.

Le traitement des données sur les mal-adaptabilités biologiques issues du questionnaire s'est fondé sur des catégories d'âge des enfants. Celles-ci sont formées en se référant au niveau de maturation physiologique proposé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2006). Les données ont été analysées en considérant deux différents groupes d'enfants : les enfants de 6 à 24 mois et de 25 à 59 mois. Pour chaque groupe d'enfants, les mal-

adaptabilités biologiques ont été présentées sous forme de fréquences. Les données microbiologiques ont été exprimées en Unités Formant Colonies pour 100 ml (UFC/100 ml), conformément aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé sur le niveau de contamination de l'eau de consommation (OMS, 2017).

Tenant compte du niveau de contamination de l'eau prélevé dans les milieux de vie comparés, un seuil susceptible d'être associé au risque d'apparition d'une pathologie liée à l'eau a été défini. Le seuil non pathogène de l'eau pour 100 ml d'eau est inférieur à 100 UFC pour les Coliformes totaux. Tandis qu'une eau pathogène contiendrait une quantité supérieure à 100 UFC / 100 ml.

Ainsi, les fréquences des pathologies liées à l'eau pathogène et non pathogène ont été établies chez les différents groupes d'enfants. Par conséquent, le test de khi 2, le test de Fisher et le test de T-student ont été utilisés comme les tests statistiques appropriés pour la recherche de différences significatives entre les mal-adaptabilités observées entre les enfants. L'ensemble des traitements statistiques ont été réalisés au moyen du logiciel SPSS version 23.

## Résultats

**Tableau 1.** Comparaison de la fréquence des mal-adaptabilités biologiques chez des nourrissons de 6 à 24 mois consommant une eau de qualité différente

| Qualité hydrique | Sexe | Effectif | Aucune maladie | Paludisme   | Fièvre      | Infections respiratoires | Infections intestinales |
|------------------|------|----------|----------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------------------|
| QHP              | G    | 10       | 44,4           | 33,3        | 11,1        | 11,1                     | 3,7                     |
|                  | F    | 16       | 37,6           | 25,1        | 31,3        | 0,0                      | 5,1                     |
| QHNP             | G    | 7        | 66,7           | 16,7        | 0           | 16,7                     | 0,0                     |
|                  | F    | 10       | 44,4           | 0,0         | 0           | 33,3                     | 0,0                     |
| Test de fisher   |      | 43       | 0,477<br>ns    | 0,312<br>ns | 0,030*<br>s | 0,027*s                  | 0.000*s                 |

QHP : Qualité hydrique pathogène ; QHNP : Qualité Hydrique non Pathogène ; G : Garçon ; F : Fille ; s : différence statistique significative ; ns : différence statistique non significative  
QHP: Pathogenic water quality; QHNP: Non-pathogenic water quality; B: Boy; G: Girl; s: statistically significant difference; ns: statistical difference not significant

Chez les nourrissons de 6 à 24 mois, la fréquence des pathologies observées plus de trois fois par an est statistiquement différente entre les deux groupes d'enfants consommant une eau de qualité différente ( $p= 0,021^*$ ). Cependant, la fréquence du paludisme est statistiquement similaire entre les deux groupes d'enfants formées selon la qualité de l'eau qu'il consomme. En revanche, la fréquence des fièvres, des pathologies respiratoires et des infections entériques ( $p<0,05$ ) est différente entre les deux groupes de nourrissons (Confère tableau 1).

**Tableau 2.** Comparaison de la fréquence (%) des mal-adaptabilités biologiques chez des nourrissons de 25 à 59 mois consommant une eau de qualité microbiologique différente

| Qualité hydrique | Sexe | Effectif | Aucune  | Paludisme | Fièvre  | Infections respiratoires | Infections intestinales |
|------------------|------|----------|---------|-----------|---------|--------------------------|-------------------------|
| QHP              | G    | 37       | 18,9    | 62,2      | 10,8    | 2,7                      | 2,7                     |
|                  | F    | 22       | 31,8    | 54,5      | 4,5     | 4,5                      | 4,5                     |
| QHNP             | G    | 26       | 11,11   | 55,6      | 0,0     | 33,3                     | 0,0                     |
|                  | F    | 24       | 28,0    | 36,0      | 0,0     | 36,0                     | 0,0                     |
| Test de Fisher   |      | 109      | 0,502ns | 0,423 ns  | 1,000ns | 0,000*s                  | 0,023*s                 |

QHP : qualité hydrique pathogène ; QHNP: qualité hydrique non pathogène; S : sexe ; F: Fille; G: Garçon; s: différence statistiquement significative; ns: différence statistiquement non significative

QHP: Pathogenic water quality; QHNP: Non-pathogenic water quality; B: Boy; G: Girl; s: statistically significant difference; ns: statistical difference not significant

Chez les enfants de 25 à 59 mois, lorsque l'on compare la fréquence des pathologies les plus contractées par année, on n'observe aucune différence pour la plupart des mal-adaptations biologiques. En revanche, les enfants issus du milieu proposant une eau de qualité microbiologique pathogène présentent des fréquences des pathologies respiratoires (7,2%) statistiquement inférieure par rapport à ceux consommant une eau de qualité non pathogène (0% ; 69,3 %). En outre, les infections entériques observées chez les derniers enfants cités sont inférieures à celles de leurs homologues défavorisés (0% contre 7,2%) (confère tableau 2).

**Tableau 3.** Comparaison de la proportion d'échantillons contaminés (positif) en fonction de la structuration socio-sanitaire du milieu de vie

|                            | VRBL (37 °C) | VBRL (44°C) | BEA   | VF |
|----------------------------|--------------|-------------|-------|----|
| Echantillon du MSSD (N=85) | 100          | 100         | 100   | 0  |
| Echantillon du MSSF (N=67) | 100          | 0           | 85,07 | 0  |
| Khi2                       |              | 0,194 ns    |       |    |

MSSD : Milieu Socio-sanitaire défavorisé ; MSSF. : Milieu Socio-sanitaire favorisé ; N : Effectif ; s : Différences significatives ; ns : Différences statistiques non significatives

MSSD : Disadvantaged Socio-Health Environment; MSSF : Favoured Social and Health Environment; N: Number ; s: statistically significant difference; ns: statistical difference not significant

Les fréquences des échantillons positifs selon le genre de bactéries recherchées ne donnent pas de différences statistiques. L'ensemble (100%) des prélèvements réalisées auprès des enfants du milieu socio-sanitaire défavorisé donnent des échantillons positifs sur les géloses nutritives utilisées pour la recherche des Coliformes totaux, des Coliformes thermotolérant, des streptocoques fécaux. Cependant aucun (0 %) Clostridium Sulfuro-réducteurs

recherché sur la gélose Viande Foie. Ces fréquences sont similaires aux réactions positives sur les milieux d'isolement pour les échantillons du milieu socio-sanitaire favorisé (respectivement 100% ; 0% ; 85,07% ; 0%) (Confère tableau 3).

**Tableau 4.** Comparaison du niveau de contamination de l'eau consommée en fonction de la structuration socio-sanitaire

|                    | MSSD          |         | MSSF          |       |                |
|--------------------|---------------|---------|---------------|-------|----------------|
| Bactéries          | UFC/<br>100ml | E-T     | UFC/100<br>ml | E-T   | Test t-student |
| Alcaligenes sp     | 1398,9        | 2719,78 | 12            | 14,14 | 0,489 ns       |
| Acinetobacter sp   | 2222,2        | 4160,34 | 8             | 1,40  | 0,624 ns       |
| Citrobacter sp     | 1162,37       | 1934,05 | 0             | 0     | 0,606 ns       |
| Enterobacter sp    | 1759,66       | 4196,06 | 50,33         | 66,44 | 0,333 ns       |
| Burkholderia sp    | 223           | 0       | 0             | 0     | 0,256 ns       |
| Hafnia sp          | 339,66        | 394,21  | 99            | 0,7   | 0,650 ns       |
| Flaviobacterium sp | 2508,81       | 4423,05 | 15            | 0     | 0,601 ns       |
| Klebsiella sp      | 3356,36       | 5802,82 | 0             | 0     | 0,458 ns       |
| Serratia sp        | 454,4         | 559,87  | 0             | 0     | 0,625 ns       |

MSSD : Milieu Socio-sanitaire défavorisé ; MSSF : Milieu Socio-sanitaire favorisé ; N : Effectif ; E-T : Écart-type ; UFC : Unité Formant Colonie ; s : Différences statistiques significatives ; ns : Différences statistiques non significatives, sp : species probable

MSSD : Disadvantaged Socio-Health Environment; MSSF : Favoured Social and Health Environment; N: Number ; E-T : standard deviation ; UFC : Colony Forming Unit ; s : statistically significant difference; ns: statistical difference not significant ; sp : Probable species

Dans le milieu socio-sanitaire défavorisé, le niveau de bactéries isolées dépasse la quantité pouvant nuire à sa qualité (UFC > 100/ 100 ml). En revanche, le niveau de contamination des bactéries isolées dans l'eau consommée dans le milieu socio-sanitaire favorisé est inférieur au seuil pathogène (<100UFC/100 ml). IL s'agit du genre *Alcaligenes* sp (99 UFC moyen), *Enterobacter* sp (50,33 UFC moyen), *Flaviobacterium* sp (15 UFC moyen), *Alcaligenes* sp (12 UFC moyen), *Acinetobacter* sp (8 UFC moyen) (Confère tableau 4). La plupart sont des bactéries pathogènes opportunistes. Cependant, on note la présence du genre *Enterobacter* dans l'eau consommée par les enfants issus du milieu socio-sanitaire favorisé (Confère tableau 4).

Quel sens pouvons-nous donner à ces résultats ?

## Discussion

L'examen de l'influence de la qualité microbiologique de l'eau en lien avec les acquisitions biophysiques d'un enfant donnent des résultats significatifs. En effet, les fréquences des mal-adaptabilités respiratoires et intestinales sont différentes entre les enfants comparés selon la qualité de l'eau consommée (Confère tableaux 1 et 2). Cependant, les fréquences du paludisme



et de fièvres sont équivalentes entre les deux groupes. Les résultats observés s'expliquent de plusieurs raisons.

Une explication des différences de mal-adaptabilités entériques serait relative à la structuration socio-sanitaire du milieu de vie entre les deux groupes d'enfants. Il faut souligner que les enfants consommant une eau de qualité pathogène vivent dans un milieu marqué par l'insalubrité. On a observé dans ces milieux de vie de l'eau stagnante et des déchets solides dans les rues. Elles sont produites par les habitudes de vie des familles. En effet, l'absence de fosses destinées à l'évacuation adéquate des eaux usées conduit les habitants de ce milieu à déverser les eaux usées notamment l'eau de la vaisselle, de la lessive et des toilettes des enfants dans la rue. L'accumulation des eaux usées serait favorable au développement et à la propagation d'agents pathogènes tels des parasites, des bactéries dans le cadre de vie. La promiscuité des habitations dans ces milieux conduit les enfants à jouer dans les rues. Cette situation crée un contact des mains des enfants avec ces pathogènes microscopiques. Dans ces conditions, l'usage multiple des récipients pour se servir à boire, associé à la mauvaise hygiène des mains aurait pour conséquence une pollution de l'eau ingérée par le nourrisson ou l'enfant. Ainsi, l'organisme serait exposé à des dysfonctionnements liés à l'action perturbatrice des bactéries ingérées. En clair, le niveau de contamination microbiologique du milieu de vie se révèle être une source des mauvaises acquisitions physiologiques ; notamment les infections entériques (Kouamé et al., 2019 ; Null et al., 2018). Cette adaptabilité biologique négative est certainement l'une des raisons pour laquelle l'on observe que les enfants issus du milieu socio-sanitaire défavorisé sont ceux qui disposent d'une eau dont le niveau de contamination est élevé (Confère tableaux 3 et 4).

Ces observations confortent celles faites antérieurement. Ces études apportent l'information selon laquelle les enfants qui vivent dans des milieux offrant un cadre non hygiénique, jonché de déchets solides et liquides sont enclins à présenter des dysfonctionnements biophysiques qui modifient le processus d'acquisition biologique de l'enfant (Momberg et al., 2020; Luby et al., 2018). Autrement dit, lorsque le milieu ne permet pas à l'enfant d'assurer ses besoins physiologiques les plus fondamentaux, la structure socio-sanitaire du milieu de vie ne serait pas favorable à l'expression du potentiel bio-intrinsèque de ce dernier. Cette situation d'insatisfaction des besoins et de l'exposition à l'insalubrité entraîne une fragilisation des systèmes de défense de l'organisme de l'enfant et crée, par ricochet, des mal-adaptabilités biologiques. Cette influence a été observée par Possilétya et al. (2019). Ils ont observé que dans un milieu de bas standing (précaire) la prolifération des ordures ont favorisé la survenue d'infections diarrhéiques, respiratoires aiguës et du paludisme plus fréquemment que chez les enfants évoluant dans un milieu de type résidentielle bénéficiant d'un service

d'évacuation des ordures solides et structuré d'équipements d'évacuation des déchets liquides. Le milieu socio-sanitaire défavorisé se présente comme une source de mal-adaptabilités biologiques.

Un autre facteur de la différence de fréquence des mal-adaptabilités biologiques trouve également ses fondements dans l'état nutritionnel de mères des enfants. L'on semble observer chez les mères des enfants qui n'ont pas accès à une eau de qualité, une malnutrition gestationnelle. Cet état biologique de l'organisme des mères aurait pour conséquence la naissance des bébés de petits poids et éventuellement des enfants enclins à des dysfonctionnements biologiques. Cette relation est probable d'autant plus que les mères des enfants consommant une eau de qualité pathogène vivent dans des conditions socio-économiques défavorisées (Desyibelew & Dadi., 2019). Dans ces conditions, les mères très souvent occupées par leurs activités ne sont pas en mesure de se procurer une alimentation régulière. De même, le manque de ressources financières ne leur offrirait pas la possibilité de bénéficier d'une alimentation fortifiée; riche en vitamines. Ces observations confirment celles réalisées par Koletzko et al. (2019) qui montrent que la qualité de la nutrition avant et pendant la grossesse induisent des effets à long terme sur la santé ultérieure de l'enfant, y compris le risque de maladies.

Un facteur supplémentaire pourrait expliquer les fréquences des mal-adaptabilités biologiques tels que le paludisme et les infections respiratoires entre les enfants examinés selon la qualité microbiologique de l'eau. Ce facteur porte sur l'environnement de vie. En effet, dans le milieu de vie des enfants consommant une eau de mauvaise qualité, on a observé de l'insalubrité et une production de fumée à proximité des maisons. Ce milieu se révèle être une source de propagation d'agents biologiques perturbateurs du système de défenses de l'organisme. Ces enfants seraient confrontés d'une part aux bactéries et aux vecteurs de maladies telles les mouches et moustiques du fait de l'insalubrité. Ces agents seraient à l'origine de dysfonctionnements de l'organisme tels que le paludisme chez ces enfants. D'autres part, la pollution de l'air à laquelle s'exposent les enfants vivant à proximité des voies à grande circulation de la ville pourraient engendrer des réactions biologiques dues à l'action des microparticules et gaz inhalés.

Ces observations corroborent celles faites par El Ghazi et al. (2020) qui ont montré que les résidents des zones de fort trafic routier sont susceptibles d'être exposés aux maladies respiratoires que ceux avoisinant les zones d'activités industrielles, une autre source de pollution de l'air. Cependant, les enfants du milieu socio-sanitaire favorisé ayant accès à une eau de qualité, sont plus exposés aux maladies respiratoires que leurs pairs évoluant dans un milieu différent (Confère tableaux 1 et 2). Cette différence trouve une explication dans la capacité bio intrinsèque des enfants à résister aux stimulations négatives de leur milieu de vie. Ainsi, l'incapacité des enfants

évoluant dans le milieu socio-sanitaire favorisé à contrôler ou à résister à des stimulations négatives régulières de l'air qu'il respire serait à l'origine des mal-adaptabilités biologiques observées. Cette relation est possible, que selon Bahino et al.(2018), les zones présentant de fortes pollutions de l'air à Abidjan se trouvent proches des gares routières, des marchés du fait des embouteillages dans ces lieux et des fumoirs de poissons. Les lieux où vivent les enfants consommant une eau de bonne qualité se retrouvent près d'un grand marché desservant la commune de Marcory et Koumassi. Cette situation géographique, associée à la circulation routière, dégraderait fortement la qualité de l'air. De ce fait, les enfants de ces milieux ne sauraient contrôler les effets néfastes liés à de telles expositions de l'air de mauvaise qualité.

Les observations faites sur les mal-adaptabilités biologiques des enfants, dans le cadre de cette étude, sont loin d'être isolées. Elles sont semblables à celles effectuées dans d'autres contextes, notamment en Afrique et dans divers pays en développement. Elles sont similaires à celles faites par Diallo (2021) à Dakar au Sénégal, Luby et al. (2018) au Bangladesh rural, Sy et al. (2017) en Mauritanie. Les mal-adaptabilités biologiques, considérant la qualité microbiologique de l'eau, se présentent comme le produit des réactions de l'organisme des enfants.

L'examen des mal-adaptabilités biologiques chez des enfants sous l'effet de la qualité de l'eau est spécifique. Elle est différente de la plupart des travaux s'inscrivant dans cette perspective (Kouakou et al. 2012 ; Gärtner et al.2021 ; Kouamé et al. 2019). Contrairement à ces travaux, elle aborde l'action de la qualité microbiologique de l'eau consommée par les enfants dans des contextes de vie et conditions socio-sanitaires différents.

## **Conclusion**

Les mal-adaptabilités biologiques chez l'enfant seraient soumis à l'action de la qualité de l'eau de consommation. L'examen de ce lien auprès d'enfants âgés de 6 à 59 mois a permis de mettre en évidence un effet différentiel de la qualité de l'eau sur le développement des mal-adaptabilités biologiques.

Ainsi, les nourrissons et les enfants qui ingèrent une eau de qualité pathogène présentent une fréquence de mal-adaptabilités biologiques liées à l'eau supérieure à leurs pairs qui bénéficient d'une eau de qualité non pathogène. La qualité microbiologique de l'eau se révèle être un facteur qui influence l'adaptabilité biophysique. De ce fait, il apparaît nécessaire que les autorités publiques initient des projets d'adduction en eau potable dans ces quartiers socio-sanitaires défavorisés. Ces efforts pourraient permettre un meilleur accès à l'eau potable, favorable à l'expression du potentiel bio intrinsèque des enfants. Il faut également initier des campagnes de sensibilisation régulières auprès des populations des milieux socio-sanitaires

défavorisés dans le but de les amener à adopter des comportements de gestion de l'eau, empreints d'hygiène environnementale et des équipements de conservation.

Les travaux ultérieurs mettant l'accent sur le temps d'exposition aux bactéries pathogènes sur les acquisitions biologiques permettraient d'apporter suffisamment de réponses à la question de l'adaptabilité biologique.

### **Remerciements**

Les auteurs remercient les chefs et les membres des ménages des quartiers Adjouffou et Remblais pour leur disponibilité et leur participation à l'étude.

### **Conflits d'intérêts**

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflits d'intérêts.

### **References:**

1. Angoua, E., Dongo, K., Templeton, M. R., Zinsstag, J., & Bonfoh, B. (2018). Barriers to access improved water and sanitation in poor peri-urban settlements of Abidjan, Côte d'Ivoire. *PloS one*, 13(8), e0202928. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202928>.
2. Bahino, j. (2018). analyse de la qualité de l'air dans les zones urbaines en Afrique : caractérisation de la pollution gazeuse des espèces chimiques NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> et O<sub>3</sub> à abidjan et cotonou (doctoral dissertation, université félix houphouët-boigny).
3. Desyibelew, H. D., & Dadi, A. F. (2019). Burden and determinants of malnutrition among pregnant women in Africa : A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 14(9), e0221712
4. Diallo, A.I. (2021), études des bactéries environnementaux associés à la diarrhée chez les enfants de moins de cinq ans en milieu semi urbain Dakarais en 2018. *Revue Africaine et malgache pour la recherche scientifique/science et santé*, 1(3).
5. El Ghazi, I., Berni, I., Menouni, A., Amane, M., Kestemont, M. P., & El Jaafari, S. (2020). Étude de la relation entre l'exposition à la pollution atmosphérique liée au trafic routier et l'incidence des pathologies respiratoires au niveau de la ville de Meknès, Maroc. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 31(3), 428-443.
6. Froment, A., Bley, D., & Enel, C. (2007). *Anthropologie épidémiologique : la dimension médicale de l'écologie humaine. L'homme et sa diversité. Perspectives et enjeux de l'anthropologie biologique*, Paris, CNRS Éditions, 69-81.

7. Gärtner, N., Germann, L., Wanyama, K., Ouma, H. et Meierhofer, R. (2021). Garder l'eau des kiosques propre : Stratégies pour réduire la recontamination pendant le transport et le stockage dans l'est de l'Ouganda. *Recherche sur l'eau X*, 10, 100079.
8. INS,(2017). La situation des femmes et des enfants en Côte d'Ivoire. Enquête par grappe à indicateurs multiples. (Abidjan : Côte d'Ivoire). pp. 442.  
[https://www.unicef.org/cotedivoire/sites/unicef.org.cotedivoire/files/2019-01/C%25C3%25B4te%2520d%2527Ivoire\\_MICS%25202016.pdf](https://www.unicef.org/cotedivoire/sites/unicef.org.cotedivoire/files/2019-01/C%25C3%25B4te%2520d%2527Ivoire_MICS%25202016.pdf)
9. INS,(2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014 (Abidjan : Institut Nationale de la Statistique), pp. 49.
10. Koletzko, B., Godfrey, K. M., Poston, L., Szajewska, H., Van Goudoever, J. B., De Waard, M., ... & Zalewski, B. M. (2019). Nutrition during pregnancy, lactation and early childhood and its implications for maternal and long-term child health : the early nutrition project recommendations. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(2), 93-106.
11. Kouadio, K. J., Kouassi, K. F., & Kouamé, N. P. (2018). Adaptabilité Biologique Chez Des Enfants Issus De Milieu De Vie Différent. *European Scientific Journal, ESJ*, 14(18), 178. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n18p178>
12. Kouamé, N. P., Kouadio, K. J. et Kouassi, K. F. (2019). Développement physique des enfants de milieu de vie et de niveau d'adaptabilité biologique différent. *Antropo*, (41), 1-15.
13. Moran, E. F. (2000). *Human adaptability: An introduction to ecological anthropology*, 2e éd. Boulder, Colorado: Westview Press, p 446
14. Lee, G. O., Whitney, H. J., Blum, A. G., Lybik, N., Cevallos, W., Trueba, G., Levy, K. et Eisenberg, J. (2020). Household coping strategies associated with unreliable water supplies and diarrhea in Ecuador, an upper-middle-income country. *Water research*, 170, 115269. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115269>
15. Lin, A., Arnold, B. F., Afreen, S., Goto, R., Huda, T.M., Haque, R., Raqib.R.,Unicomb,L., Ahmed,T., John M. Colford Jr. Et Luby.S.P. (2013). Conditions environnementales des ménages sont associées à des troubles de la croissance et de l'entéropathie au Bangladesh Rural. *American Journal and Hygiene*, 89 (1), 130-137.
16. Luby, S.P, Rahman, M., Arnold, BF, Unicomb, L., Ashraf, S., Winch, PJ, ... et Colford Jr, J.M. (2018). Effets de la qualité de l'eau, de l'assainissement, du lavage des mains et des interventions nutritionnelles sur la diarrhée et la croissance des enfants dans les

- zones rurales du Bangladesh : un essai contrôlé randomisé en grappes. *The Lancet Global Health*, 6 (3), 302-315. doi: 10.1016/S2214-109X(17)30490-4
17. Kouakou, J. G. S., Oga, S., Claon, S., Bama, M., Koua, D. M., Houénou, Y., & Kouadio, L. K. (2012). Conditions d'accès et de stockage de l'eau : enquête dans les ménages en zone périurbaine à Abidjan en 2010. *Santé Publique*, 24(2), 133-142.
  18. Momberg, DJ, Voth-Gaeddert, LE, Ngandu, BC, Richter, L., May, J., Norris, SA, & Said-Mohamed, R. (2020). Facteurs d'eau, d'assainissement et d'hygiène (WASH) associés à la croissance entre la naissance et l'âge de 1 an chez les enfants à Soweto, Afrique du Sud : résultats de l'étude Soweto Baby WASH. *Journal de l'eau et de la santé*, 18 (5), 798-819.
  19. Null, C., Stewart, C.P., Pickering, A.J., Dentz, H.N., Arnold, B.F., Arnold, C.D., ... et Colford Jr, J.M. (2018). Effets de la qualité de l'eau, de l'assainissement, du lavage des mains et des interventions nutritionnelles sur la diarrhée et la croissance des enfants dans les zones rurales du Kenya : un essai contrôlé randomisé en grappes. *The Lancet Global Health*, 6 (3), 302-315. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30490-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30490-4).
  20. OMS (2017). Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4<sup>e</sup> éd. Intégrant le premier additif. Genève : <http://apps.who.int/iris>.
  21. OMS (2006). child growth standards, *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*. *Supplement*, 450, 76–85. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2006.tb02378.x>
  22. UN-HABITAT, 2012. Côte d'Ivoire : profil urbain de port Bouët. P.32. <https://unhabitat.org/cote-divoire-profil-urbain-de-port-bouet-french>.
  23. Sy, I., Traoré, D., Diène, A. N., Koné, B., Lô, B., Faye, O., ... et Tanner, M. (2017). Eau potable, assainissement et risque de maladies diarrhéiques dans la Communauté urbaine de Nouakchott, Mauritanie. *Santé Publique*, 29(5), 741-750.

## **Etude Toxicologique et Effet Antianémique d'Un Complément Alimentaire à Base de Feuilles de *Jatropha gossypifolia* chez des Rats Wistar**

***Bleu Gomé Michel***

Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale, UFR Environnement,  
Université Jean Lorougnon GUEDE, Daloa, Côte d'Ivoire

***Ahui Bitty Marie Louise Berthe***

***Konan Brou André***

***Brou Anthelme Ange Emeline Fleur***

Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire

***Obou Constantin Okou***

Laboratoire d'Agrovalorisation, UFR Agroforesterie, Université Jean  
Lorougnon GUEDE, Daloa, Côte d'Ivoire.

***Traoré Flavien***

Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p90

Submitted: 29 August 2022

Accepted: 10 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Michel B.G., Berthe A.B.M.L., André K.B., Fleur B.A.A.E., Okou O.C. & Flavien T. (2023). *Etude Toxicologique et Effet Antianémique d'Un Complément Alimentaire à Base de Feuilles de Jatropha gossypifolia chez des Rats Wistar*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 90. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p90>

### **Résumé**

L'anémie est l'un des problèmes de santé publique les plus répandus au monde. Le présent travail a pour objectif de valoriser l'utilisation de d'évaluer l'utilisation de *Jatropha gossypifolia* (FJG). Des procédés standards sont utilisés pour caractériser les grands groupes chimique contenus dans la poudre des feuilles de *Jatropha gossypifolia*. 2 lots de 5 souris femelles ont été constitués. Le premier lot (témoin) a reçu de l'eau distillé et le second a été traité avec une dose unique de 5000 mg/kg de PC de l'extrait aqueux de FJG par gavage. 5 lots de 5 rats Wistar mâles ont été constitués et une anémie

hémolytique a été induite chez 4 lots (II à V). 20 mg/kg de poids corporel (PC) de 2,4-dinitrophénylhydrazine sont administrés pendant 7 jours. Ensuite, tous ces rats ont été nourris pendant les 14 jours qui ont suivi l'induction d'anémie : lot I : régime normal (témoin normal), lot II : régime normal (témoin négatif), lot III : régime normal+50 mg/kg de PC de Ranferon® (témoin positif), lot IV : régime normal+10% de FJG et lot V : régime normal+ 20% de FJG. Les résultats montrent que les FJG contiennent des stérols, polyterpènes, composés phénoliques, flavonoïdes, quinones, tanins catéchiques, alcaloïdes et saponosides. Par ailleurs l'extrait aqueux de feuilles de *J. gossypifolia* n'a entraîné aucun décès et n'a pas varié le poids corporel des souris dans nos conditions expérimentales. En outre, les régimes alimentaires à base de FJG ont, tous comme le Ranferon® rétabli partiellement ou totalement les différents paramètres hématologiques mesurés à la fin de l'expérimentation. Cette étude nous montre que *J. gossypifolia* possède des composés chimiques dont les polyphénols. L'extrait aqueux de feuilles de *J. gossypifolia* n'est pas toxique par voie orale et possède des propriétés antianémiques.

---

**Mots-clés:** *J. gossypifolia*, composition chimique toxicité, anémie, paramètres hématologiques



## **Toxicological Study and Anti-anaemic Effects of a Dietary Supplement Based on *Jatropha Gossypiifolia* Leaves**

***Bleu Gomé Michel***

Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale, UFR Environnement,  
Université Jean Lorougnon GUEDE, Daloa, Côte d'Ivoire

***Ahui Bitty Marie Louise Berthe***

***Konan Brou André***

***Brou Anthelme Ange Emeline Fleur***

Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire

***Obou Constantin Okou***

Laboratoire d'Agrovalorisation, UFR Agroforesterie, Université Jean  
Lorougnon GUEDE, Daloa, Côte d'Ivoire.

***Traoré Flavien***

Laboratoire de Biologie et Santé, UFR Biosciences, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

Anemia is one of the most widespread public health problems in the world. The present work aims to evaluate the antianemic effect of the leaves of *Jatropha gossypiifolia* (FJG). Standard methods are used to characterize the major chemical groups contained in the leaf powder of *Jatropha gossypiifolia*. 2 batches of 5 female mice were formed. The first batch (control) received distilled water and the second was treated with a single dose of 5000 mg/kg BW of the aqueous extract of FJG by gavage. 5 batches of 5 male Wistar rats were formed and hemolytic anemia was induced in 4 batches (II to V). 20 mg/kg body weight (BW) of 2,4-dinitrophenylhydrazine is administered for 7 days. Then, all these rats were fed for the 14 days following the induction of anemia: batch I: normal diet (normal control), batch II: normal diet (negative control), batch III: normal diet+50 mg /kg BW of Ranferon® (positive control), batch IV: normal diet + 10% FJG and batch V: normal diet + 20% FJG. The results show that FJGs contain sterols, polyterpenes, phenolic compounds, flavonoids, quinones, catechic tannins, alkaloids and saponosides. Moreover, the aqueous extract of leaves of *J. gossypiifolia* did not cause any death and did not change the body weight of mice under our experimental conditions. In addition, the FJG-based diets, like Ranferon®, partially or totally restored the various haematological parameters measured at the end of the experiment.

This study shows us that *J. gossypiifolia* has chemical compounds including polyphenols. The aqueous leaf extract of *J. gossypiifolia* is non-toxic orally and has anti-anaemic properties.

---

**Keywords:** *J. gossypiifolia*, chemical composition toxicity, anemia, hematological parameters

## Introduction

L'anémie est un problème de santé publique fréquemment rencontré dans le monde mais surtout dans les pays en voie de développement. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2008) et Stevens *et al.* (2013), environ un quart (1,62 milliards) de la population mondiale souffrirait d'anémie. Elle survient à toutes les étapes du cycle de vie, mais elle est plus fréquente chez les femmes enceintes et les jeunes enfants (OMS, 2015). Les prévalences observées en Afrique sont élevées, soit 62,3% des enfants âgés de 1 à 5 ans, 38,6% des femmes en âge de procréer et 46,3% des femmes enceintes (OMS, 2015).

En Côte d'Ivoire, 57% des femmes enceintes souffriraient d'anémie (OMS, 2017). En plus, l'anémie maternelle est associée à la mortalité et à la morbidité de la mère et du nouveau-né et notamment à des risques d'interruption de grossesse, de mortinatalité, de prématurité et d'insuffisance pondérale à la naissance (OMS, 2017).

L'anémie se définit comme un état pathologique dans lequel le nombre des hématies (donc la capacité de transport de l'oxygène) est insuffisant pour répondre aux besoins physiologiques de l'organisme (OMS, 2011). Elle est un indicateur d'une nutrition et d'un état de santé déficients et est due dans la plupart des cas à une carence martiale (OMS, 2017). Cependant, d'autres causes telles que les saignements sévères, les anomalies génétiques, les maladies infectieuses, l'utilisation prolongée de médicaments non stéroïdiens et l'exposition à des substances toxiques comme la phénylhydrazine peuvent être associées à la maladie (Assobayire *et al.*, 2001 ; Tripathi, 2003).

Plusieurs traitements sont utilisés pour la prise en charge de l'anémie. Il s'agit entre autre d'une supplémentation orale en fer, en vitamine B9 ou B12, d'injection de l'érythropoïétine, de transfusion sanguine et de greffe de moelle osseuse (Movaffaghi et Hasanpoor, 2006).

Cependant, l'OMS a fait sien le plan d'application exhaustif concernant la nutrition chez la mère, le nourrisson et le jeune enfant spécifiant une série de six (6) cibles mondiales de nutrition à atteindre d'ici 2025. Ce plan a pour objectifs entre autres, de réduire de 40% l'anémie chez les enfants de moins de 5 ans et 50% chez les femmes en âge de procréer (OMS, 2014). Les compléments alimentaires peuvent s'avérer être une solution nutritionnelle. Ils pourraient aider à lutter efficacement contre la maladie et une alternative aux

soins classiques dans les hôpitaux. A cet effet, la valorisation de ressources végétales riches en protéines et micronutriments, accessibles à moindre coût serait une stratégie pour lutter efficacement contre l'anémie (Anwar *et al.*, 2007).

Parmi les nombreuses ressources du patrimoine floristique dont dispose le continent Africain, *Jatropha gossypifolia* L., (Euphorbiaceae) est une plante présente dans les zones tropicales notamment en Côte d'Ivoire. Les feuilles sont utilisées en médecine traditionnelle pour la prise en charge de l'anémie (Félix-Silva *et al.*, 2014 ; Zannou et Koca, 2019). En outre, les feuilles, les graines et les écorces sont utilisées comme purgatifs, émétiques, cicatrisants, hémostatiques et pour le traitement traditionnelle de divers autres affections telles que le rhumatisme, les dermatoses, la lèpre, la rage, les œdèmes, les maladies cardiaques et la diarrhée (Neuwinger, 2000; Mshana *et al.*, 2000 ; Arbonnier, 2002). Plusieurs études pharmacologiques ont démontré ses effets antipaludiques, anticoagulants, anticancéreux, antidiurétiques et antihyperglycémiques de *J. gossypifolia* (Kawanga, 2007 ; Gabriel et Idu, 2021). Cependant peu d'études *in vitro* ont été rapportées sur les effets antianémiques de *J. gossypifolia*.

Le présent travail a pour objectif de valoriser l'utilisation de *J. gossypifolia* dans le traitement de l'anémie.

## **Matériel et méthodes**

### **Matériel végétal**

Le matériel végétal est composé des feuilles de *J. gossypifolia*. Elles ont été récoltées à la périphérie de Daloa, ville située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire et capitale de la région du Haut Sassandra. L'authentification de la plante a été effectuée au Centre National de Floristique à Abidjan avec l'herbier numéro 7560. Les feuilles ont été séchées à l'étuve à 50°C pendant 3 jours et broyées à l'aide d'une broyeuse électrique (Retsch SK 100, Germany). La poudre obtenue a été utilisée pour la préparation de l'extrait.

### **Matériel animal**

Il est constitué par 25 rats *Rattus norvegicus* albinos mâles, de souche Wistar, âgés de 4 à 5 mois, pesant entre 210 et 230 g et de 10 souris *Mus musculus* albinos femelles, de souche Swiss, âgées de 2 à 3 mois, de poids compris entre 20 et 30 g. Ces animaux provenaient tous du Vivarium de l'Ecole Normale Supérieure d'Abidjan où ils étaient élevés à température ambiante et avaient accès à l'eau et à la nourriture (Granulés : 15% protéines, 5,3% matières grasses) fournie par IVOGRAIN, une entreprise spécialisée en nutrition animale à Abidjan. La photopériode était de 12 heures de jour/nuit et l'hygrométrie de 55 à 60%. Ils ont été acclimatés aux conditions du laboratoire à la température de 22±2° C pendant deux semaines avant le début

des expérimentations. L'expérimentation s'est faite selon la méthode utilisée par Chibuogwu *et al.* en 2021 et Bleu *et al.* en 2022).

### **Préparation de l'extrait aqueux des feuilles de *J. gossypifolia***

Une décoction a été préparée en mettant cinquante (50) grammes de poudre dans 1 litre d'eau distillée, portés à ébullition à 100°C pendant 30 min (Kanerla *et al.*, 2012). Après refroidissement, le décocté obtenu a été doublement filtré à l'aide du coton hydrophile et du papier Whatman N°1. Le filtrat a ensuite été évaporé à 50° C à l'étuve (MEMMERT UF55, Germany) pendant 5 jours, ce qui a permis d'obtenir un extrait sec qui a été récupéré et conservé au réfrigérateur à 4°C pour la suite des travaux.

### **Screening phytochimique**

Une étude qualitative basée sur la caractérisation de certains groupes phytochimiques a été effectuée. Elle a concerné les stérols, les terpènes, les flavonoïdes, les tanins, les quinones, les saponosides et les alcaloïdes en utilisant des procédés standards (Tidiane *et al.*, 2021). Elle a été réalisée à partir de l'extrait aqueux de poudre de feuilles de *J. gossypifolia* (EAJG).

### **Etude toxicologique**

Il s'agit d'une étude de toxicité orale aiguë qui a été conduite suivant les lignes directrices 425 de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) sur des souris albinos Swiss, adultes femelles de poids compris entre 20 et 30 g (OCDE, 2008). Dans cette étude, la méthode de l'essai limite a été adoptée. Deux lots de 5 souris ont été constitués. Le premier lot (témoin) a reçu de l'eau distillée et le second a été traité avec une dose unique de 5000 mg/kg de PC de l'EAJG par gavage. Les animaux ont été préalablement mis à jeun 3 heures avant l'administration des doses.

Après le traitement, ils ont été observés pendant 24 heures avec une attention particulière les 4 premières heures puis quotidiennement jusqu'au 14<sup>ème</sup> jour. Les observations ont porté sur les symptômes suivants : tremblement, convulsion, suffoquement (problème respiratoire), salivation, diarrhée, léthargie (baisse de la mobilité), sommeil, coma. En outre, les animaux ont été pesés tous les 2 jours pendant toute la période d'observation (OCDE, 2008).

### **Induction d'anémie**

Après avoir déterminé le profil hématologique de 5 lots de 5 rats chacun, 4 lots ont été rendus anémiques par administration orale de 20 mg/kg de PC de 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH) pendant 7 jours successifs. Seuls les rats présentant une baisse du taux d'hémoglobine de plus de 30% au

8<sup>ème</sup> jour ont été considérés comme anémiques et sélectionnés pour la suite de l'expérimentation. Pour les analyses, les prélèvements sanguins ont été réalisés par ponction dans le sinus retro-orbital à l'aide de pipettes pasteur stériles (Sani *et al.*, 2015).

Le lot de rats non traités à la 2,4-DNPH a été considéré comme le lot I et les lots rendus anémiques numérotés de II à V.

### **Préparation du complément alimentaire**

Un régime alimentaire normal a été préparé pour les rats à partir d'un mélange de farines de maïs, de poisson et de coquillages d'animaux aquatiques (mollusques). Ensuite, un complément d'aliment à base de poudre de feuilles de *J. gossypifolia* (FJG) a été ajouté à ce régime pour 2 lots de rats à hauteur de 10% et de 20%.

### **Traitement des rats avec les substances antianémiques**

Après l'induction d'anémie pendant 7 jours, les lots de 5 rats ont été nourris quotidiennement à partir du 8<sup>ème</sup> jour pendant 14 jours successifs comme suite :

- Lot I : régime normal, témoin normal;
- Lot II : régime normal, témoin négatif ;
- Lot III : régime normal + antianémique standard (Ranferon® à 50 mg/kg de PC) par voie orale, témoin positif;
- Lot IV : régime normal + 10% de FJG;
- Lot V : régime normal + 20% de FJG.

Le lot I est composé de rats non anémiques et les lots de II à V sont constitués de rats anémiques.

### **Détermination des paramètres hématologiques**

A la fin du traitement, le sang des rats a été prélevé pour le dosage des paramètres hématologiques suivants à l'aide d'un automate (URIT 3000 PLUS): Globules rouges (GR), hémoglobine (Hb), hématocrite (HCT), volume globulaire moyen (VGM), teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) et concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) (Ekweogu *et al.*, 2019).

### **Traitements des données**

L'analyse statistique et la représentation graphique des données ont été réalisées grâce au logiciel GraphPad Prism 8.4.3 (San Diego, USA). Toutes les valeurs sont présentées sous forme de moyenne  $\pm$  Erreur Standard sur la Moyenne. Les différences statistiques entre les résultats ont été mesurées grâce à l'analyse des variances (ANOVA), suivie du test de comparaison multiple de Tukey-Kramer, avec un seuil de signification de 5%. Si  $p < 0.05$ , la différence est considérée comme significative ; si  $p < 0.01$  cette différence est

très significative ; pour  $p < 0.001$  la différence est hautement significative et pour  $p < 0.0001$ , cette différence est très hautement significative.

## Résultats

### Composition phytochimique de *J. gossypifolia*

Le tableau 1 résume la composition chimique des feuilles de *J. gossypifolia*.

**Tableau 1.** Composition chimique de *J. gossypifolia*

| Composés recherchés     | Réactifs/Test                 | Résultats                                      |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| Stérols et polyterpènes |                               |  |
|                         | Réaction de Liebermann+       |  |
| Composés phénoliques    |                               |  |
|                         | Réaction au Chlorure ferrique | ++   |
| Flavonoïdes             |                               |  |
|                         | Réaction à la Cyanidine       | -  |
| Quinones                |                               |  |
|                         | Réactif de Bornstraeger       | +  |
| Tanins                  |                               |  |
|                         | Catéchiques                   | Réactif de Stiasny ++                          |
|                         | Galliques                     | Réactif de Stiasny + $FeCl_3$ -                |
|                         | Alcaloïdes                    | Réactif de Dragendorff / réactif de Bouchardat |
|                         |                               | +  |
| Saponosides             |                               |  |
|                         | Mousse persistante            | +  |

(+) : Faible présence ; (++) : Forte présence ; (-) : Absence.

Le tableau 1 montre que Tous les composés testés sont présents dans les feuilles de *J. gossypifolia* à l'exception des flavonoïdes et des tanins galliques

### Toxicité orale aiguë

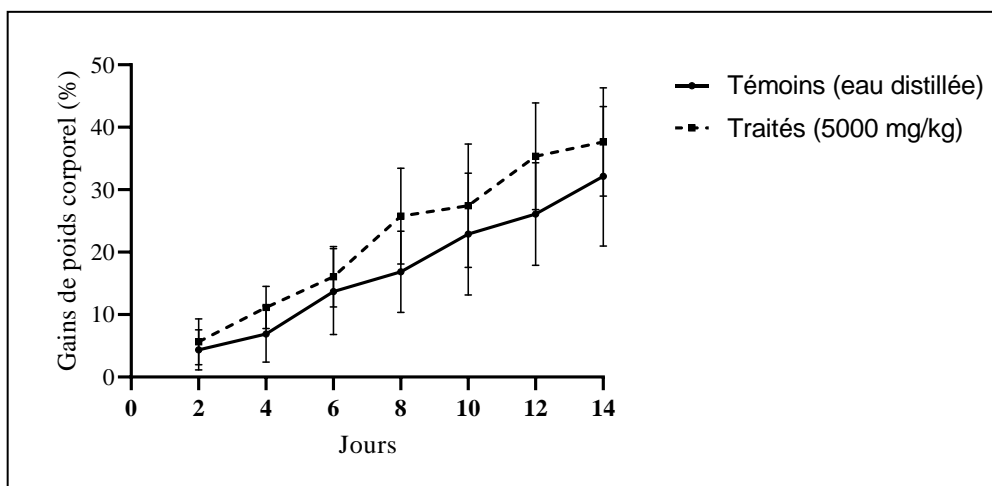
L'administration de la dose unique de 5000 mg/kg de PC de l'EAJG aux souris n'a entraîné aucun décès. Cependant, les différentes observations ont permis d'enregistrer plusieurs signes cliniques de toxicité du produit en comparaison aux témoins (Tableau 2).

L'extrait n'a provoqué aucune variation significative des gains de poids corporel des souris traitées par rapport aux témoins ( $p > 0,05$ ) pendant toute la durée d'observation (Figure 1). Les valeurs moyennes de ces gains de poids corporel sont présentées dans le tableau 3.

**Tableau 2.** Signes cliniques de toxicité enregistrés après le traitement

| Signes cliniques | Apparition |
|------------------|------------|
| Tremblements     | Oui        |
| Convulsions      | Oui        |
| Suffoquement     | Non        |
| Diarrhée         | Non        |
| Léthargie        | Oui        |
| Sommeil          | Non        |
| Salivation       | Oui        |

Ces signes ont commencé à apparaître environ 20 minutes après le traitement et ont disparu au bout de 5 heures



**Figure 1.** Evolution des gains de poids corporel des souris

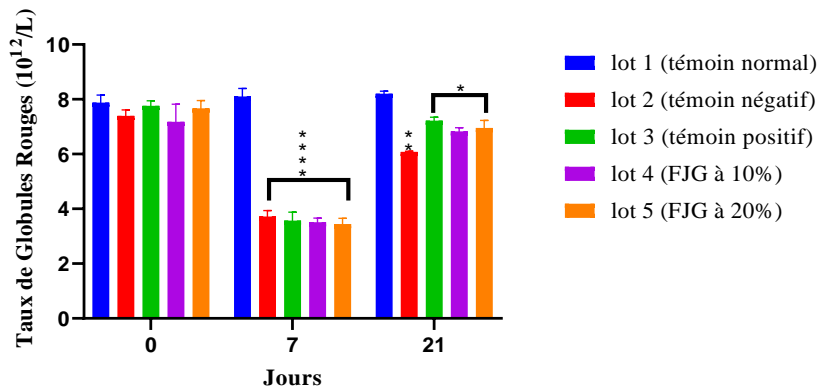
L'EAJG n'a entraîné aucune variation significative du poids des souris par rapport aux témoins ( $p > 0,05$ )

**Tableau 3 .** Gains de poids corporel des souris pendant la période d'observation

| Période d'observation<br>(Jours) | Gains de poids corporel des souris (%) |                         |   |
|----------------------------------|--|-------------------------|---|
|                                  | Témoin (eau distillée)                 | EAJG (5000 mg/kg de PC) | P |
|                                  | 24,33±3,23                             | 5,63±3,66               |   |
| 4                                | 6,91±4,50                              | 11,16±3,38              |   |
| 6                                | 13,68±6,89                             | 16,05±4,82              |   |
| 8                                | 16,83±6,51                             | 25,77±7,67              |   |
| 10                               | 22,89±9,76                             | 27,45±9,89              |   |
| 12                               | 26,12±8,24                             | 35,35±8,56              |   |
| 14                               | 32,12±11,18                            | 37,65±8,69              |   |

### Effets antianémiques desfeuilles de *J. gossypifolia* chez le rat male Effets sur le taux de globules rouges

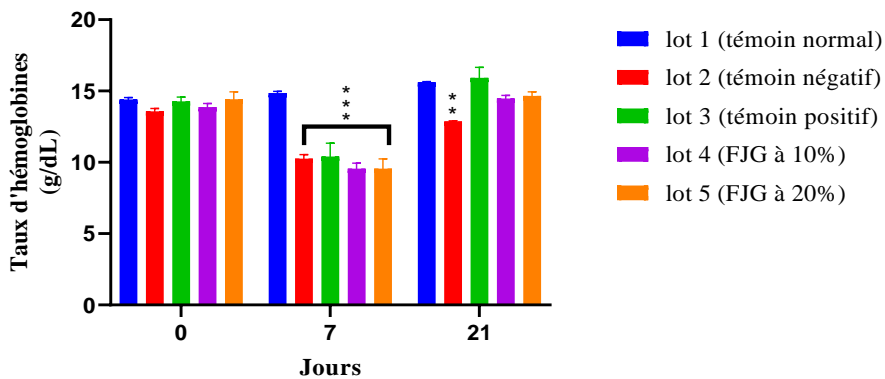
La 2,4-DNPH a induit une diminution très hautement significative des taux de globules rouges chez tous les animaux ( $p < 0,0001$ ) le 7<sup>ème</sup> jour. Cependant, les suppléments de FJGont entraîné un rétablissement très sensible deces tauxcomparable à l'effet du Ranferon®(témoin positif)même s'ils restent statistiquement inférieurs ( $p < 0,05$ ) à celui du lot témoin normale 21<sup>ème</sup> jour. Quant au témoin négatif, son taux reste très significativement plus faible que celui du témoin normal ( $p < 0,01$ ) (Figure 2).



**Figure 2 :** Effet des suppléments de feuilles de *J. gossypifolia* et du Ranferon® sur la diminution des taux de globules rouges induite par la 2,4-DNPH  
La 2,4-DNPH a provoqué une baisse très hautement significative des taux de globules rouges ( $p < 0,0001$ ) qui ont été partiellement rétablis par les suppléments de FJG et le Ranferon® ( $p < 0,05$ ).

### Effet des FJG sur le taux d'hémoglobine

L'administration du Ranferon® et l'apport de suppléments de FJG a annulé la forte réduction ( $p < 0,001$ ) des taux d'hémoglobine induits par le 2,4-DNPH en comparaison au lot témoin normal ( $p > 0,05$ ). Par contre, le taux d'hémoglobine du témoin négatif est resté très significativement inférieur à celui du témoin normal ( $p < 0,01$ ) (Figure 3).



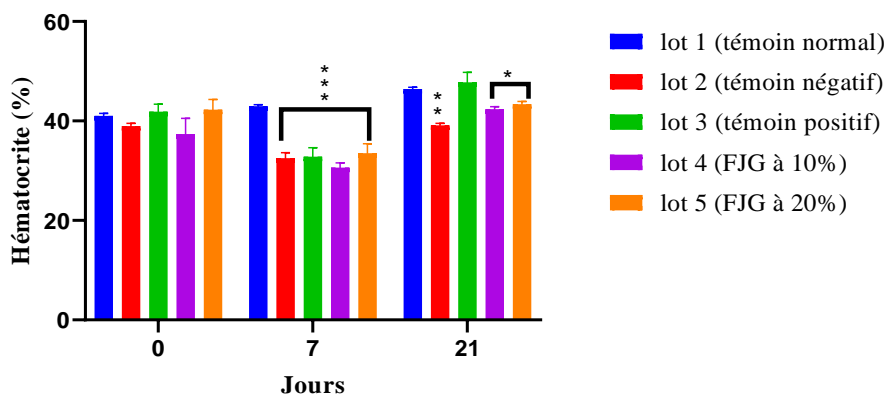
**Figure 3:** Effet du Ranferon® et des suppléments de feuilles de *J. gossypifolia* sur la réduction des taux d'hémoglobine induite par la 2,4-DNPH  
Les suppléments de FJG ainsi que le Ranferon® ont annulé la réduction des taux d'hémoglobine induite par la 2,4-DNPH ( $p > 0,05$ )

### Effets de l'extrait aqueux FJG sur l'hématocrite

L'administration de Ranferon® a entraîné une suppression totale de la diminution du volume de globules rouges dans le volume de sang total hautement significative provoquée par la 2,4-DNPH. Les suppléments de FJG



ont provoqué une suppression partielle de cet effet ( $p < 0,05$ ) en comparaison au témoin normal. L'hématocrite du lot II (témoin négatif) est resté très significativement inférieur à celui du témoin normal ( $p < 0,01$ ) (Figure 4).

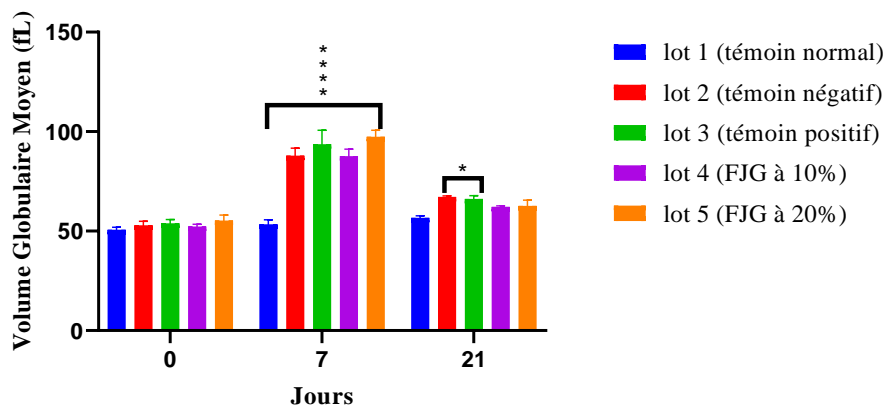


**Figure 4.** Effet des suppléments de feuilles de *J. gossypifolia* et du Ranferon® sur l'augmentation de l'hématocrite induite par la 2,4-DNPH

Le Ranferon® a entraîné une suppression totale de la forte réduction de l'hématocrite induite par la 2,4-DNPH ( $p > 0,05$ ). Les suppléments de FJG n'ont provoqué qu'une suppression partielle de cet effet ( $p < 0,05$ )

### Effet de l'extrait aqueux de FJG sur le volume globulaire moyen des érythrocytes

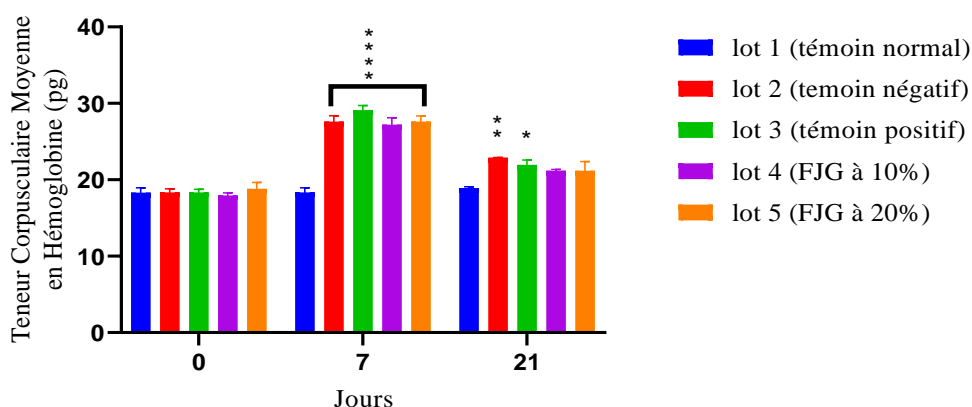
La 2,4-DNPH a entraîné une très forte augmentation du volume globulaire moyen des érythrocytes ( $p < 0,0001$ ) Le Ranferon® n'a occasionné qu'une annulation partielle de l'augmentation du VGM ( $p < 0,05$ ) induite par le 2,4-DNPH (Figure 5).



**Figure 5.** Effet des suppléments de feuilles de *J. gossypifolia* et du Ranferon® sur l'augmentation du volume globulaire moyen des érythrocytes provoquée par la 2,4-DNPH La 2,4-DNPH a entraîné une augmentation hautement significative du VGM ( $p < 0,0001$ ) mais cette augmentation a été annulée par les suppléments de FJG ( $p > 0,05$ ) et partiellement annulée par le Ranferon® ( $p < 0,05$ )

## Effet de l'extrait aqueux des FJG sur la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine

Le 2,4-DNPH a induit une élévation très hautement significative de la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine chez les lots II à V ( $p < 0,0001$ ). Cependant, les suppléments de FJG ont supprimé cette augmentation même si cette teneur reste relativement plus élevée en comparaison au témoin normal ( $p > 0,05$ ). Le Ranferon® a quant à lui provoqué une suppression partielle de cette augmentation car la TCMH des animaux traités avec ce produit reste significativement élevée ( $p < 0,05$ ) en comparaison au lot témoin normal (Figure 6). La TCMH du témoin négatif est resté très significativement supérieure à celle du témoin normal ( $p < 0,01$ ).

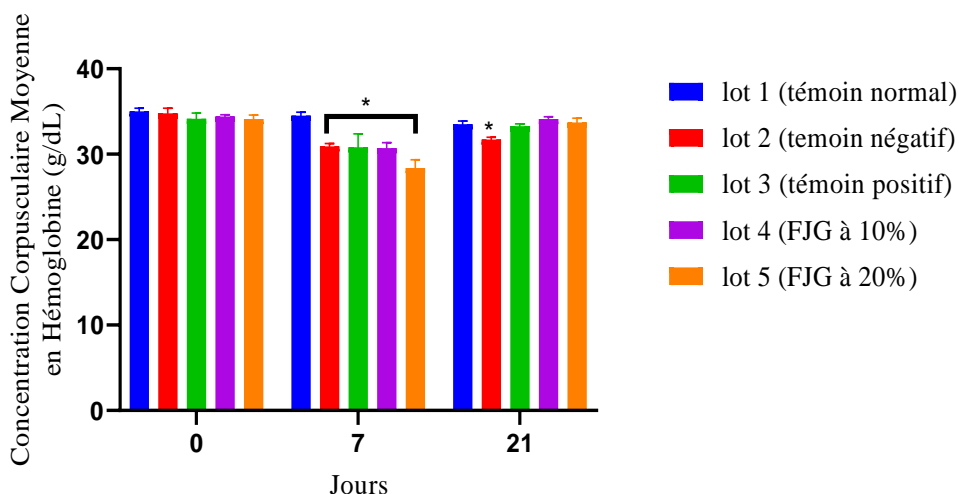


**Figure 6.** Effet des suppléments de feuilles de *J. gossypifolia* et du Ranferon® sur l'augmentation de la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine provoquée par la 2,4-DNPH

*Les suppléments de FJG ont supprimé l'augmentation induite par la 2,4-DNPH ( $p > 0,05$ ) mais cet effet est partiellement supprimé par le Ranferon® ( $p < 0,05$ )*

## Effet des FJG sur la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine

Le traitement avec la 2,4-DNPH a induit une diminution significative de la CCMH ( $p < 0,05$ ). Cependant, cet effet a été totalement supprimé par les compléments de FJG tout comme le Ranferon® chez les lots traités en comparaison au témoin normal ( $p > 0,05$ ). La CCMH du lot II (témoin négatif) est restée inférieure à celle du témoin normal ( $p < 0,05$ ) (Figure 7).



**Figure 7.** Effet des suppléments de feuilles de *J. gossypifolia* et du Ranferon® sur la diminution de la concentration corpulaire moyenne en hémoglobine induite par la 2,4-DNPH

Les suppléments de FJG ainsi que le Ranferon® ont entraîné une suppression totale de la diminution de la CCMH induite par le 2,4-DNPH

## Discussion

Le screening phytochimique réalisé à partir de l'extrait aqueux de feuilles de *J. gossypifolia* (Euphorbiaceae) a permis de mettre en évidence la présence de stérols, de polyterpènes, de composés phénoliques, de tanins catéchiques, d'alcaloïdes, de quinones et de saponosides. Par contre, il a été noté l'absence de flavonoïdes et de tanins galliques dans cet extrait. Ces résultats diffèrent de ceux de Opeyemi *et al.* (2017) qui ont démontré la présence de flavonoïdes dans l'extrait aqueux de *J. gossypifolia*. La différence observée peut être due au lieu de récolte, à la méthode d'analyse phytochimique utilisée ou à la saison de récolte. Les alcaloïdes sont connus pour leurs effets antipaludiques comme c'est le cas pour la quinine, molécule alcaloïde extraite de l'écorce de *Cinchona officinalis* (Uzor, 2020). Les polyphénols ont des propriétés anticancérogènes, cardioprotectrices, antidiabétiques, antioxydantes et anti-inflammatoires (Mitsunari *et al.*, 2021 ; Mustafa *et al.*, 2022 ; Yoshioka *et al.*, 2022). La présence de ces constituants phytochimiques dans l'EAJG justifieraient les effets pharmacologiques de cette plante.

L'étude de la toxicité aiguë de l'extrait aqueux des feuilles de *J. gossypifolia* a montré que l'administration de la dose unique de 5000 mg/kg de PC par gavage ne provoque aucun décès. Ce qui signifie que la DL<sub>50</sub> de cet extrait est supérieure à 5000 mg/kg de PC. Toutefois, des signes cliniques de morbidité de cet extrait à savoir les tremblements, les convulsions, les

léthargies et la salivation observés chez les souris indiquent que cette dose ne devrait pas être utilisée pour des tests pharmacologiques. En outre, ces signes pourraient être liés aux effets des alcaloïdes et/ou des terpenoïdes de cet extrait sur le système nerveux. En effet, ces deux types de composé sont connus pour être des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase, une enzyme qui régule l'effet de l'acétylcholine, neuromédiateur impliqués dans la cognition et les contractions musculaires lors des mouvements (Kong *et al.*, 2021 ; Min *et al.*, 2022). L'effet anticholinestérasique se traduirait par une élévation de l'acétylcholine dans les fentes synaptiques et un prolongement de son effet dans le temps, provoquant des contractures à l'origine des anomalies observées chez ces souris.

L'étude des effets antianémiques des FJG montre qu'avant l'administration de la 2,4-DNPH, les valeurs des paramètres hématologiques chez les rats de souche Wistar utilisés dans l'expérimentation varient de façon non significative. Ces résultats sont en accord avec les valeurs de référence des paramètres hématologiques chez les rats (Okou *et al.*, 2020). Cela signifierait que ces animaux ne développaient pas d'anomalies liées à ces paramètres avant notre expérimentation. Ces résultats démontrent par ailleurs que le nombre de cellules sanguines peut varier au sein d'une même population, ou d'un milieu à l'autre (Gui *et al.*, 2019).

L'administration de la 2,4-DNPH par voie orale a entraîné une diminution moyenne significative du nombre de globules rouges, de l'hémoglobine, de l'hématocrite et de la CCMH. Puis une augmentation moyenne significative de la TCMH et du VGM par rapport aux rats témoins. Les réductions des taux de globules rouges et d'hémoglobine étaient respectivement de plus de 50% et 30%. Cela suggère que l'administration de 2,4-DNPH aux rats à la dose de 20 mg/kg de PC a entraîné une anémie. En effet, selon Saini *et al.* (2015), une réduction de plus de 30% de ces deux paramètres permet de conclure à une anémie. Les résultats ici présentés sont semblables à ceux de Muhammad *et al.* (2020) et de Umerah *et al.* (2020) qui ont observé une baisse des taux de globules rouges, d'hémoglobines et de l'hématocrite respectivement après administration d'une dose de 20 mg/kg de PC de 2,4-DNPH par voie orale à des rats pendant une semaine.

La phénylhydrazine tout comme son dérivé, la 2,4-DNPH est une drogue antipyrétique qui possède la propriété de provoquer une anémie hémolytique aussi bien chez l'Homme que chez le rat (Ashour *et al.*, 2014). En effet, elle induit une destruction du squelette protéique de l'érythrocyte, une peroxydation et une altération des phospholipides membranaires, une destruction oxydative de l'hémoglobine, une déplétion du glutathion et de l'ATP ainsi qu'une réduction de la déformabilité des membranes (Shukla *et al.*, 2012).

Dans ce travail, les suppléments de 10% et 20% de FJG ont, tout comme le Ranferon<sup>®</sup>, entraîné une augmentation des taux de globules rouges, de l'hémoglobine, de l'hématocrite et de la CCMH ainsi qu'une baisse du VGM et de la TCMH, enrayant totalement ou partiellement l'effet de 2,4-DNPH. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Coulibaly *et al.* (2020) qui avaient travaillé avec des régimes alimentaires à base de feuilles de *Moringa oleifera* (50% et 100%) et à ceux de Omeregie et Osagie (2007) sur des compléments de feuilles de *Jatropha tanjorensis* chez des rats anémiques. Par ailleurs les résultats ici obtenus pourraient suggérer que les feuilles de *J. gossypifolia* augmenteraient la résistance globulaire des hématies. En effet, *J. gossypifolia* exercerait des effets antioxydants en chélatant les ions cuivre et fer et en piégeant les radicaux libres hydroxyles et superoxydes (Félix-Silva *et al.*, 2014). Cette action aurait pour conséquence la protection de la membrane cellulaire des érythrocytes contre l'effet de la 2,4-DNPH.

En outre, le Ranferon<sup>®</sup> est un antianémique fait à base de fer, un constituant essentiel de l'hémoglobine et d'acide folique qui joue un rôle important dans la synthèse de l'ADN et donc dans la multiplication cellulaire. La richesse des feuilles de *J. gossypifolia* en fer en addition avec son contenu en protéine (Saini *et al.*, 2015 ; Saishri *et al.*, 2016 ; Opeyemi *et al.*, 2017) seraient à l'origine de la similarité de ses effets à ceux de ce médicament.

D'autre part, il a été démontré que la phénylhydrazine est une substance chimique capable de se fixer sur les récepteurs de l'érythropoïétine, une hormone qui régule l'hématopoïèse et d'inhiber la cascade de réaction entraînant l'expression du gène responsable de la production d'érythrocytes (Pandey *et al.*, 2014). Cette hormone augmente le nombre d'érythroblastes sensibles dans la moelle osseuse qui sont convertis en réticulocytes et plus tard en érythrocytes matures (Sanchez-Elsner *et al.*, 2004). L'effet de l'alimentation sur l'anémie pourrait être justifié par des substances contenues dans la poudre de *J. gossypifolia* qui capables d'agir comme l'érythropoïétine en se fixant sur ses récepteurs et en entrant en compétition avec la 2,4-DNPH ou en empruntant un autre mécanisme pour accroître le taux d'érythrocytes.

Enfin, le rétablissement partiel ou total du VGM, de la TCMH et de la CCMH suggèrerait que les FJG restauraient la taille et le contenu en hémoglobine des érythrocytes, ce qui est synonyme d'une multiplication cellulaire et d'une synthèse d'hémoglobine normale. Ce même constat a été fait par Coulibaly *et al.* (2020) et par Muhammad *et al.* (2020) avec l'extrait des feuilles de *Phyllanthus niruri*.

## Conclusion

L'extrait aqueux des feuilles de *Jatropha gossypifolia* contient des stérols, des polyterpènes, des polyphénols, des tanins, des alcaloïdes, des quinones et des saponosides et n'est pas toxique par voie orale puisqu'il

n'entraîne aucun décès à la dose de 5000 mg/kg de PC. L'extrait aqueux de *Jatropha gossypifolia* pourraient être à l'origine des propriétés antianémiques de cette plante puisqu'elle restaure les paramètres hématologiques en contrariant l'effet de la 2,4-DNPH. Cependant, une étude de ses effets sur les paramètres biochimiques s'avère nécessaire afin de mieux apprécier l'impact sur certains organes vitaux. Aussi, un fractionnement des constituants biochimiques de la plante en vue de déterminer les composés à l'origine de ses effets antianémiques serait digne d'intérêt.

**Conflit d'intérêt :** Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

### References :

1. Anwar, F., Latif, S., Achraf, M., & Gilani, A.H. (2007). *Moringa oleifera*: une plante alimentaire aux multiples usages médicinaux. *Phytotherapy Research*, 21(1), 17-25.
2. Arbonnier, M.(2002). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, MNHN, UICN, 573 pp.
3. Ashour, T.H. (2014). Hematinic and anti-anemic effect of thymoquinone against phenylhydrazine-induced hemolytic anemia in rats. *Research Journal of Medical Sciences*, 8, 67–72.doi: 10.36478/rjmsci.2014.67.72
4. Assobayire, F.S., Adou, P., Davidson, L., Cook, J.D.& Hurrell, R.F. (2001).Prevalence of iron deficiency with and without concurrent anemia in population groups with high prevalences of malaria and other infections: a study in Côte d'Ivoire. *American Journal of Clinical Nutrition*, 74(6), 776-782.doi: 10.1093/ajcn/74.6.776. PMID: 11722959.
5. Bleu, G. M., Kpahe, Z. F., Tovi, W. M-O., Kouakou, K.& Traore, F. (2022).Estrogenic effects of the seeds and stem bark extracts of *Ricnodendron heudelotii* in adult ovariectomized Wistar albino rats. *The Journal of Phytopharmacology*, 11(1): 1-6. doi: 10.31254/phyto.2022.11101.
6. Chibuogwu, C.C., Njoku, O.U., Nwodo, F.C.O., Ozougwu, E.O.V.&Nweze N.V. (2021).Toxicity assessment of the methanol extract of *Jatropha tanjorensis* (Euphorbiaceae) leaves. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7:143. <https://doi.org/10.1186/s43094-021-00294-4>
7. Coulibaly, A., Gngangoran, B. N., Oussou, N. J-B.&Bleyère, B. M.(2020). Evaluation of *Moringa Oleifera* Lam leaves (Moringaceae) diets against induced anaemia in Wistar rats. *EAS Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(3), 101-106.

8. Ekweogu, C.N, Ude, V.C., Nwankpa, P., Emmanuel, O.& Ugbogu, E.A. (2019). Ameliorative effect of aqueous leaf extract of *Solanum aethiopicum* on phenylhydrazine-induced anaemia and toxicity in rats. *Toxicology Research*, 36(3):227-238. doi: 10.1007/s43188-019-00021-5. PMID: 32685427; PMCID: PMC7351930.
9. Félix-Silva, J., Giodani, B.R., Da Silva-Jr, A., Zucolotto, M.S.&Fernandes-Pedrosa, F.M.(2014). *Jatropha gossypifolia* (Euphorbiaceae): A review of traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology of this medicinal plant. *Evidence-based complementary and Alternative Medicine*, volume 2014, 32 p.<http://dx.doi.org/10.1155/2014/369204>
10. Félix-Silva, J., Souza, T., Camara, R.B.G., Cabral, B., Silva-Júnior, A.A., Rebecchi, I.M.M., Zucolotto, S.M., Rocha, H.A.O. & Fernandes-Pedrosa, M.D.F.(2014). *In vitro* anticoagulant and antioxidant activities of *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae) leaves aiming therapeutical applications. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14, 405.
11. Gabriel, B.O.& Idu, M.D. (2021). Anti-diuretic and anti-glycemic properties of *Jatropha gossypifolia* L. leave extract on wistar rats. *Clinical Phytoscience*, 7, 93 <https://doi.org/10.1186/s40816-021-00329-6>
12. Gui, P.A., Bahi, C., Kamou, K.R., Tiekpa, W.J., Gnaléi, R.M., Djih, N.& Coulibaly A.(2019). Study of antianemic properties of *Parquetina nigrescens* (Apocynaceae) in wistar rats. *The Journal of Phytopharmacology*, 8(5), 216-219.
13. Kaneria, M., Kanani, B. & Chanda, S. (2012). Assesment of effect of hydroalcoholic and decoction methods on extraction of antioxydants from selected Indian medicinal plants. *AsianPacific Journal of Tropical Biomedicine*,2(3), 195-202.
14. Kawanga V. (2007). *Jatropha gossypifolia* L. In: Schmelzer, G.H. & Gurib-Fakim, A. (Editors). PROTA (Plant Resources Of Tropical Africa / Ressources Tropicales De L’Afrique Tropicale), Wageningen, Netherlands. Consulté le 17 octobre 2021.
15. Kong, Y.R., Tay, K.C., Su, Y.X., Wong, C.K., Tan, W.N.& Khaw, K.Y. (2021). Potential of Naturally Derived Alkaloids as Multi-Targeted Therapeutic Agents for Neurodegenerative Diseases. *Molecules*,26, 728. <https://doi.org/10.3390/molecules26030728>.
16. Min,L.S.S., Liew, S.Y., Chear, N.J.Y., Goh, B.H., Tan, W-N.& Khaw, K.Y. (2022). Plant Terpenoids as the Promising Source of Cholinesterase Inhibitors for Anti-AD Therapy. *Biology*, 11(2), 307. <https://doi.org/10.3390/biology11020307>.

17. Mitsunari, K., Miyata, Y., Matsuo, T., Mukae, Y., Otsubo, A., Harada, J., Kondo, T., Matsuda, T., Ohba, K. & Sakai, H. (2021). Pharmacological Effects and Potential Clinical Usefulness of Polyphenols in Benign Prostatic Hyperplasia. *Molecules*, 26(2), 450. doi: 10.3390/molecules26020450. PMID: 33467066; PMCID: PMC7829696.
18. Movaffaghi, Z. & Hasanpoor, M. (2006). Effet du toucher thérapeutique sur le taux d'hémoglobine et d'hématocrite sanguins. *Journal of Holistic Nursing*, 24, 41-8.
19. Mshana, N.R., Abbiw, D.K., Addore-Mensah, I., Ekpere, J.A., Enow-Orock, E.G., Gbile, Z.O., Noamessi, G.K., Odei, M.A., Odunlami, H., Oteng-Yeboah, A.A., Sarpong, K., Sofowora, A. & Tackie, A.N. (2000). Traditional medicine and pharmacopoeia. Contribution to the revision of ethnobotanical and floristic studies in Ghana. Organisation of African Unity / Scientific, Technical and Research Commission, 920 pp.
20. Mustafa, A.M., Abouelenein, D., Acquaticci, L., Alessandrini, L., Angeloni, S., Borsetta, G., Caprioli, G., Nzekoue, F.K., Sagratini, G. & Vittori, S. (2022). Polyphenols, Saponins and Phytosterols in Lentils and Their Health Benefits: An Overview. *Pharmaceuticals*, 15, 1225. <https://doi.org/10.3390/ph15101225>
21. Muhammad, A.A., Ibrahim, R.B., Aminu, C., Abbas, A.Y., Kabiru, A., & Bisallah, C.I. (2020). Antianaemic Activity of Aqueous Extract of *Phyllanthus niruri* Linn in 2,4-Dinitrophenylhydrazine Induced Anaemic Rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology Research*, 4(3), 79-95.
22. Neuwinger, H.D. (2000). African traditional medicine: a dictionary of plant use and applications. Medpharm Scientific, Stuttgart, Germany, 589 pp.
23. Okou, O.C., Bleu, G.M., Koffi, A.E., Ehounou, A.F. & Bidié, A.D.P. (2020). Study of variation of haematological parameters at *Rattus norvegicus*. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 8(1), 15-22.
24. OCDE (2008). Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques. Toxicité orale aiguë – méthode de l'ajustement des doses, OCDE (Organisation pour la Coopération et le Développement en Europe), 29p.
25. Omoregie, E.S. & Osagie, A.U. (2007). Phytochemical screening and anti-anemic effect of *Jatropha tanjorensis* leaf in protein malnourished rats. *Plant Archives*, 7(2), 509-516.



26. OMS (2008). Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005: WHO global database on anaemia / Edited by Bruno de Benoist, Erin McLean, Ines Egli and Mary Cogswell, 51 p.
27. OMS (2011). Concentrations en hémoglobine permettant de diagnostiquer l'anémie et d'en évaluer la sévérité. VMNIS: Système d'informations nutritionnelles sur les vitamines et les minéraux. Organisation Mondiale de la Santé, WHO/NMH/NHD/MNM/11.1, 6p.
28. OMS (2014). Global nutrition target 2025: policy brief series. Organisation Mondiale de la Santé, WHO, Geneva, Switzerland, 2 p. [www.WHO/NMH/NHD/14.2](http://www.WHO/NMH/NHD/14.2).
29. OMS (2015). The global prevalence of anaemia in 2011, World Health Organization. Geneva, Switzerland, 48 p.
30. OMS (2017). Cibles mondiales de nutrition 2025. Note d'orientation sur l'anémie, Organisation Mondiale de la Santé, 8 p. [www.WHO/NMH/NHD/14.4](http://www.WHO/NMH/NHD/14.4)
31. Opeyemi, F., Adeboye, O.A., Ngozi, R.U.&Idowu, A.A.(2017). Phytochemical and Nutritional Status of *Jatropha gossypifolia* Leaves. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, 3(4), 1877-1895.
32. Pandey, K., Meena, K.A., Jain, A.&Singh, R.K.(2014). Molecular mechanism of phenylhydrazine induced toxicity: a review. *American journal of phytomedicine and clinical therapeutics*, 2(3), 390-394.
33. Saini, V., Mishra, R., Mandloi, S.&Yadav, N. (2015). Analysis of the Phytochemical Content of *Jatropha gossypifolia* L. *Chemical and Process Engineering Research*, 35, 66-104.
34. Saishri, R., Ravichandran, N., Vadivel, V.& Brindha, P. (2016). Pharmacognostic studies on leaf of *Jatropha gossypifolia* L. *R.International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research (IJPSR)*, 7(1), 163-173. doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.7 (1).163-73.
35. Sanchez-Elsner, J.R., Ramirez, F., Rodriguez-Sanz, E.V., Bernabe, C. & Botella L.M. (2004). A cross talk between hypoxia and TGF- $\beta$  orchestrates erythropoietin gene regulation through SPI and Smads. *Journal of Molecular Biology*, 336 (1), 9-24.
36. Sani, L.H., Malami I, Hassan, W.S., Alhassan, M.A., Halin, E.M.& Muhammad, A.(2015). Effect of standardized stem bark extract of *Mangifera indica* L. in Wistar rats with 2,4-dinitrophenylhydrazine-induced haemolytic anaemia. *Pharmacognosy Journal*, 7(2), 89-96.
37. Shukla, P., Yadav, K.N., Singh, P., Bansode, F.W.& Singh, R.K. (2012). Phenylhydrazine induced toxicity: a review on its haematotoxicity. *International journal of basic and applied medical sciences*, 2(2), 86-91.

38. Stevens, G.A., Finucane, M.M., De-Regil, L.M., Paciorek, C.J., Flaxman, S.R., Branca, F., Pen˜a-Rosas, J.P., Bhutta, Z.A. & Ezzati M. (2013). Global, regional and national trends in haemoglobin concentration and prevalence of total and severe anaemia in children and pregnant and non-pregnant women for 1995-2011: A systematic analysis of population-representative data. *Lancet Global Health*, 1, 16-25.
39. Tidiane, K., Ouattara, G.A., Monon, K., Abdoulaye, T. & Karamoko, O. (2021). Etude phytochimique et activité antioxydante des extraits d'écorces de tiges de *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn, une plante médicinale utilisée au Nord de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 17(34), 241-251. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n34p241>.
40. Tripathi, K.D. (2003). Essentiel de la pharmacologie médicale.  diteurs médicaux des freres Jaypee (P) Ltd ; 5e édition; pp167-184.
41. Umerah, N.N., Okoye, J.I. & Asouzu A.I. (2020). Hematology of 2,4(Dinitrophenyl Hydrazine) Induced Anaemic Rat Administered with *Ficus capensis* Fruits and Leave Extract. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(20), 41-49.
42. Uzor, P.F (2020). Alkaloids from Plants with Antimalarial Activity: A Review of Recent Studies. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, ID8749083. doi: 10.1155/2020/8749083. PMID: 32104196; PMCID: PMC7037883.
43. Yoshioka, Y., Ohishi, T., Nakamura, Y., Fukutomi, R. & Miyoshi, N. (2022). Anti-Cancer Effects of Dietary Polyphenols via ROS-Mediated Pathway with Their Modulation of MicroRNAs. *Molecules*, 27, 3816. <https://doi.org/10.3390/molecules27123816>.
44. Zannou, O. & Koca, I. (2019). Three important plants used to treat anemia in Benin Republic: *Hibiscus sabdariffa*, *Hibiscus acetosella* and *Jatropha gossypifolia*. Proceeding book of 5<sup>th</sup> ICNES (International Conference on Natural and engineering Sciences), 27-30 August 2019, Istanbul-Turkey. *Anatolia Science Academy*, pp.125-130. [www.lene.gen.tr](http://www.lene.gen.tr)

## Evaluation of the Antifungal Activity of Five Medicinal Plants on the *In vitro* Growth of a Multi-resistant Strain of *Candida albicans*

**Konan Gbê Kouakou N'dri Ange  
Ouattara Sitapha**

Biology and Health Laboratory, UFR Biosciences,  
Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Ivory Coast

**Kanga Yao**

Ethnobotanical-Ethnopharmacological Laboratory, UFR biological Sciences,  
Peleforo Gon Coulibaly University, Korhogo, Ivory Coast

**Monney Yapo Urbain**

**Kra Adou Koffi Mathieu**

Biology and Health Laboratory, UFR Biosciences,  
Félix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Ivory Coast

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p110](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p110)

Submitted: 08 August 2022

Accepted: 06 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

### Cite As:

Ange K.G.K.N., Sitapha O., Yao K., Urbain M.Y. & Mathieu K.A.K.(2023). *Evaluation of the Antifungal Activity of Five Medicinal Plants on the In vitro Growth of a Multi-resistant Strain of Candida albicans*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 110.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p110>

### Abstract

This paper focuses on determining the antifungal potential of plants traditionally used to treat infections. Five (5) plants were collected. The anti-*Candida albicans* activity was evaluated by the double dilution method in tilted tubes with the aqueous and hydroethanolic extracts of the different plants. The results showed that 70% ethanolic extracts were more active than the aqueous extracts for all the plants. The 70% ethanolic extract of *Terminalia ivorensis* (MFC = 1.56 mg/mL) was the most active on the tested strain. This was followed by *Terminalia Superba* (MFC = 3.125 mg/mL), *Distemonanthus benthamianus* (MFC = 50 mg/mL), *Gmelina arborea* (MFC= 50 mg/mL), and *Justicia secunda* (MFC > 50 mg/mL). The phytochemical screening revealed the presence of seven (7) major groups of compounds. Saponosides are present only in the aqueous extracts of plants. Polyphenols, Flavonoids, Polyterpenes,

and Sterols as well as Tanins are present in both alcoholic and aqueous extracts. These compounds could justify its activity and its traditional use. The interesting results obtained with the hydroethanolic extract of *Terminalia ivorensis* incite further research with this extract. A bio-guided study on the fractions from this extract could lead to the discovery of one or more molecules of interest in the fight against pathogenic fungi.

---

**Keywords:** Phytochemical screening, Antifungal activity, Medicinal plants, *Candida albicans*

## Introduction

Fungal infections have increased dramatically in recent years and have become a major public health concern (Nivoix *et al.*, 2018). The *Candida* genus includes commensal microorganisms, which cause the majority of opportunistic infections (Develoux & Bretagne 2005; Kettani *et al.*, 2006). Their pathogenicity is particularly evident in the presence of favorable factors, such as the immunodeficiency of patients (Ascioglu *et al.*, 2002) and the development of drug resistance in certain strains (Granier, 2003). In addition, the cytotoxicity of systemic antifungal agents is another problem encountered in the control of fungal infections (Lin *et al.*, 2001). This has led to the search for new antifungal agents of natural origin. Following the example of certain micro-organisms such as the genera *Penicillium* or *Streptomyces* which have been identified as the source of antimicrobials, certain plants have been used for several centuries by traditional medicine to fight infections. These medicinal plants are mostly used in some Asian and African countries by the population to treat various health problems (Ackah, 2004; Ouattara *et al.*, 2013). Therefore, this study was oriented towards these plants to contribute to the search for new antimicrobials. Among the numerous plant species identified in Ivory Coast, five plants have been selected (Kra *et al.*, 2014). Aqueous decoctions or macerations (aqueous and alcoholic) of the different organs of these plants are used in Ivory Coast and other countries in sub-Saharan Africa to fight diarrhea and skin infections (Adjanohoun & Aké Assi, 1979). The aim of this study is to evaluate the antifungal power of two extracts from each plant on a multi-resistant strain of *Candida albicans*.

## Materials and Methods

### Plant Material

The various plant organs were harvested in April 2021 in southern and eastern Ivory Coast. Thereafter, they were sorted, washed, cut into small pieces, and dried away from the sun for 21 days before being ground into fine powder.

**Table 1.** Organ taken from each plant

| Plants                             | Organ removed | Harvest area |
|------------------------------------|---------------|--------------|
| <i>Distemonanthus benthamianus</i> | Trunk bark    | Abengourou   |
| <i>Gmelina arborea</i>             | Trunk bark    | Abidjan      |
| <i>Justicia secunda</i>            | Leafy twigs   | Abidjan      |
| <i>Terminalia ivorensis</i>        | Trunk bark    | Agboville    |
| <i>Terminalia superba</i>          | Trunk bark    | Agboville    |

## Fungal Material

The anti-candidus activity was performed on *Candida albicans* strain number 479. This multi-resistant strain was provided by the Institut Pasteur of Côte d'Ivoire.

**Table 2.** Strain tested

| Strain                  | Profile   | Culture medium                    | Incubation temperature | Incubation time |
|-------------------------|---|-----------------------------------|------------------------|-----------------|
| <i>Candida albicans</i> | FCA <sup>R</sup> , IT <sup>R</sup> , VRC <sup>R</sup> | Sabouraud without chloramphenicol | 30°C                   | 48h             |

FCA<sup>R</sup>: fluconazole<sup>R</sup>, IT<sup>R</sup>: itraconazole<sup>R</sup>, VRC<sup>R</sup>: voriconazole<sup>R</sup>

## Plant Extraction

The different parts of the plants were harvested, cut, and dried away from the sun for 21 days. After drying, the organs were finely ground separately using an electric grinder. The powder obtained was used for the different extractions. The aqueous and ethanolic extracts were prepared as follows: one hundred (100) grams of powder were extracted by homogenisation in one liter of distilled water in a blender. After six grinding cycles, the homogenate obtained in each case was first wrung out in a clean white cloth square and then successively filtered twice on cotton wool and on Whatman 3 mm filter paper. The filtrate obtained was dried in a Venticell oven. The powder of variable color obtained from one plant to another constitutes the total aqueous extract. The hydroalcoholic extract was prepared by the same process using a solvent mixture of 70% ethanol and 30% distilled water. The yield of each extraction was carried out and expressed as a percentage (Kra *et al.*, 2014).

## Phytochemical Screening

The different chemical groups were characterised with reference to the techniques described in the work of Békro *et al.* (2007).

Sterols and polyterpenes were sought by the Liebermann reaction. Five (5) mL of each of the two extracts (aqueous and 70% ethanolic) were evaporated on a sand bath. The residue was dissolved in 1 mL of acetic anhydride while hot and 0.5 mL of concentrated sulphuric acid was added to the triturate. The appearance of a purple or violet ring at interphase, turning blue and then green, indicated a positive reaction.

The reaction with ferric chloride ( $\text{FeCl}_3$ ) was used to characterise polyphenols. A drop of 2% alcoholic ferric chloride solution was also added to two (2) mL of each extract (aqueous and 70% ethanol). The appearance of a more or less dark blue-black or green coloration was the sign of the presence of polyphenols.

Flavonoids were determined by the cyanidin reaction. Two (2) mL of each extract was evaporated and the residue was taken up in 5 mL of 2-fold diluted hydrochloric alcohol. The addition of 2-3 magnesium chips spurred a release of heat and a pinkish-orange or purplish coloration. The addition of 3 drops of isoamyl alcohol intensified this coloration, which confirmed the presence of flavonoids.

Catechic tanins were tested using Stiasny's reagent. Five (5) mL of each extract was evaporated to dryness. After adding 15 mL of Stiasny's reagent to the residue, the mixture was kept in a water bath at  $80^\circ\text{C}$  for 30 minutes. The observation of a coarse flake precipitate characterised the catechic tannins. For the gallic tannins, the previous solution was filtered. The filtrate was collected and saturated with sodium acetate. The addition of 3 drops of  $\text{FeCl}_3$  caused the appearance of an intense blue-black coloration, which is a sign of the presence of gallic tannins.

The quinone substances were determined using Bornstraëgen's reagent. Two (2) mL of each of the two extracts were evaporated to dryness. The residue was triturated in 5 mL of 1/5 hydrochloric acid. The triturate was poured into a test tube and heated in a water bath for 30 minutes. After cooling, it was extracted with 20 mL of chloroform. Ammonia diluted 2 times (0.5 mL) was added to the chloroform solution. A red or purple coloration was the sign of the presence of quinones.

Alkaloids were characterised using Burchard (iodine-iodide reagent) and Dragendorff (potassium iodo-bismuthate reagent) reagents. Six (6) mL of each solution was evaporated to dryness. The residue was taken up with 6 mL of  $60^\circ$  alcohol. The addition of 2 drops of Dragendorff's reagent to the alcohol solution caused a precipitate or an orange coloration. Subsequently, the addition of 2 drops of Burchard's reagent to the alcoholic solution produced a reddish-brown precipitate and indicated a positive reaction.

To test for saponosides, 10 mL of each aqueous extract was poured into a test tube. The tube was shaken for 15 seconds and then left to stand for 15 min. A persistent foam height of more than 1 cm indicated the presence of saponosides.

### **Antifungal Test**

The antifungal activities were assessed by determining antifungal parameters values which are MFC (minimal fungicidal concentration; concentration that inhibit 99.99% of growth in the experimental tube

compared to the witness tube of growth control) and IC<sub>50</sub> (Concentration for 50% of inhibition; graphically determined) around each assay. The antifungal tests were carried out on culture medium Sabouraud without chloramphenicol. The inoculum was prepared from a young culture of *Candida albicans* (48 hours). This colony of *Candida albicans* was collected with a loop and homogenized in 10 mL of sterilized distilled water. Thereafter, the mother suspension (10<sup>0</sup>) was concentrated to 10<sup>6</sup> cells/mL. From this suspension, a second suspension (10<sup>-1</sup>) was prepared by dilution to 1/10th of the first, which carries a load of 10<sup>5</sup> cells/ml.

The incorporation of the different plant extracts into Sabouraud agar was done using the double dilution method in slant tubes. For each plant extract, each series consists of ten test tubes. Eight of these test tubes contain the plant extracts, while the other two tubes are considered as control tubes. The one without plant extract is used as a control for the sterility control of the culture medium and the other without plant extract is used as a control for the growth control of germs. For the eight test tubes, the concentrations vary from 100 to 0.78 mg/mL by double dilution according to a geometric bond of reason 1/2.

After incorporation of the extracts into the eight test tubes, all ten tubes in each series were autoclaved at 121°C for 15 minutes and then tilted with small pellets at laboratory temperature to allow cooling and solidification of the agar.

For each of the test tubes of each set of ten extracts (except the sterility control tube of the culture medium), the culture of the germs was done on the previously prepared media by seeding 10 µl of the 10<sup>-1</sup> suspension in cross streaks until exhaustion. This corresponds to 1000 seeded cells. The cultures were incubated at 30°C for 48 hours.

After 48 hours of incubation, *Candida albicans* colonies were counted by direct counting using a colony counter pen. Growth in the eight experimental tubes of each series was evaluated as percent survival calculated against 100% survival in the growth control tube (Ouattara *et al.*, 2013).

## Result

### Extraction Efficiency

After drying the different extracts, the extraction yields were calculated and recorded in Figure 1. The results show 22.32 ±1.33 and 16.5 ±2.33 for *Distemonanthus benthamianus*, 15.29 ±1.33 and 9.67 ±1 for *Gmelina arborea*, 27.9 ±1 and 19.15 ±1 for *Justicia secunda*, 28.29 ±1.14 and 19.48 ±1 for *Terminalia ivorensis*, and 32.58 ±0.12 and 22.56 ±2.1 for *Terminalia superba*. The aqueous extracts of the different plants recorded the best yields compared to the hydroethanol extract. *T. superba* was the plant

with the best yields with both the aqueous extract and the 70% ethanolic extract. *Gmelina arborea* recorded the lowest yield.

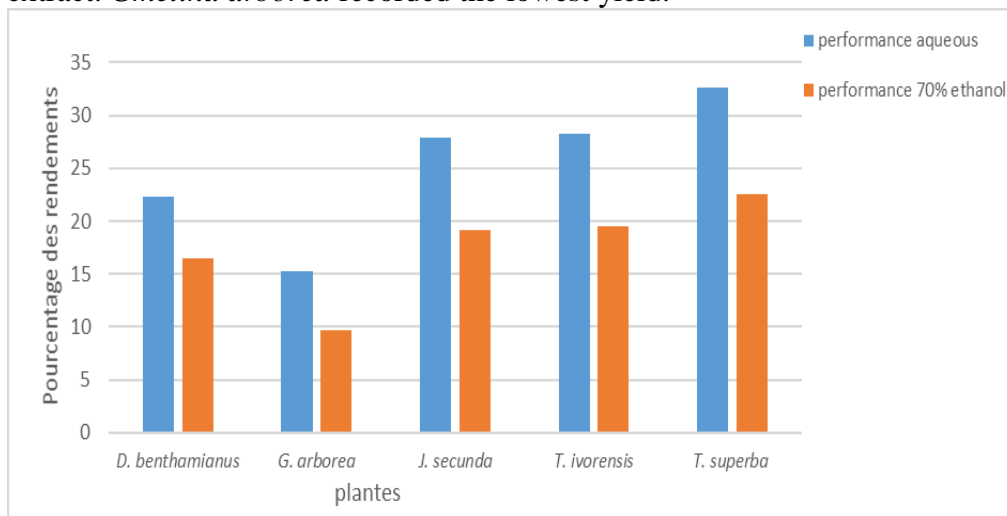


Figure 1. Extraction performance

### Qualitative Assay

The phytochemical study of the different extracts gave the results presented in Table 3. The hydroethanolic extracts did not contain saponosides. The absence of tannins and quinones was observed in the *Justicia secunda* extracts. The extracts of *Distemonanthus benthamianus* did not contain catechic tannin and quinones. Polyterpenes, phenolic compounds, and flavonoids were present in all extracts of the different plants. These results reveal that the secondary metabolite composition is variable from one extract to another for the same plant. These variabilities are also seen from plant to plant for the same extract.

Table 3. Phytochemical screening

| Plants                 | Extracts    | Chemical groups            |                         |            |         |          |          |           |             |            |
|------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------|------------|---------|----------|----------|-----------|-------------|------------|
|                        |             | Sterols and<br>saponosides | Polyphenol<br>compounds | Flavonoids | Tanins  |          | Quinones | Alkaloids |             | Saponoside |
|                        |             |                            |                         |            | Gallics | Catechic |          | burchard  | dragendorff |            |
| <i>D. benthamianus</i> | Aqueous     | +                          | +                       | +          | +       | -        | -        | +         | -           | +          |
|                        | 70% ethanol | +                          | +                       | +          | +       | -        | -        | +         | -           | -          |
| <i>J. secunda</i>      | Aqueous     | +                          | +                       | +          | -       | -        | -        | +         | +           | +          |
|                        | 70% ethanol | +                          | +                       | +          | -       | +        | -        | +         | +           | -          |
| <i>G. arborea</i>      | aqueous     | +                          | +                       | +          | +       | +        | +        | +         | +           | +          |
|                        | 70% ethanol | +                          | +                       | +          | +       | +        | +        | +         | +           | -          |



|                     |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>T. ivorensis</i> | aqueous     | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
|                     | 70% ethanol | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
|                     | aqueous     | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>T. superba</i>   | 70% ethanol | + | + | + | + | + | + | + | + | - |

-: Absent, +: Present;

### Antifungal Activity

Through the anti-candidus activity, the IC<sub>50</sub> and the MFC of each plant extract was determined. The antifungal parameters of the different plants are shown in Table 4. The analysis of these results reveals that the IC<sub>50</sub> range from 1 to 5.2 mg/mL for the aqueous extracts and 0.24 to 2.8 mg/mL for the 70% ethanolic extracts. The least active extract is the aqueous extract of *Distemonanthus benthamianus* (IC<sub>50</sub> =5.2 mg/mL; MFC>50 mg/mL) and the most active extract is the hydroethanolic extract of *Terminalia ivorensis* (IC<sub>50</sub> =0.24 mg/mL; MFC=1.56 mg/mL).

**Table 4.** Antifungal parameters of plant extracts

| Plants                 |              | <i>Candida albicans</i>        |       |
|------------------------|--------------|--------------------------------|-------|
|                        |              | Antifungal parameters in mg/mL |       |
|                        |              | IC <sub>50</sub>               | MFC   |
| <i>D. benthamianus</i> | Aqueous      | 5.2                            | >50   |
|                        | Ethanol 70%. | 2.8                            | 50    |
| <i>G. arborea</i>      | Aqueous      | 3.2                            | >50   |
|                        | Ethanol 70%. | 1.41                           | 50    |
| <i>J. secunda</i>      | Aqueous      | 3.2                            | >50   |
|                        | Ethanol 70%. | 1.4                            | >50   |
| <i>T. ivorensis</i>    | Aqueous      | 0.3                            | 3.125 |
|                        | Ethanol 70%. | 0.24                           | 1.56  |
| <i>T. superba</i>      | Aqueous      | 1                              | 25    |
|                        | Ethanol 70%. | 0.54                           | 3.125 |

### Discussion

The antifungal properties of five plants used in traditional medicine was studied. Extractions with distilled water and 70% ethanol were performed on the different organs taken from each plant. Chemical screening of the different extracts using different reagents with proven specificities revealed the presence or absence of the seven secondary metabolites. The secondary metabolites of medicinal plants are the material basis of their clinically curative effects and are important indicators to evaluate the quality of medicinal materials. This has prompted the need to identify them in the extracts obtained.

Sterols, polyterpenes, flavonoids, and phenolic compounds were present in all ten plant extracts. The seven metabolites were found in the

extracts of *Gmelina arborea*, *Terminalia ivorensis*, and *Terminalia superba*. At this stage of the study, the biological activities traditionally attributed to these plants would find their origins in the secondary metabolite composition for each plant. Compounds with antimicrobial potential such as terpenes, phenolic compounds, tannins, and alkaloids were found in all ten (10) plant extracts (Oussou *et al.*, 2004; Bagre *et al.*, 2011; Basli *et al.*, 2012).

The evaluation of antifungal activity by the double dilution tilt tube method determined the antifungal parameters of each plant extract.

From the comparison of the antifungal parameters of the total extracts of each plant, it appears that the hydroethanolic extract is more active than the aqueous extract. It would therefore concentrate the active antimicrobial principles better. This conclusion is consolidated by the work of Kra *et al.* (2015).

The analysis of the different parameters obtained with the 70% ethanolic extract indicates that *Terminalia ivorensis* ( $IC_{50}$  =0.24 mg/mL; MFC=1.56 mg/mL) is the most active plant on the multidrug resistant strain tested. This was followed by *Terminalia superba* ( $IC_{50}$  =0.54 mg/mL; MFC=3.125 mg/mL), *Gmelina arborea* ( $IC_{50}$ =1.41mg/mL; MFC=50 mg/mL), *Distemonanthus benthamianus* ( $IC_{50}$  =2.8 mg/mL; MFC=50 mg/mL), and *Justicia secunda* ( $IC_{50}$  =1.4 mg/mL; MFC>50 mg/mL).

Although these plants contain the same groups of secondary metabolites, differences in performance were observed in their antifungal activity. These differences originate from the content of active metabolite in each extract. More so, the structural conformation of the molecules and the arrangement of the chemical functions responsible for the biological activities on each basic nucleus of the secondary metabolites found could also provide an explanation for this difference in result.

When the performance of the hydroethanolic extract of *T. ivorensis* is compared with the hydroalcoholic extracts from other works, it appears that the extracts of *T. ivorensis* have the best antifungal activities. Hence, the analysis reveals that the hydroethanolic extract of *T. ivorensis* (MFC=1.56 mg/mL) is 16 times more active than the 70% ethanolic extract of *Morinda morindoides* (MFC=25mg/mL) (Mandić *et al.*, 2009), 256 times more active than the extract of *Entandrophragma cylindrium* (MFC= 800mg/mL), and 64 times more active than the hydroalcoholic extract of *Khaya ivorensis* (MFC= 100mg/mL) (Kra *et al.*, 2014).

Therefore, it is obvious that the plants of the traditional African pharmacopoeia contributes to the discovery of new effective and accessible antifungal drugs. However, more attention should be given on purifying an active principle rather than using the plant itself or its total extract. This is because, very often, plants contain several active principles and constitute

natural therapeutic combinations, which could exert a synergistic action and prevent the development of resistance in microorganisms.

## Conclusion

Five plants used in traditional medicine for microbial diseases were employed in this study. The solvents water and alcohol commonly used in the field were replaced in this study by distilled water and 70% ethanol. Extraction of secondary metabolites from these solvents showed that the ethanol-water mixture (70/30, v/v) gave the best yield. The anti-candidus study of these different plant extracts highlighted the antifungal parameters of the plants on a multi-resistant strain of *candida albicans*. The study showed that *T. ivorensis* was the plant that gave the best results on the strain tested. Nonetheless, the present study initiates further research on the hydroethanol extract of *Terminalia ivorensis* with the objective of fractionating and determining the structure of the molecule of antifungal interest.

## References:

1. Ackah, J. A. (2004). Spectre anti infectieux de MISCA-F3 sur la croissance in vitro de *C albicans*, *T. mentagrophytes*, *T. rubrum*, *C. neoformans*, *A. fumigatus* et *A. flavus*. Mémoire de D.E.A de Biotechnologie option pharmacologie. UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 34 p.
2. Adjanohoun, E. & Aké Assi. L. (1979). Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Ministère de la Recherche Scientifique, Centre National de Floristique (CNF). Abidjan, Côte d'Ivoire, 358 p.
3. Ascioğlu, S., Rex, J.H., & De Pauw, B. (2002). Defining opportunistic invasive fungal infections in immunocompromised patients with cancer and hematopoietic stem cell transplants an international consensus. *Clinical Infectious Diseases*, 34: 7–14.
4. Bagre, I., Bahi, C., Ouattara, K., Guede, N. Z., Djaman, A. J., Coulibaly, A., & N'Guessan, J.D. (2011). "Étude botanique et exploration de l'activité antifongique de *Morinda morindoides* (Baker) Milne-Redh. sur la croissance in vitro de *Cryptococcus neoformans*. *Phytothérapie*, 9: 136-141.
5. Basli, A., Chibane, M., Madani, K., & Oukil, N. (2012). "Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: *Origanum glandulosum* Desf." *Phytothérapie*, 10: 2-9.
6. Békro, Y.A., Békro, J.A.M., Boua, B.B., Tra, B.F.H., & Ehilé, E.E., (2007). Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana* (Baill.) Herend.et Zarucchi (Caesalpinaceae). *National Science Review*, 4 (2) : 217-225.

7. Develoux, M. & Bretagne, S. (2005). Candidoses et levures divers. *EMC Maladies Infectieuses 2*. 119–39.
8. Granier, F. (2003). Antifongiques, classes thérapeutiques, mécanisme d'action, problèmes de résistance. *Antibiotiques*, 5:39–48.
9. Kettani, A., Belkhadir, Z.H., & Mosadik, A. (2006). Traitement antifongique des candidoses systémiques en réanimation. *Journal of Medical Mycology*, 16 :16–25.
10. Kra, A.K.M., Ahon, G.M., Djo-Bi, D., Ouattara, S., Coulibaly, A., & Djaman, A.J. (2014). Antifungal activities of medicinal plants extracts of Ivorian pharmacopoeia. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 3: 159-166.
11. Lin, S.J., Schranz, J., & Teutsch, S.M. (2001). Aspergillosis case-fatality rate: systematic review of the literature. *Clinical Infectious Diseases*, 32. 358–66.
12. Mandić, B.M., Gođevac, D.N., Beškoski, V.P., Simić, M.R., Trifunović, S.S., Tešević, V.V., Vajs, V.V., & Milosavljević, S.M. (2009). "Pyrrolizidine alkaloids from seven wild-growing Senecio species in Serbia and Montenegro. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74: 27-34.
13. Nivoix, Y., Dominique, L., Raoul, H., & Geneviève, U.S. (2018). Traitement des infections fongiques invasives et superficielles. *Pharmacie clinique et thérapeutique*. Elsevier Masson SAS. 893-920
14. Ouattara, S., Kporou, K.E., Kra, A.K.M., Zirihi, G.N., N'guessan, J.D., Coulibaly, A., & Djaman, A.J. (2013) Antifungal activities of *Terminalia ivorensis* A. Chev. bark extracts against *Candida albicans* and. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 2: 49-52.
15. Oussou, K.R., Kanko, C., Guessend, N., Yolou, S., Dosso, M., N'Guessan, Y.T., Figueredo, G., Chalchat, J.-C., & Koukoua, G. (2004). "Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire. *Comptes Rendus Chimie*, 7: 1081-1086.

## **Diversité et Caractéristiques des Systèmes de Production Agricole Végétale dans la Commune de Ziguinchor au Sénégal**

**Maurice Dasylya, PhD, Maître Assistant**

École Supérieure des Sciences Agricoles et de l'Alimentation (ES2A),  
Université Amadou Mahtar Mbow (UAM), Dakar Nafa VDN, Sénégal

**Ngor Ndour, PhD, Maître de Conférences**

**Aly Diallo, Maître Assistant**

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE),  
Université Assane SCK de Ziguinchor (UASZ), Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p120](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p120)

Submitted: 07 October 2022

Accepted: 11 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Dasylya M., Ndour N. & Diallo A. (2023). *Diversité et Caractéristiques des Systèmes de Production Agricole Végétale dans la Commune de Ziguinchor au Sénégal*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 120. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p120>

### **Résumé**

Bien que l'agriculture soit reconnue pour les services qu'elle rend aux citoyens, elle peine à se développer dans les villes africaines. L'étude a été conduite dans la commune de Ziguinchor, situé au Sud du Sénégal. Elle vise à caractériser des systèmes de production végétale de l'agriculture urbaine dans cette commune et s'est appuyé, essentiellement, sur des enquêtes, auprès de 390 agriculteurs. Quatre systèmes de production végétale exploités par des femmes (74,4%) ont été recensés. Le maraîchage est le plus représenté avec 59,7% de cas de citation. Avec 24 spéculations cultivées dans les bas-fonds ou dans les interstices urbains. Ce système de production mobilise plus de producteur en saison sèche (51,5%) qu'en hivernage. Les grandes cultures pluviales qui représentent 32,9% des cas compte 9 essences cultivées réparties dans la famille des Poaceae, des Fabaceae et des Pedaliaceae. Le riz se distingue parmi les grandes cultures pluviales par l'envergure des vallées non aedificandi (838,9 ha) qui abritent ses activités de production. L'arboriculture fruitière et la floriculture constituent les systèmes de production les moins représentés avec respectivement 6,8% et 0,7% des cas. Avec 8 espèces

d'arbres fruitiers inventoriées, l'arboriculture est, essentiellement, notée dans la périphérie Sud de la commune où sont localisés plus de vergers d'anacardiens. La floriculture, comptant 13 principales espèces cultivées, est une activité qui subsiste avec seulement 5 exploitations notées dans toute la commune. Toutefois, il faut rappeler que ces divers systèmes de production végétale souffrent de l'avancée du front urbain et de l'occupation de l'espace par le bâti. Il urge, donc, que l'agriculture soit prise en compte dans les prochains plans d'aménagement urbain de Ziguinchor.

---

**Mots-clés:** Agriculture urbaine , Système de roduction, Maraîchage ; Arboriculture, Riziculture, Sénégal

---

## **Diversity and Characteristics of Agricultural Crop Production Systems in the Municipality of Ziguinchor in Senegal**

*Maurice Dasylya, PhD, Maître Assistant*

École Supérieure des Sciences Agricoles et de l'Alimentation (ES2A),  
Université Amadou Mahtar Mbow (UAM), Dakar Nafa VDN, Sénégal

*Ngor Ndour, PhD, Maître de Conférences*

*Aly Diallo, Maître Assistant*

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE),  
Université Assane SCK de Ziguinchor (UASZ), Sénégal

---

### **Abstract**

Although agriculture is recognised for the services it provides to city dwellers, it is struggling to develop in African cities. The study was conducted in the commune of Ziguinchor, located in southern Senegal. It aimed to characterise the plant production systems of urban agriculture in this commune and was based essentially on surveys of 390 farmers. Four crop production systems, mainly operated by women (74.4%), were identified. Market gardening is the most represented with 59.7% of cases cited. With 24 crops cultivated in the lowlands or in the urban interstices, this production system mobilises more producers in the dry season (51.5%) than in the winter season. Rainfed field crops, which account for 32.9% of cases, include 9 species cultivated in the Poaceae, Fabaceae and Pedaliaceae families. Rice stands out among the major crops due to the scale of the *not aedificandi* valleys (838.9 ha) in which it is produced. Fruit growing and flower growing are the least represented production systems, with 6.8% and 0.7% of cases respectively. With 8 species of fruit trees inventoried, arboriculture is essentially noted in

the southern periphery of the district where more cashew orchards are located. Floriculture, with 13 main species produced, is an activity which survives with only 5 farms noted in the district. However, it should be remembered that these various plant production systems are suffering from urbanisation and the occupation of space by buildings. It is therefore urgent that agriculture be taken into account in the next urban development plans for Ziguinchor.

---

**Keywords:** Urban agriculture, Production system, Market gardening, Tree farming, Rice growing, Senegal

## Introduction

La population mondiale augmente de façon rapide et continue. Elle atteindra 3 milliards d'habitants d'ici 2030 ; avec 95 % dans les pays en développement (Mougeot et Moustier, 2004 ; Kêdowidé et *al.*, 2010). Cette augmentation sera plus accentuée dans les villes africaines dont le taux annuel de croissance est de 4% (Moustier et Fall, 2004). Le taux d'urbanisation du continent africain atteindra 70% en 2050 ; soit environ 1,2 milliards d'urbains (Batel, 2015). La production de nourritures sera multipliée par deux (Renoux, 2008) et celle des déchets et effluents va quadrupler dans les zones urbaines (Mougeot et Moustier, 2004). La grande inquiétude est de savoir comment tous les citoyens vont se nourrir compte tenu de la crise de souveraineté alimentaire (Bricas et *al.*, 2016) et du taux de chômage élevé auxquels ils sont confrontés (Ndiaye et *al.*, 2010). L'agriculture urbaine pourrait être une réponse à la demande des citoyens en denrées alimentaires (Aubry, 2013) et servir de levier pour bâtir un cadre de vie durable dans les villes (Dasylyva et *al.*, 2018). Elle est de plus en plus reconnue pour sa capacité à lutter contre la vulnérabilité alimentaire et la pauvreté des populations dans les villes (Soulard et *al.*, 2011).

Par ailleurs, la baisse des rendements agricoles en milieu rural et la crise alimentaire favorisent, de plus en plus, l'agriculture urbaine qui fait vivre bon nombre d'habitants dans les villes du Sud (Robineau, 2018). Son rôle alimentaire est, particulièrement, fort en Afrique occidentale (De bon et *al.*, 2010) où elle fournit la demande en légumes et en produits avicoles (Ba et *al.*, 2016 ; Tinker, 1995 ; Akinbaminjo et *al.*, 2002). Elle participe, également, au recyclage des déchets urbains, à la réduction de la pauvreté (FAO, FIDA et PAM, 2013; Dasylyva et *al.*, 2018) et à l'établissement de villes vertes riches en biodiversité (Smith et *al.*, 2004 ; Mougeot, 2006 ; Ouédraogo, 2012 ; Dasylyva et *al.*, 2017 ; Dasylyva et *al.*, 2020).

La ville de Ziguinchor présente des atouts sur le plan agricole compte tenu de la pluviométrie favorable à une production agricole diversifiée. Cependant, les espaces de cultures sont menacés par l'avancée du front urbain liée à la croissance démographique soutenue (Robin et Ndione, 2006). Une

des conséquences de cette urbanisation est la recrudescence des habitats spontanés en périphérie de la ville, notamment, dans les vallées *non aedificandi* qui concentrent la majorité des activités de riziculture pluviale et de maraîchage de contre-saison (Dasylyva et al., 2017).

Dans ce contexte, certains agriculteurs urbains ont développé divers systèmes de production agricole végétale, notamment, horticole et de grandes cultures dans les interstices urbains et dans les bas-fonds et les zones périurbaines. Cependant, ces systèmes de production restent mal connus, et, par conséquent, très peu considérés par les autorités municipales.

C'est dans ce contexte que cette étude a été initiée dont l'objectif général est de promouvoir une meilleure connaissance des caractéristiques des systèmes de production agricole dans la ville de Ziguinchor.

## **Materiel et méthodes**

### **Présentation de la zone d'étude**

Cette étude a été réalisée dans la commune de Ziguinchor, créée en 1888 et chef-lieu administratif de la région du même nom. Cette commune est située au Sud- Ouest du Sénégal et est localisée entre le méridien 16° et 17° et les parallèles 12° et 13°. Elle est structurée en 27 quartiers officiellement matérialisés sur son plan cadastrale (ANSD<sup>1</sup>, 2015). La figure 1 rend compte de sa structure spatiale.

La ville de Ziguinchor est caractérisée par un climat de type soudano-côtier Sud (Sagna, 2005). En référence à la base de données de l'ANACIM<sup>2</sup>, la pluviométrie moyenne annuelle y est évaluée, entre 1981 et 2020, à 1316,24 mm. Ziguinchor est, de ce fait, l'une des villes les plus arrosées du Sénégal ; malgré la variabilité pluviométrique. Cette bonne pluviométrie associée au potentiel des bas-fonds agricoles (Dasylyva et al., 2017) et à leur type de sols (Dasylyva et al., 2019A) confèrent à cette ville des conditions favorables à une production agricole diversifiée .

Selon les projections démographiques de l'ANSD (2015), la ville de Ziguinchor serait peuplée de 232217 habitants en 2017 et devrait atteindre 281915 habitants en 2023. Elle est une ville composée de 26% de ménages agricoles (PAM<sup>3</sup>, 2012). Cette ville est la plus cosmopolite du Sénégal essentiellement peuplée par les diolas (35%) et les mandingues (18%) qui par essence sont des cultivateurs.

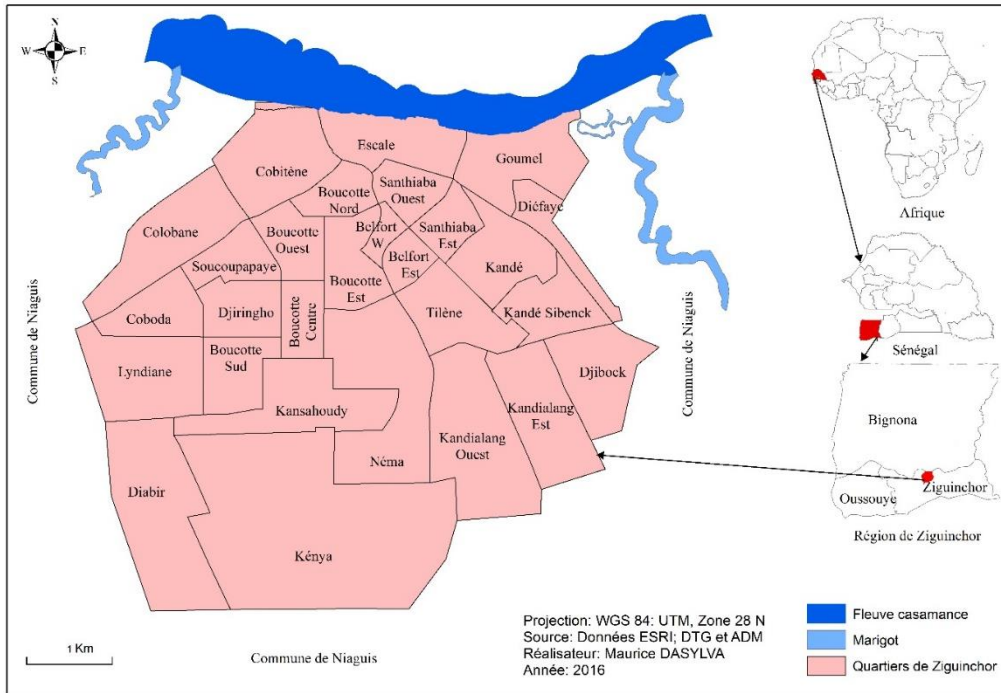
---

<sup>1</sup> Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

<sup>2</sup> Agence nationale de l'aviation civile et de la météorologie

<sup>3</sup> Programme Alimentaire Mondial





**Figure. 1.** Carte de localisation de la commune de Ziguinchor

### Collecte des données

L'approche méthodologique de cette étude repose sur des enquêtes agrosocioéconomiques, des observations de terrain et la cartographie des exploitations réalisées entre 2015 et 2018.

Les enquêtes agrosocioéconomiques ont permis de recenser et de caractériser les systèmes de production agricole dans l'espace urbain de Ziguinchor. En s'inspirant de certains auteurs comme Smith et *al.* (2004), Ba (2007), Dasylya (2013), Robineau (2014) et Dasylya et *al.* (2017) et, eu égard aux objectifs de cette étude, le focus a été mis sur les systèmes de productions végétales (maraîchage, arboriculture fruitière, grandes cultures pluviales et floriculture).

La méthode d'échantillonnage non probabiliste (par jugement *à priori*) de Dufour et Larivière (2012) a permis de recenser 16 quartiers pour faire les enquêtes. L'application de ce type d'échantillonnage s'appuie sur les travaux de Dasylya (2013 et 2018) et des missions de prospection qui ont permis d'avoir un aperçu sur la situation agrosocioéconomique de la ville de Ziguinchor. Les 16 quartiers faisant objet d'unités de sondage sont répartis dans la zone urbaine (Néma, Néma 2, Château d'eau, Boucotte sud, Boucotte Ouest, Tilène, Santhiaba et Grand yoff) et dans celle périurbaine (Kandialang Est, Kandialang Ouest, Colobane, Lyndiane, Diabir, Kenya, Djibock et Diéfaye).

Un questionnaire portant, essentiellement, sur la diversité des cultures et celle des systèmes de production ainsi que leurs caractéristiques et afin le statut et le mode d'accès au foncier agricole, a été établi et administré à 390 producteurs. Ces enquêtes ont été déroulées en deux phases. La première phase a eu lieu pendant la contre saison et la seconde pendant l'hivernage. Du fait de l'absence d'une base de sondage des producteurs pré-étalée dans la ville (Dasylyva, 2013), la collecte des données a été fondée sur la méthode du plus proche individu.

Par ailleurs, les descentes sur le terrain ont permis d'enquêter les producteurs dans leurs exploitations, notamment, dans les vallées agricoles. Elles ont permis de faire des observations concrètes des exploitations agricoles, d'infirmier ou confirmer et de discuter les informations relevant des données d'enquêtes.

Le travail de cartographie a permis de réaliser des cartes de localisation des exploitations agricoles et d'évaluer le potentiel des terres cultivables de la commune, particulièrement celui des bas-fonds périurbains. L'approche méthodologique s'est appuyée sur des méthodes empiriques de collecte des données. Les exploitations agricoles sont géoréférencées à l'aide d'un GPS (*Garmin etrex 20x*). Cette approche a nécessité la marche sur tout le long du périmètre de chacune des vallées périurbaines de la commune et dans les interstices urbains afin de prendre les coordonnées GPS et d'effectuer des levées de surfaces des exploitations agricoles. Elle a pour avantage d'identifier, de visu, les différentes formes d'exploitation et d'activités agricoles sur le terrain et d'effectuer une analyse croisée des informations tirées des enquêtes. Les données cartographiques sont extraites et corrigées par le logiciel *MapSource* sous format de fichier gpx. Elles ont été vectorisées à l'aide du logiciel Qgis. Les cartes ont été réalisées à l'aide du logiciel *Arc GIS 10.2.2*. Les prises de vue, à l'aide d'un appareil photo numérique, de marque Canon, ont permis de fournir des illustrations sur les activités agricoles de la commune.

Les essences agricoles cultivées ont été identifiées avec les producteurs et à l'aide de flore illustrée du Sénégal (Berhaut, 1988). Le site web <http://www.tropicos.org/> a été consulté pour se conformer aux mises à jour de la systématique des espèces végétales identifiées.

### **Traitement et analyse des données**

Le logiciel Sphinx Plus<sup>2</sup> a été utilisé pour traiter les données collectées de l'enquêtes. Il a permis de faire des analyses uni-variées et celles croisées des variables. Les test de Fisher et ceux du Chi<sup>2</sup> ont été réalisés au seuil alpha (5%). Ainsi, les tendances centrales des variables liées aux perceptions des enquêtés sur la diversité des spéculations, les différents systèmes de production végétale et sur le foncier agricole ont été établis. Les statistiques

déterminées ont été utilisées dans le progiciel Excel 2013 pour réaliser les graphiques illustratifs. Les données obtenues à l'aide du guide d'entretien ont fait l'objet d'un établissement de comptes rendus et d'une analyse croisée de contenus conformément à l'approche de Duchesne et Haegel (2005).

## Résultats

Les systèmes de production agricole végétale de l'agriculture urbaine de la commune de Ziguinchor sont essentiellement de trois ordres. Le maraîchage est le plus représenté avec 59,7% de cas de citation. Il s'ensuit les grandes cultures qui représentent 32,9% des cas. L'arboriculture fruitière et la floriculture constituent les systèmes de production les moins représentés. Ils sont représentés, respectivement, par 6,8% et 0,7% des cas.

## Production maraîchère

Le maraîchage est pratiqué dans la ville de Ziguinchor, aussi bien, en saison de pluies qu'en contre-saison. Il a été plus pratiqué en contre-saison, période pendant laquelle il a mobilisé 51,5% de ses pratiquants (Figure 2). Cependant, il a occupé 48,5% des maraîchers en hivernage.

A l'instar de tous les systèmes d'exploitation agricole confondus, le maraîchage a été majoritairement exercé par les femmes qui représentaient 86% des maraîchers. Les hommes se sont moins intéressés à ce système d'exploitation avec 14% des producteurs. Le maraîchage de contre-saison a été, aussi bien, pratiqué dans les interstices urbains que dans les vallées périurbaines.



*Crédit photo : M. Dasyva, 2015*

**Figure 2.** Exploitation maraîchère de contre-saison dans la vallée de Cobitène

### ***Diversité des cultures maraîchères***

Le système d'exploitation maraîcher a été caractérisé par une diversité de spéculations consignée dans le Tableau 1. L'analyse de ce tableau a permis de noter que ce système de production était riche de 24 espèces réparties dans 19 genres et 15 familles végétales. La famille des *Solanaceae* et celle des *Lamiaceae* ont été les plus représentées avec respectivement 4 et 3 espèces végétales. Elles étaient suivies de celles des *Brassicaceae*, des *Curcubitaceae* et des *Malvaceae* qui comptent chacune 2 espèces. Le reste des familles de taxons maraîchers (36%) comptait une seule espèce chacune. Les genres *Brassica*, *Mentha*, *Capsicum* et *Solanum*, avec 2 espèces végétales chacun, ont été les plus représentés. Les autres genres d'espèces végétales (80%) étaient représentés par une seule spéculation maraîchère chacun.

La plupart des spéculations maraîchères (68%) notées ont été cultivées aussi bien pendant la contre saison que l'hivernage (Tableau 1). Cependant, la carotte (*Daucus carota*), le navet (*Brassica rapa*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*) et le chou pommé (*Brassica oleracea*) ne sont cultivés que durant la contre-saison. Alors que le tarot (*Colocasia antiquorum*), la courge (*Cucurbita acutangula*) l'igname (*Dioscorea alata*) et le niébé (*Vigna unguiculata*) n'ont été cultivés que pendant l'hivernage. La superficie moyenne exploitée par un maraîcher de contre-saison dans les vallées périurbaines de Ziguinchor a été évaluée à 0,12 ha. Elle a pu atteindre 0,21 ha chez les gros exploitants maraîchers de ces espaces. Le degré d'association culturale dans une parcelle maraîchère d'un producteur a varié entre 3 et 5 spéculations.

La production moyenne d'un maraîcher de contre-saison dans les vallées périurbaines de la ville a varié significativement ( $p < 0,1\%$ ) en fonction des spéculations cultivées. Le poivron, le gombo, la tomate et l'aubergine ont présenté les plus faibles productions par maraîcher et par campagne agricole. Elle a été respectivement évaluée à 12,42 Kg, 70,62 Kg, 72,62 Kg et 89,40 Kg. L'oseille de guinée (104 Kg), la laitue (224,75 Kg), l'aubergine amère (252,5 Kg) et la patate douce (316,78 Kg) ont présenté la plus importante production moyenne par campagne agricole et par maraîcher.

La menthe verte (*Mentha spicata*) a été la plus fréquente spéculation maraîchère avec 27,54% de cas. La patate douce (*Ipomoea batatas*), le gombo (*Hibiscus abelmoschus*) et la laitue (*Lactuca sativa*) faisaient également partie des principales spéculations maraîchères de la ville. Elles ont respectivement représenté 12,94% ; 12,44% et 6,47% de cas.

**Tableau 1.** Liste des spéculations maraîchères produites dans la ville de Ziguinchor

| Spéculations cultivées   |                       |                   |                                    | Saison de culture |       | % citation |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|-------|------------|
| Nom vern.                | Famille               | Genre             | Espèce                             | Pluviale          | Sèche |            |
| Amaranthus               | <i>Amaranthaceae</i>  | <i>Amaranthus</i> | <i>Amaranthus viridis</i> L.       | +                 | +     | 1          |
| Oignon                   | <i>Amaryllidaceae</i> | <i>Allium</i>     | <i>Allium cepa</i> L.              | +                 | +     | 1          |
| Carotte                  | <i>Apiaceae</i>       | <i>Daucus</i>     | <i>Daucus carota</i> L.            | -                 | +     | 1,49       |
| Tarot                    | <i>Araceae</i>        | <i>Colocasia</i>  | <i>Colocasia antiquorum</i> Schott | +                 | -     | 2,49       |
| Laitue                   | <i>Asteraceae</i>     | <i>Lactuca</i>    | <i>Lactuca sativa</i> L.           | +                 | +     | 6,47       |
| Chou pommé               | <i>Brassicaceae</i>   | <i>Brassica</i>   | <i>Brassica oleracea</i> L.        | -                 | +     | 0,5        |
| Navet                    | <i>Brassicaceae</i>   | <i>Brassica</i>   | <i>Brassica rapa</i> L.            | -                 | +     | 1,49       |
| Patate douce             | <i>Convolvulacée</i>  | <i>Ipomoea</i>    | <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam    | +                 | +     | 12,94      |
| Concombre                | <i>Cucurbitaceae</i>  | <i>Cucumis</i>    | <i>Cucumis sativus</i> L.          | +                 | +     | 1,49       |
| Courge                   | <i>Cucurbitaceae</i>  | <i>Cucurbita</i>  | <i>Cucurbita acutangula</i> L.     | +                 | -     | 1,99       |
| Igname                   | <i>Dioscoreaceae</i>  | <i>Dioscorea</i>  | <i>Dioscorea alata</i> L.          | +                 | -     | 1          |
| Manioc                   | <i>Euphorbiaceae</i>  | <i>Manihot</i>    | <i>Manihot esculenta</i> (Crantz)  | +                 | -     | 1,99       |
| Haricot vert             | <i>Fabaceae</i>       | <i>Phaseolus</i>  | <i>Phaseolus vulgaris</i> L.       | -                 | +     | 1,49       |
| Menthe basilic           | <i>Lamiaceae</i>      | <i>Ocimum</i>     | <i>Ocimum basilicum</i> L.         | +                 | +     | 1          |
| Menthe verte             | <i>Lamiaceae</i>      | <i>Mentha</i>     | <i>Mentha spicata</i> L.           | +                 | +     | 27,54      |
| Menthe poivrée           | <i>Lamiaceae</i>      | <i>Mentha</i>     | <i>Mentha x piperita</i> L.        | +                 | +     | 4,48       |
| Gombo                    | <i>Malvaceae</i>      | <i>Hibiscus</i>   | <i>Hibiscus abelmoschus</i> L.     | +                 | +     | 12,44      |
| Oseille de guinée        | <i>Malvaceae</i>      | <i>Hibiscus</i>   | <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.      | +                 | +     | 4,49       |
| Passiflore               | <i>Pascifloraceae</i> | <i>Passiflora</i> | <i>Passiflora edulis</i> Sims.     | +                 | +     | 1,8        |
| Piment                   | <i>Solanaceae</i>     | <i>Capsicum</i>   | <i>Capsicum frutescens</i> L.      | +                 | +     | 2,99       |
| Tomate                   | <i>Solanaceae</i>     | <i>Solanum</i>    | <i>Solanum lycopersicum</i> L.     | +                 | +     | 2,97       |
| Aubergine                | <i>Solanaceae</i>     | <i>Solanum</i>    | <i>Solanum melongena</i> L.        | +                 | +     | 1,49       |
| Aubergine amère (Jaxatu) | <i>Solanaceae</i>     | <i>Solanum</i>    | <i>Solanum macrocarpon</i> L.      | +                 | +     | 3,48       |
| Poivron                  | <i>Solanaceae</i>     | <i>Capsicum</i>   | <i>Capsicum annum</i> L.           | +                 | +     | 1,98       |

+ : Cultivée pendant cette saison ; - : Non cultivée pendant cette saison ; \* : Saison pendant laquelle la spéculacion est plus cultivée

La patate douce a été essentiellement cultivée pendant la contre saison, dans les vallées périurbaines. Cependant, les agriculteurs qui se sont investis dans la production de cette culture ont installé les pépinières de boutures en bordure des rizières pendant la saison de pluies. Ces boutures ont été repiquées dans les mottes de terres labourées dans les casiers rizicoles après la récolte du riz (Figure 3).



*Crédit photo : M. Dasylya, 2014.*

**Figure 3.** Exploitation de patate douce dans les bas-fonds de Kandialang.

La menthe verte a constitué, avec la menthe poivrée (*Mentha piperita*) et le basilic (*Ocimum basilicum*) les micros exploitations des plantes aromatiques médicinales (PAM) essentiellement notées dans les quartiers de Néma 2 et Château d'eau.

La taille de ces micro-exploitations variait entre 7 et 50 m<sup>2</sup>. Un producteur de ce type de culture ont emblave en moyenne 28,4 m<sup>2</sup> par an. Les exploitations de menthes sont essentiellement localisées dans les quartiers majoritairement peuplés par la communauté mandingue qui s'en est spécialisée. Cependant, Nema 2 et Kandialang ont concentré près de 84,8% des exploitations répertoriées. Ces cultures ont été majoritairement produites en contre saison par 56,1% des producteurs. Les autres (43,9%) les ont cultivées pendant les deux saisons. La majorité des producteurs (42,7%) avaient leurs exploitations dans les parcelles vacantes à usage d'habitat, 34,4% ont exploité les bordures des routes non bitumées et les autres (28,1%) ont cultivé dans les habitations.

### ***Pratiques d'irrigation des exploitations maraîchères en contre-saison***

L'irrigation des cultures maraîchères de contre-saison a été basée sur des pratiques rudimentaires utilisant les outils empiriques (Arrosoirs, Seaux, Bassines, Bidons, ...). Les producteurs ayant leurs exploitations maraîchères dans les interstices urbains utilisaient l'eau des puits traditionnels relativement

profonds pour arroser leurs cultures. Pour ce faire, ils installaient les bassines ou bidons de 20 litres sur les bordures des planches maraîchères. L'eau puisée dans les puits était mise dans ces récipients et était utilisée chaque matin et/ou après-midi pour arroser les cultures (Figure 5A). Les maraîchers qui ont exploité les casiers rizicoles périurbains ont profité du caractère affleurant de la nappe phréatique dans ces milieux. Ils ont creusé des puits dépassant rarement 2 m de profondeur pour irriguer leurs exploitations (Figure 5B).

L'analyse faite sur les micro-exploitations intra-urbaines des menthes a montré que ces cultures sont exigeantes en eau et sont irriguées aussi bien pendant la contre saison et pendant la saison des pluies avec l'eau de puits. Pendant, la contre saison, les producteurs utilisaient, environ, 10 à 15 bassines d'eau de 20 litres pour irriguer des parcelles de 10 à 15 m<sup>2</sup> par jour. Pendant la saison des pluies, la fréquence d'irrigation et la quantité d'eau utilisée diminuait considérablement.



*Crédit photo : M. Dasylya, 2014*

**Figure 5:** Stockage d'eau dans une exploitation de laitue à Lyndiane (A) et puits (*céane*) pour irrigation d'une exploitation de tomate dans la vallée de Diéfaye (B).

### ***Grandes cultures pluviales***

La production pluviale des grandes cultures constitue un maillon important de l'agriculture urbaine de Ziguinchor. Ce système de production, tributaire des premières pluies utiles, s'est caractérisé par une diversité des cultures (Tableau 2).

**Tableau 2.** Listes des grandes cultures pluviales de la ville de Ziguinchor

| Nom vern.           | Spéculations cultivées |                   |   | (%<br>citation |
|---------------------|------------------------|-------------------|---|----------------|
|                     | Famille                | Genre             | Espèce                                  |                |
| Riz                 | <i>Poaceae</i>         | <i>Oryza</i>      | <i>Oryza sativa</i> L.                  | 45             |
| Maïs                | <i>Poaceae</i>         | <i>Zea</i>        | <i>Zea mays</i> Iltis                   | 6,3            |
| Fonio               | <i>Poaceae</i>         | <i>Digitaria</i>  | <i>Digitaria exilis</i> (Kippist) Stapf | 1              |
| Mil                 | <i>Poaceae</i>         | <i>Pennisetum</i> | <i>Pennisetum glaucum</i> (L) R.Br..    | 1,6            |
| Sorgho              | <i>Poaceae</i>         | <i>Sorghum</i>    | <i>Sorghum bicolor</i> L. (Moench)      | 0,88           |
| Arachide            | <i>Fabaceae</i>        | <i>Arrachis</i>   | <i>Arrachis hypogaea</i> L.             | 42             |
| Arachide<br>bambara | <i>Fabaceae</i>        | <i>Voandzeia</i>  | <i>Voandzeia subterranea</i> (L.)       | 2              |
| Niébé               | <i>Fabaceae</i>        | <i>Vigna</i>      | <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp      | 1              |
| Sésame              | <i>Pedaliaceae</i>     | <i>Sesamum</i>    | <i>Sesamum indicum</i> L.               | 0,22           |

Le Tableau 2 met en évidence 9 essences culturelles appartenant chacune à un genre végétal, répartis dans 3 familles botaniques. La famille des *Poaceae* était la plus représentée de ce système de production et comptait, à elle seule, 55,50% des spéculations. Cette famille botanique comporte la totalité des céréales cultivées dans la ville. Elle est suivie des *Fabaceae* qui comptent 33,30% des grandes cultures pluviales. La famille des *Pedaliaceae* comporte 11,20% des essences. Les grandes cultures appartenant à ces dernières familles botaniques sont des oléagineuses.

Le riz a constitué la spéculation la plus cultivée des grandes cultures pluviales de la ville avec 45% des citations. Sa production moyenne annuelle a été estimée à 1800,75 kg/producteur. La riziculture a été pratiquée dans les bas-fonds qui jouxtent la ville (Figure 6).



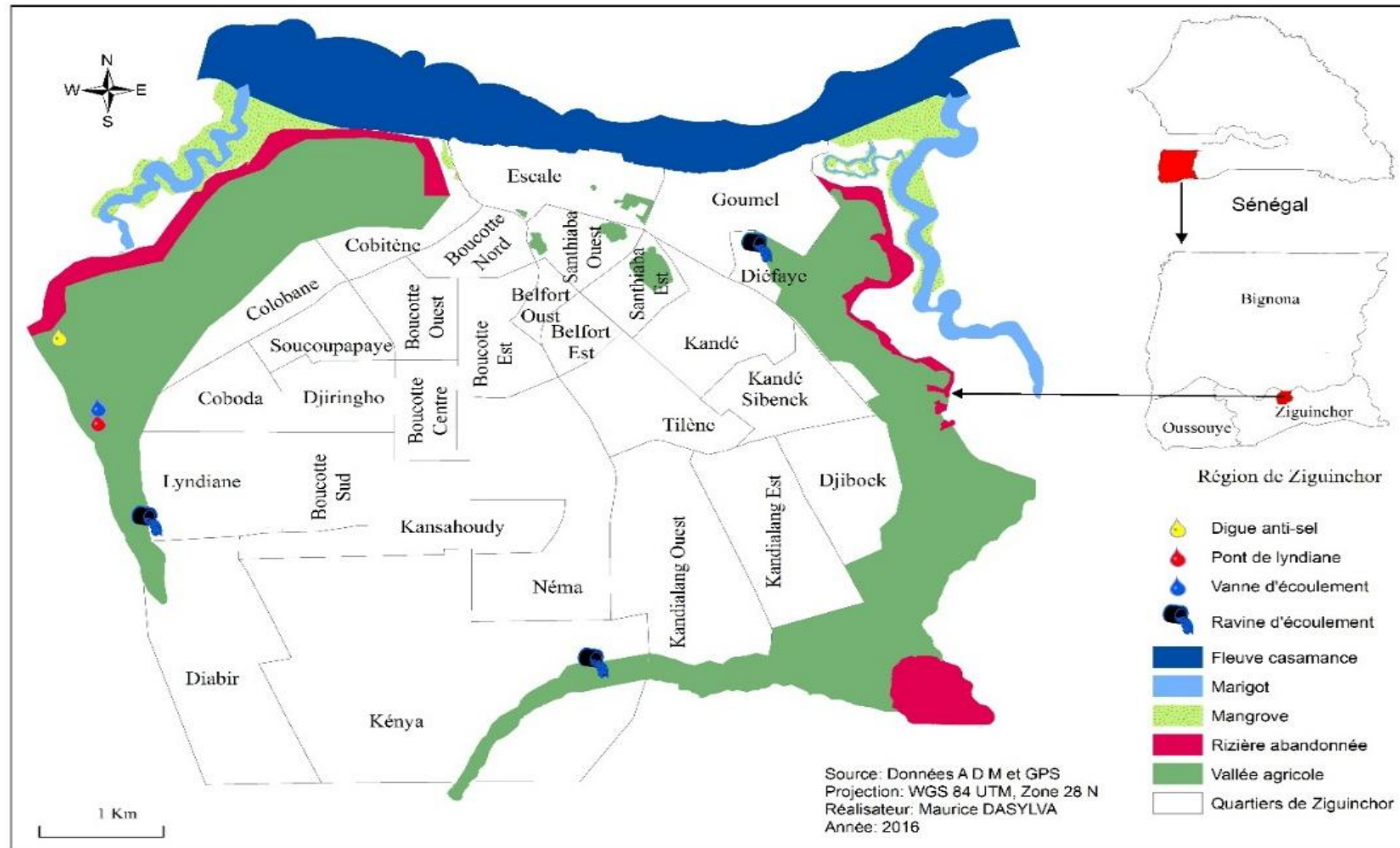


Figure 6. Carte de localisation des bas-fonds rizico-maraîchers de la ville de Ziguinchor

Ce système de culture s'est distingué de par l'envergure des bas-fonds qui les ont abrités à l'échelle de la commune et de sa capacité à contribuer à la sécurité alimentaire des producteurs. Ces vallées s'étendent sur 838,9 ha de terres *non aedificandi*. Au-delà des casiers rizicoles notés dans ces vallées, certains producteurs ont exploité des interstices urbains sur les plaines inondables. Ces pratiques ont été principalement notées dans les quartiers de Santhiaba, Belfort fort, Diéfaye, Boucotte Nord et d'Escale (Figure 7).



*Crédit photo : M. Dasylya, 2015*

**Figure 7.** Exploitation rizicole installée dans les interstices urbains inondables du quartier de Santhiaba

L'arachide a été, après le riz, la spéculiation la plus cultivée parmi les grandes cultures pluviales, avec 42% de fréquence de citation (Figure 8).



*Crédit photo : M. Dasylya, 2017*

**Figure 8.** Exploitation arachidière dans les parcelles loties vacantes de Kénia

La production moyenne annuelle a été estimée à 764,47 kg par producteur. Les exploitations arachidières les plus importantes, sises dans le

périmètre communal de Ziguinchor, ont été notées dans les parcelles loties vacantes des quartiers périurbains tels que Diabir, Lyndiane et Kandialang. Il a été noté une très faible fréquence de production de l'arachide *bambara* dans la ville de Ziguinchor. Bien que peu cultivée, l'arachide bambara est bien appréciée dans le marché local où elle est vendue, en état bouillie avec les gousses, entre mi-octobre et décembre.

Le mil et le maïs sont des céréales dont quelques rares petites exploitations sont notées dans les parcelles à usage d'habitat non bâties et dans les bordures des routes non butinées de certains quartiers (Néma, Kandé, Kandialang, Kenya, Lyndiane, Diabir et Djirighor). Ces deux spéculations ont été, dans certains cas, cultivées en association avec l'arachide. Le fonio est une culture qui a quasi disparue du système agricole de la ville de Ziguinchor. Il a été particulièrement produit par quelques rares Mandingues. D'ailleurs, les producteurs qui s'intéressent encore à sa production ont été noté à Néma 2.

### **Arboriculture fruitière**

L'arboriculture fruitière est l'apanage des habitants de la commune de Ziguinchor. Cependant, bien que l'on trouve dans presque toutes les maisons un arbre fruitier, ce système d'exploitation agricole a été plus noté dans la périphérie Sud de la commune où ont été notés plus de vergers arboricoles. Le Tableau 3 présente la diversité des essences arboricoles cultivées.

**Tableau 3.** Diversité des essences arboricoles et fréquence de production

| Espèces arboricoles cultivées |                      |                   |  | Fréq. de production (%) |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|--|-------------------------|
| Nom vern.                     | Famille              | Genre             | Espèce   |                         |
| Anacardier                    | <i>Anacardiaceae</i> | <i>Anacardium</i> | <i>Anacardium occidentale</i> L.               | 38,67                   |
| Goyavier                      | <i>Myrtaceae</i>     | <i>Psidium</i>    | <i>Psidium guajava</i> L.                      | 20,00                   |
| Bananier                      | <i>Musaceae</i>      | <i>Musa</i>       | <i>Musa sapientum</i> L.                       | 8,00                    |
| Manguier                      | <i>Anacardiaceae</i> | <i>Mangifera</i>  | <i>Mangifera indica</i> L.                     | 12,00                   |
| Agrumes                       | <i>Rutaceae</i>      | <i>Citrus</i>     | <i>Citrus</i> sp.                              | 16,00                   |
| Papayer                       | <i>Caricaceae</i>    | <i>Carica</i>     | <i>Carica papaya</i> L.                        | 3,56                    |
| Jacquier                      | <i>Moraceae</i>      | <i>Artocarpus</i> | <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam. (Lamarck) | 1,33                    |
| Corossol                      | <i>Annonaceae</i>    | <i>Annona</i>     | <i>Annona muricata</i> L.                      | 0,44                    |

Ce tableau montre que le système d'exploitation arboricole de la commune est essentiellement composé de 8 essences réparties dans 7 familles. Chacune de ces essences appartient à un genre botanique. L'anacardier et le manguier ont constitué les espèces arboricoles les plus produites en termes d'envergure de leur verger notamment localisés dans les quartiers de Lyndiane, Diabir, Kénia, Kandialang et Djibock.

La totalité de vergers d'anacardiés cartographiés couvre 383 ha, avec plus de 85% de la superficie dans le quartier de Kénia et le village Kantène affilié à la commune de Niaguis. Les vergers de manguiers s'étendaient sur 173 ha principalement situés dans le quartier de Kandialang. Les vergers d'anacardiés étaient majoritairement détenus par l'ethnie Mankagne (80,67%) alors que ceux de manguiers a été une propriété majoritaire de l'ethnie diola (73,53%). En moyenne, un producteur d'anacarde avait 1,815 tonne par an. Par contre, un producteur de mangue avait, en moyenne, 0,950 tonne par an. L'exploitation anacardière constitue un axe stratégique de lutte contre la pauvreté dans la commune de Ziguinchor. Son importance relève de l'effervescence des producteurs autour de la commercialisation de la noix et de la valorisation du jus de la pomme (Figure 10).

Ce système d'exploitation est d'autant plus important qu'on assiste, depuis quelques années, à la valorisation de la pomme d'anacarde par l'extraction du jus. Les résidus de la pomme sont séchés et stockés par les éleveurs pour nourrir les porcs, les chèvres et les moutons, ... Pendant, la campagne anacardière, qui se déroule entre mars et mi-juillet, on note un mouvement pendulaire des producteurs entre la ville et les zones péri-urbaines de Ziguinchor.



*Crédit photo : M. Dasylya, 2015*

**Figure 10.** Extraction du jus de la pomme d'anacarde dans une exploitation à Diabir

Les agrumes ne demeurent pas moins importants dans le système de production arboricole de la commune. Ils sont essentiellement composés de 4 espèces. Il s'agit de l'oranger (*Citrus sinensis* L.), du Citronnier (*Citrus limon* (L.) Osbeck), du bigaradier (*Citrus uranum* L.) et du mandarinier (*Citrus deliciosa* Ten.). A l'exception du verger noté au niveau du Centre National de Formation des Techniciens en Agriculture et en Génie Rural (CNFTAGR), les agrumes sont, principalement, plantés dans les maisons et sont destinés à l'autoconsommation.

### ***Horticulture ornementale : floriculture***

L'horticulture ornementale ou floriculture est une activité agricole qui a commencé à avoir un regain d'intérêt dans la ville de Ziguinchor. Elle tient toute son importance dans sa capacité à contribuer à l'embellissement urbain. L'étude a permis d'inventorier les essences floricoles produites (Tableau 4).

**Tableau 4.** Liste des principales espèces floricoles cultivées dans la ville de Ziguinchor

| <b>Spéculations cultivées</b> |                       |                      |   |                  |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------|---|------------------|
| <b>Nom vern.</b>              | <b>Famille</b>        | <b>Genre</b>         | <b>Espèce</b>                               | <b>(%) prod.</b> |
| Verveine odorante             | <i>Verbenaceae</i>    | <i>Aloysia</i>       | <i>Aloysia triphylla</i> Royle              | 13,30            |
| Bougainvillier                | <i>Nyctaginaceae</i>  | <i>Bougainvillea</i> | <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.     | 13,30            |
| Protée                        | <i>Proteaceae</i>     | <i>Protea</i>        | <i>Protea cynaroides</i> (L.) L.            | 12,77            |
| Canaille rouge                | <i>Lythraceae</i>     | <i>Lagerstroemia</i> | <i>Lagerstroemia indica</i> L.              | 6,700            |
| Belle de nuit                 | <i>Nyctaginaceae</i>  | <i>Mirabilis</i>     | <i>Mirabilis jalapa</i> L.                  | 6,700            |
| Dieffenbachia                 | <i>Araceae</i>        | <i>Dieffenbachia</i> | <i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott | 6,700            |
| Oiseau de paradis             | <i>Strelitziaceae</i> | <i>Strelitzia</i>    | <i>Strelitzia reginae</i> Aiton             | 6,700            |
| Citronnelle                   | <i>Poaceae</i>        | <i>Cymbopogon</i>    | <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf      | 6,700            |
| Sisal                         | <i>Asparagaceae</i>   | <i>Agave</i>         | <i>Agave sisalana</i> Perrine ex Engelm.    | 6,700            |
| Acalypha                      | <i>Euphorbiaceae</i>  | <i>Acalypha</i>      | <i>Acalypha virginica</i> L.                | 6,700            |
| Alamanda jaune                | <i>Apocynaceae</i>    | <i>Allamanda</i>     | <i>Allamanda cathartica</i> L.              | 6,700            |
| Alamanda rose                 | <i>Apocynaceae</i>    | <i>Allamanda</i>     | <i>Allamanda cathartica</i> L.              | 6,700            |
| Vétiver                       | <i>Poaceae</i>        | <i>Vetiveria</i>     | <i>Vetiveria zizanioides</i> (Nash) Bory    | 0,530            |

L'analyse du Tableau 4 a permis de noter que le système d'exploitation floricole de la commune est principalement composé de 13 espèces réparties dans 12 familles botaniques. Elles appartiennent chacune à un genre taxonomique.

Bien qu'il présente une diversité d'espèces ornementales, le système floricole de la commune de Ziguinchor a souffert d'un manque d'écoulement de la production et est resté rudimentaire. Les plantes ont été principalement produites à même le sol ou dans des récipients remplis de terreau (Figure 12).



*Crédit photo : M. Dasylya, 2016*

**Figure 12** : Exploitation floricole à proximité du collège de Saint Charles Luwanga

Même s'il n'est pas rare de noter des essences ornementales destinées à donner, aux habitats urbains de Ziguinchor, un décor enjolivant, il importe de reconnaître que ce type de production agricole à vocation commerciale y a été beaucoup trop peu développé. On a noté seulement 5 exploitations, à essences ornementales à l'échelle de la commune. Notamment à côté du rond-point Aline Sitoé DIATTA, à l'entrée de l'aéroport, à côté du collège Saint Charles Wanga, à l'enceinte de l'Alliance franco sénégalaise et à celle de l'Université Assane Séck de Ziguinchor.

### ***Pratiques de fertilisation des exploitations agricoles***

La gestion de la fertilité des sols a été basée sur diverses pratiques. Le test de Fisher a permis de noter que la différence de la répartition des producteurs suivant les types de fertilisants utilisés est très significative ( $p < 1\%$ ). La majorité des producteurs ont épandu la matière organique (78,2%) dans leurs exploitations en guise de fumure de fond (Figure 13).



*Crédit photo : M. Dasylya 2016*

**Figure 13.** Fumure animale stockée dans des sacs au niveau du parc-bovin de Tilène Kadior.

Cette matière organique ainsi collectée est compostée ou épandue directement dans les exploitations agricoles pendant ou avant le labour du sol. Cependant, peu de producteurs (3,1%) ont pratiqué le compostage de la matière organique avant de l'utiliser pour la fertilisation des sols. A part cette infime minorité qui a pratiqué le compostage, le reste des producteurs ont procédé à l'épandage direct des fertilisants organiques dans leurs exploitations agricoles. Il est toutefois indispensable de souligner que cette pratique de collecte des ordures ménagères et de la fumure animale pour la fertilisation de sols a contribué considérablement à l'assainissement urbain dans la commune. L'étude a permis de noter que seulement 21,8% des producteurs ont utilisé les engrais chimiques pour la fertilisation de leurs exploitations. Il s'est agi principalement de l'urée et de l'engrais NPK. Cependant il faut souligner que la quasi-totalité des producteurs qui ont utilisé les engrais chimiques ignorent les doses recommandées en fonction des types de cultures et de leurs cycles de développement.

## **Discussion**

La discussion des résultats porte essentiellement sur l'analyse comparée de la typologie des systèmes de production agricole de la commune de Ziguinchor et ceux des autres villes de l'Afrique occidentale en général.

### *• Agriculture urbaine et diversité des systèmes d'exploitation*

L'agriculture urbaine de Ziguinchor s'est distingué par sa diversité de systèmes de productions et d'exploitations agricoles comme partout ailleurs dans les villes africaines. Wegmuller et Duchemin (2010) ainsi que Dasylya et *al.* (2018) avaient déjà établi, à ce propos, que l'agriculture urbaine est référée, à tort, aux cultures maraîchères alors qu'elle regorge une diversité de

systèmes de production, notamment, végétale, formant un complexe dynamique et fonctionnel avec le système urbain.

La production végétale (74,2%) a été plus représentée que celle animale dans le système urbain de Ziguinchor. Elle y est principalement composée des systèmes de production horticole, notamment, le maraîchage, l'arboriculture fruitière et la production des plantes ornementale. A cela s'est ajouté les grandes cultures pluviales. Plusieurs auteurs ont souligné la présence de ces divers types de systèmes de production végétales dans bon nombre des villes africaines. Il s'agit, notamment, de Ouédraogo (2012) et Robineau (2013) à Bobo-Dioulasso et Ouagadougou (Burkina Fasso) ; de Fall *et al.* (2000), de Ba (2007) à Dakar (Sénégal) ; ainsi que de David et Moustier (1993) à Bissau (Guinée-Bissau).

Selon Dasylyva (2018), l'importance accordée à la production végétale dans la commune de Ziguinchor serait liée à la difficulté de l'élevage à s'épanouir dans ce système urbain qui peine à offrir un environnement idéal à la production animale. Il s'y ajoute le cadre biophysique et socioculturel de la Basse Casamance qui se prête plus à l'agriculture, *sensu stricto*, qu'à l'élevage.

L'agriculture urbaine est relativement riche en biodiversité végétale à Ziguinchor. Elle compte au total 54 espèces végétales. Les spéculations maraîchères ont été plus représentées avec 44,45% des espèces recensées. Il s'en est suivi les essences floricoles, puis les grandes cultures pluviales et les plantes arboricoles. Elles ont représenté respectivement 24,08%, 16,66% et 14,81% des essences cultivées dans la commune. Ce résultat démontre le caractère de l'agriculture à contribuer à la conservation de la biodiversité urbaine à Ziguinchor. Lagneau *et al.* (2014) disait, à ce titre, qu'entre préservation et restauration de la biodiversité en ville, l'agriculture urbaine joue, dans cette dynamique, un rôle évident.

### ***Le maraîchage***

A Ziguinchor, le maraîchage urbain, plus représenté parmi les exploitations végétales, est plus pratiqué pendant la contre saison, période pendant laquelle il mobilise plus de la moitié des producteurs (51,5%) qu'en hivernage. Cela s'explique par le fait que les bas-fonds périurbains, qui ont abrité cette activité pendant la contre saison, soient exclusivement destinés à la riziculture pendant l'hivernage. Il s'y ajoute le fait que ces bas-fonds soient submergés pendant cette période et ne se prêtent pas à la production maraîchère. D'ailleurs, selon les maraîchers, certaines cultures comme le chou pommé, le navet, la pomme de terre, la carotte et le haricot ne sont pas adaptées aux fortes intensités pluviométriques qu'enregistre la commune de Ziguinchor. Cette commune est reconnue être l'une des villes les plus pluvieuses du Sénégal (Sagna, 2005).



L'importance de ce système de production à Ziguinchor résulte de sa capacité à contribuer à la lutte contre la pauvreté et à l'insécurité alimentaire (Diédhiou et *al.*, 2019 ; Dasylyva et *al.*, 2020) que sous-tendent les 24 spéculations maraîchères cultivées. Il faut noter, au regard de ces résultats, que les agriculteurs urbains de Ziguinchor cultivent plus de plantes maraîchères que ceux des communes rurales de Kafountine, Diouloulou, Djinaky et Katabal dans les quelles Ndiaye et *al* (2021) ont mentionnées 19 espèces. Il en est de même que dans les villes burkinabaises (Bobo-Dioulasso et Ouagadougou) où seulement 17 espèces ont été recensées par Ouédraogo (2012) et Robineau (2013).

L'irrigation des exploitations maraîchères a été basée sur l'utilisation de l'eau de puits (*céannes*) des bas-fonds. Cette fastidieuse technique d'irrigation nécessite beaucoup d'énergie pour remonter 0,2 à 0,3 m<sup>3</sup> d'eau par jour des puits de profondeur variant entre 8 et 12 m pour les micro-exploitants des PAM dans les quartiers situés en zone de plateau. Ce système d'irrigation a été jugé rudimentaire, comparé à celui gravitaire à raison d'une fois par semaine dans les exploitations des menthes de la province de Settat au Maroc (MAPM, 2008).

- *Les grandes cultures pluviales*

Les grandes cultures pluviales, bien que peu représentés, ne demeure pas le moins important système de production agricole de la ville de Ziguinchor. La culture du fonio a fait ressortir le caractère interactif entre l'agriculture urbaine et celle rurale à Ziguinchor. Cette spéculation, jusque-là encrée dans la culture mandingue, a été produite par quelques rares ménages (de cette ethnie) rencontrés dans le quartier de Néma 2. N'ayant pas assez d'espace requis dans l'enceinte de la commune, ces agriculteurs vont chaque année dans leurs villages d'origine (vers Sédhiou) pour développer ce type d'exploitation. D'ailleurs, 96% des agriculteurs se sont accordés sur ce caractère interactif entre le système agriculture urbaine de la commune de Ziguinchor et celui de ses zones rurales environnantes (Dasylyva, 2018).

Parmi les grandes cultures notées dans la ville de Ziguinchor, le riz a été la plus importante avec 4 variétés homologuées et 5 cultivares recensée par Dasylyva et *al.* (2019B). La production rizicole y joue un rôle indispensable en termes contribution à la souveraine alimentaire. Ceci en raison du potentiel agricole des 838,9 des bas-fonds et de rendement rizicole de 4,79 t./ha qui y sont évalués ; soit une capacité de production de 4018 tonne de paddy par an (Dasylyva est *al.*, 2019B). Selon Dasylyva et *al.*(2020), cette production autoconsommée aurait assuré 9 à 12 mois de subsistance à 38,2% des ménages des producteurs.

### ***La floriculture et l'arboriculture, des activités agricoles en survie***

Le système d'exploitation floricole, destiné à offrir un décor enjolivant à la ville, est resté peu développé dans la commune de Ziguinchor. Ce type d'exploitation est présent, sous forme de reliques, seulement dans cinq sites où principalement 13 essences ont été recensées. Contrairement à Ziguinchor, le système d'exploitation floricole colonise les interstices urbains de la ville de Dakar, notamment le boulevard du Centenaire de la commune, l'avenue Bourguiba, le long de l'autoroute (de l'aéroport Léopold Sédar Ségheur à Mbao), la route de Ouakam, la rue Dial Diop, etc. (Fall et Fall, 2001).

Outre le caractère vivant des d'exploitations floricoles dans la ville de Ziguinchor, les espaces verts aménagés, qui devraient aussi offrir à la ville un cadre de vie sain et épanouissant, comme il en est le cas dans les pays du Nord (Wegmuller et Duchemin, 2010 ; AUDIAR, 2008), sont quasi inexistant. A l'exception du centre-ville (quartier d'Escale), il n'existe pas ces types d'aménagements dans les quartiers relevant des lotissements post coloniaux de la ville. Il semblerait que les espaces prévus à cet effet, soient souvent partagés ou vendus par des délégués de quartiers, avec la complicité des conseils municipaux comme le soulignent les populations de Kénia. Pourtant, selon certains auteurs (Cameron et *al.*, 2014), moins de nature en ville peut entraîner une diminution des services apportés aux citoyens. Notamment la réduction des îlots de chaleur, la rétention des eaux de pluie, en dépit du cadre de vie récréatif.

L'arboriculture fruitière bien que présentant les plus importants revenus moyens annuels par producteur (environ 848000 F CFA) est plus menacée par le front urbain (Dasylyva et *al.* 2021). En effet, dans la partie sud-est de la ville, notamment dans les quartiers de Diabir et Kénia, on assiste de plus en plus à la spéculation foncière conduisant au défrichage des vergers d'anacardiens. Ces espaces sont morcelés (*en des parcelles de 300 m<sup>2</sup>*) et vendus à des tiers ou des promoteurs immobiliers (Dasylyva, 2018).

#### ***• Pratiques écologiques de gestion de la fertilité des exploitations***

L'agriculture telle que pratiquée dans la ville de Ziguinchor pourrait être qualifiée d'écologiquement durable prenant un caractère biologique en raison de la forte utilisation de la matière organique en vue de conserver la fertilité des sols dans les exploitations. C'est le cas précis avec les 82,1% des producteurs utilisant les ordures ménagères et de la bouse animale comme fertilisants dans les exploitations. Ce résultat confirme ceux de Kakai et *al.* (2010) selon qui, l'appropriation de l'utilisation du compost issu des déchets ménagers urbains par certains maraîchers de la ville de Cotonou leur a fait passer de l'agriculture urbaine à l'agriculture biologique bien organisée dans des espaces et interstices urbains. Ce système de production est peu consommateur des produits chimiques à Ziguinchor, comparé à l'agriculture urbaine à Dakar, où près de 62 produits chimiques ont été notés par Fall et *al.*

(2006). Cette pratique dominante de fertilisation des exploitations marchères à l'aide du fumier a été notée par Ndiaye et *al.* (2021) dans les communes rurales de l'arrondissement de Kataba 1 au nord de la région de Ziguinchor.

Bien que l'utilisation de la matière organique pour la gestion de la fertilité des sols soit très développée dans la ville de Ziguinchor, il importe de noter l'infime minorité des producteurs (3,1%) qui pratiquent le compostage au préalable. Toutefois, l'épandage direct de la MO qui n'est pas complètement décomposée est préjudiciable aux cultures. En dépit de la fonte des semis que son processus de décomposition pourrait entraîner, la matière organique épandue directement dans une exploitation agricole n'est pas profitable aux cultures pour lesquelles elle est destinée. Ceci, du fait que la libération des nutriments ne soit pas immédiate et dépend de la transformation de la MO par la microfaune tellurique (Lefèvre, 2015).

L'agriculture urbaine contribue à l'assainissement de la ville comme l'ont précisé 84,2 % des enquêtés. Cette fonction résulte de la résorption des déchets urbains organiques par l'activité agricole. D'ailleurs, 82,1% des producteurs utilisent ces déchets organiques comme fertilisants avec 71,20% provenant des ménages et 28,80% collectés dans les dépotoirs. Certains producteurs ont nettoyé et occupé même les dépotoirs irréguliers pour y installer leurs exploitations agricoles : cas des micro-exploitants de PAM. Ce qui permet de résorber les déchets ménagers urbains comme l'ont déjà souligné certains auteurs (Mougeot et Moustier, 2004 ; Mougeot, 2006 ; Ouédraogo, 2012) dans les villes africaines. A côté de la résorption des déchets urbains s'ajoute la capacité de l'agriculture à lutter contre le développement des herbacées qui envahiraient les interstices urbains de Ziguinchor pendant l'hivernage et faciliteraient la prolifération des rampants surtout en zone périurbaine.

## Conclusion

Cette étude a permis d'inventorier et de caractériser les divers systèmes de production relevant des agro-ressources végétales dans la ville de Ziguinchor. La production végétale y est d'ailleurs plus représentée comparée à l'élevage.

Le système de production maraîchère est pratiqué aussi bien en contre-saison que pendant l'hivernage ; notamment dans les vallées périurbaines et dans les interstices urbains. La famille des *Solanaceae* et celle des *Lamiaceae* sont les plus représentées du maraîchage en termes d'espèces cultivées. Les espèces de menthe constituent les micros exploitations intra urbaines des PAM dont la majorité est concentrée dans les quartiers de Nema 2 et Kandialang.

La riziculture pluviale se relaie avec le maraîchage de contre saison dans les bas-fonds périurbains. Celle-ci est la composante principale du système de production des grandes cultures dont le riz, l'arachide et le maïs

sont les plus cultivés. L'importance de cette riziculture résulte dans sa capacité à contribuer à la souveraineté alimentaire des ménages qui l'ont pratiqué.

L'arboriculture fruitière, essentiellement dominée par l'exploitation anacardière occupe la dernière réserve de terres *aedificandi* empiétant la commune de Ziguinchor et celle de Niaguis.

Malgré la diversité des systèmes de production et leur importance il convient de souligner que le front urbain menace de plus en plus l'agriculture dans la ville de Ziguinchor. *Sa prise en compte dans le système urbain nécessite de prévoir les jardins maraîchers collectifs dans les prochains lotissements visant à étendre la ville.* Il conviendra de promouvoir les systèmes d'exploitation agricoles hors sols installés dans les terrasses, les balcons, les cours des maisons.

### **Conflits d'intérêts**

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt lié à la publication et l'exploitation de ce présent article.

### **References :**

1. ANSD (2015). Projection de la population du Sénégal, 2013-2063. NSD/MEFP, 175 p.
2. Aubry C. (2013). L'agriculture urbaine, contributrice des stratégies alimentaires des mégapoles ? Daniel Thevenot. 24èmes Journées Scientifiques de l'Environnement - La transition écologique des mégapoles, Créteil, France. JSE-2013 (5), 2013. <hal-00805185>. 11 p.
3. Aubry, C. (2012). Multifonctionnalités de l'agriculture urbaine : Acquis et questions dans les pays du Nord et du Sud. In : conférence à l'HEPIA-Genève, le 11 septembre 2012, pp. 91-
4. AUDIAR (2008). De la nature en ville à la ville-nature. Les nouvelles formes urbaines de la ville archipel, 8 p.
5. Ba A. (2007). The functions recognized to the intra and periurban agriculture (IPUA) in the context of Dakar; characterization, analysis and sustainability's diagnosis of this agriculture in order to integrate it in the urban plan of Dakar (Senegal). Sciences of the Universe [physics]. AgroParisTech, 2007. English. <NNT : 2007AGPT0054>. <pastel-00004646>
6. Ba A., Cantoreggi N., Simos J. et Duchemin E. (2016). Impacts sur la santé des pratiques des agriculteurs urbains à Dakar (Sénégal)», VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 16 Numéro 1 | mai 2016, DOI : 10.4000/vertigo.17030.

7. Batel L. (2015). Le défi des villes africaines. Vers une accélération de l'urbanisation en Afrique., 13 p.
8. Berhaut J. (1988). Flore illustrée du Sénégal. Dakar : Clairafrique, Tome I-IX.
9. Bricas N, Tchamda C, Martin P. (2016). Les villes d'Afrique de l'Ouest et du Centre sont-elles si dépendantes des importations alimentaires ? Cahiers Agricultures. 25 : 55001. 10 p.
10. Cameron R.W.F., Taylor J.E., Emmett M.R. (2014). What's 'cool' in the world of green façades? How plant choice influences the cooling properties of green walls", Building and Environment vol. 73, pp. 198-207.
11. Dasylya M. (2013). Agriculture urbaine sous pluie et sécurité alimentaire dans la commune de Ziguinchor. Mémoire de Master, Département d'agroforesterie, UFR-ST, UASZ, 51 p.
12. Dasylya M. (2018). Caractérisation et analyse de l'agriculture intra et périurbaine dans la commune de Ziguinchor ; Thèse de Doctorat en Science agronomique et environnement, Université Assane Seck de Ziguinchor, 262 p.
13. Dasylya M, Ndour N, Ndiaye O, Sambou B. (2017). Analyse de la flore, de la végétation ligneuse et des fonctions des vallées en zone péri-urbaine post-conflit (Ziguinchor, Sénégal). International Journal of Biological and Chemical Sciences. 11(1) : 360-377. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.28>.
14. Dasylya M, Ndour N, Sambou B, Soulard CT. (2018). Les micro-exploitations agricoles de plantes aromatiques et médicinales : élément marquant de l'agriculture urbaine à Ziguinchor, Sénégal. Cahiers Agricultures. 2018, 27, 25004. DOI. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018011>.
15. Dasylya M, Ndour N, Diédhiou M. A A. Sambou B. (2019A). Caractérisation physico-chimique des sols des vallées agricoles de la commune de Ziguinchor au Sénégal, European Scientific Journal May 2019 Edition Vol.15, No.15 ISSN : 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857-7431. Doi: 10.19044/esj.2019.v15n15p165
16. Dasylya M, Ndour N, Diédhiou M. A A. Sambou B. (2019B). - Diagnostic Agronomique de la Riziculture Périurbaine dans la Commune de Ziguinchor au Sénégal, European Scientific Journal., Vol.15, n°30, e-ISSN 1857-7431. Doi :10.19044/esj.2019.v15n30p229 .
17. Dasylya M, Ndour N, Sambou B et Diop D R., (2020). Multifonctionnalité de l'agriculture intra et périurbaine dans la commune de Ziguinchor au Sénégal. American Journal of Innovative Research & Applied Sciences. 2020; 11(3): 154-164.

18. De Bon H., Parrot L., Moustier P. (2010). Sustainable urban agriculture in developing countries. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 30, n°1, p. 21-32. DOI: 10.1051/agro:2008062
19. Diedhiou S.O., Sy O. et Margetic C., (2019). Agriculture urbaine à Ziguinchor (Sénégal) : des pratiques d'autoconsommation favorables à l'essor de filières d'approvisionnement urbaines durables », *Espace populations sociétés* [En ligne], 2018-3 | 2019, mis en ligne le 30 janvier 2019, consulté le 05 mars 2019. DOI : 10.4000/eps.8250 ;
20. Duchesne S et Haegel F, (2005). L'enquête et ses méthodes : l'entretien collectif, Colin, coll. 128, Paris, pp.76-114.
21. Dufour C, Larivière V. (2012). Principales techniques d'échantillonnage probabilistes et non-probabilistes, SCI6060 – Cours 4. [Consulté le 15/11/2017]. Disponible sur : [http://cours.ebsi.umontreal.ca/sci6060/docs/sci6060\\_c4\\_fiche\\_echantillon.pdf](http://cours.ebsi.umontreal.ca/sci6060/docs/sci6060_c4_fiche_echantillon.pdf).
22. Fall ST et Fall AS. (2001). Cité horticole en sursis ? L'agriculture urbaine dans les grande Niayes au Sénégal, CRDI , Canada, ISBN : 0-88936-936-4, 139 p.
23. Fall ST, Fall AS, Cissé I, Badiane A, Fall CA et Diao MB. (2000). Intégration horticulture - élevage dans les systèmes agricoles urbains de la zone des Niayes (Sénégal), *Bulletin de l'APAD* [En ligne], 19 | 2000, mis en ligne le 24 juillet 2006, consulté le 28 février 2018. URL : <http://journals.openedition.org/apad/444>.
24. FAO, FIDA et PAM. (2013). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2013. Les multiples dimensions de la sécurité alimentaire. Rome. FAO, 57 p.
25. Kakai HF, Kakai AG et Tohouegnon AG., (2010). Agriculture urbaine et valorisation des déchets au Bénin : une approche de développement durable », *VertigoO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 10 numéro 2 | septembre 2010, mis en ligne le 29 septembre 2010, consulté le 11 août 2017. DOI : 10.4000/vertigo.9994.
26. Kêdowidé C.M.G., Sedogo M.P. et Cissé G. (2010). Dynamique spatio temporelle de l'agriculture urbaine à Ouagadougou : Cas du Maraîchage comme une activité montante de stratégie de survie », *VertigoO* [En ligne], Vol 10, Num 2 | septembre 2010, mis en ligne le 30 septembre 2010, consulté le 02 septembre 2019. DOI : 10.4000/vertigo.10312 ;
27. Lefèvre R. (2015). Matière organique stable du sol : dynamique et mécanisme de (dé) stabilisation. Thèse de doctorat de sciences de la terre et de l'environnement, Université Pierre et Marie Curie ; 140 p.

28. MAPM, (2008). Transfert de la technologie en Agriculture. Diagnostic dans la province de Settat (Royaume du Maroc), Conduite technique de la menthe, Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture(PNTTA), Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, DERD, B.P: 6598, Rabat, 6 p.
29. Mougeot L J A. (2006). -Agriculture urbaine et développement durable ; [www.crdi.ca/Livres](http://www.crdi.ca/Livres); 113 p.
30. Mougeot LJA et Moustier P. (2004). Introduction. In Smith O.B., Moustier P., Mougeot L.J.A. et Fall A. (dir.), Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, concepts et méthodes (à partir de l'atelier des 5 au 24 juin 2000, à Dakar). CIRAD et CRDI, pp. 11- 22.
31. Moustier P. (1993). Systèmes maraîchers approvisionnant Bissau, enquêtes exploratoires, Rapport de mission du 16/11/92 au 15/12/92 en Guinée-Bissau, CIRAD-CA, Laboratoire d'Economie, Programme Cultures Horticoles, 29 p.
32. Moustier P et Fall AS. (2004). Les dynamiques de l'agriculture urbaine: caractérisation et évaluation. In Smith O.B., Moustier P., Mougeot L.J.A. et Fall A. (dir.), Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, concepts et méthodes (à partir de l'atelier des 5 au 24 juin 2000, à Dakar). CIRAD et CRDI, pp 23-44.
33. Ndiaye M. L., Pfeifer H.-R., Niang S., Dieng Y., Tonolla M., Peduzzi R. (2010). L'étalement urbain au péril des activités agro-pastorales à Abidjan. », VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 10 numéro 2, [En ligne], URL : <http://vertigo.revues.org/9965>.
34. Ndiaye O., Diatta U., Abeudje A., Dramé M., Ndiaye S. & Tidiane Ba C. (2021). Caractérisation des périmètres maraîchers institués par les groupements des femmes comme stratégie de résilience en zone post conflit (Casamance, Sénégal). European Scientific Journal, ESJ, 17(13), 118. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n13p118>.
35. Ouédraogo D. (2012). Perception des risques et consentement à payer pour une amélioration de la qualité des eaux usées pour le maraîchage au Burkina Faso : Evidences empiriques à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. Annales de l'Université de Ouagadougou, Série B, N47, pp : 133-174.
36. PAM, (2012). Rapport d'évaluation de la sécurité alimentaire en milieu urbain ; communes de Kaolack, Kolda, Tambacounda et Ziguinchor ; Rapport national du Sénégal ; 24 p.
37. Robin N. et Ndione B. (2006). L'accès au foncier en Casamance : l'enjeu d'une paix durable ? IRD/Handicap International, Dakar, 15p.

38. Robineau O. (2014). Les quartiers non-lotis : espaces de l'entre deux dans la ville burkinabe. Carnets de géographes, UMR 245 - CESSMA, 2014. hal-02629632 . 13 p.
39. Robineau O. (2013). Vivre de l'agriculture dans la ville africaine. Une géographie des arrangements entre acteurs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Thèse de doctorat en géographie. Montpellier : Territoires, Temps, Sociétés et Développement. Université Montpellier 3, Cirad, Inra, 352p. Consulter sur Tel - thèses en ligne >>><https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00917958>.
40. Robineau O. (2018). Rearing pigs in a West African city: Arrangements between actors to manage the proximity between the city and livestock farming. Revue D'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux., 71 (1-2): 23-31, doi: 10.19182/remvt.31288;
41. Renoux F (2008). L'agglomération Dakaroise en quête d'un développement urbain durable : l'aménagement participatif au service de l'agriculture urbaine Le cas du projet PADFAN, Mémoire de Master ; Université de TOULOUSE LE MIRAIL-Enda ecopop, 144 p.
42. Sagna P. (2005). Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique occidentale ; THESE DE DOCTORAT D'ETAT ES. LETTRES, UCAD ; Tome 1 et 2 ; 742 p.
43. Smith OB, Moustier P, Mougeot L JA. et Fall A. (2004). Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone; enjeux, concepts et méthodes, ISBN 2-87614-551-0 Cirad et Crdi, Paris. 145 p.
44. Soulard C.T., Margetic C., Valette E. (2011). Introduction : Innovations et agricultures urbaines durables ». Norois. Environnement, aménagement, société. n°221. pp.7-10.
45. Tinker I (1995). L'agriculture urbaine nourrit déjà des villes. In Egziabher A.G., Lee-Smith D., Maxwell D.G., Memon P.A., Mougeot L. J.A., Sawio, C.J. 1999.- Faire campagne en ville. Agriculture urbaine en Afrique de l'Est. CRDI, Édition microfiche offerte sur demande, Canada. ISBN : 0-88936-731-0. pp vi-xvi.
46. Wegmuller F. et Duchemin E. (2010). Multifonctionnalité de l'agriculture urbaine à Montréal : étude des discours au sein du programme des jardins communautaires », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 10 numéro 2, mis en ligne le 25 septembre 2010, consulté le 27 juin 2017 ; DOI : 10.4000/vertigo.10445.





ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Evaluation de l'Effet des Eaux Usées Industrielles sur la Qualité de l'Eau de la Rivière Klou au Centre du Bénin**

***Koudjodé Simon Abahi***

Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), Bénin

***Hotèkpo Hervé Akodogbo***

Université d'Abomey-Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), Bénin

***Rafiou Raoul Thierry Gouton***

***Ayodélé Shola David Darius Adje***

***Pierre Midogbo Gnohossou***

Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), Bénin

***Christophe Piscart***

Univ Rennes, CNRS, ECOBIO - UMR 6553, F-35000, Rennes, France

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p148](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p148)

---

Submitted: 15 October 2021

Accepted: 29 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Abahi K.S., Akodogbo H.H., Gouton R.R.T., Adje A.S.D.D., Gnohossou P.M. & Piscart C. (2023). *Evaluation de l'Effet des Eaux Usées Industrielles sur la Qualité de l'Eau de la Rivière Klou au Centre du Bénin*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 148.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p148>

---

### **Résumé**

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'impact des eaux usées industrielles sur la qualité de l'eau de la rivière Klou. Pour cela, des prélèvements d'eau ont été effectués avec une fréquence mensuelle sur des stations témoins et exposées. Les analyses physico-chimiques et le calcul de l'indice de Pollution Organique (IPO) ont été effectués. En période pluvieuse, les valeurs des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, TDS, ammonium, DBO<sub>5</sub>, nitrate, nitrite et orthophosphates) étaient faibles. De plus, les fortes valeurs des paramètres étudiés sont observées sur les stations plus exposées. Les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) sur les paramètres physico-chimiques ont révélé deux groupes de stations. Le premier est constitué des deux stations témoins caractérisées par les faibles

valeurs des paramètres étudiés alors que le second est composé des stations plus exposées et celles de l'aval avec les fortes valeurs des paramètres étudiés. L'indice de pollution organique a révélé une pollution modérée au niveau des stations témoins et une pollution organique forte et très forte respectivement au niveau des stations plus exposées et celles de l'aval. Il est nécessaire alors de mettre en place une politique de restauration de la qualité écologique des eaux de cette rivière et des centres d'épuration opérationnels et efficaces.

---

**Mots-clés:** Eaux usées industrielles, qualité des eaux, pollution chimique, rivière Klou, Bénin

---

## **Assessing the Effect of Industrial Wastewater on the Water Quality of Klou River in Central Benin**

*Koudjodé Simon Abahi*

Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), Bénin

*Hotèkpo Hervé Akodogbo*

Université d'Abomey-Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), Bénin

*Rafiou Raoul Thierry Gouton*

*Ayodélé Shola David Darius Adje*

*Pierre Midogbo Gnohossou*

Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Productions Animales (LESPA), Bénin

*Christophe Piscart*

Univ Rennes, CNRS, ECOBIO - UMR 6553, F-35000, Rennes, France

---

### **Abstract**

The objective of this study was to assess the impact of industrial wastewater on the water quality of the Klou River. For this purpose, water sampling was conducted with a monthly frequency on control and exposed stations. Physico-chemical analyses and the calculation of the Organic Pollution Index (IPO) were carried out. In rainy periods, the values of the physico-chemical parameters (pH, conductivity, TDS, ammonium, BOD<sub>5</sub>, nitrate, nitrite and orthophosphates) were low. Moreover, the high values of the studied parameters were observed at the more exposed stations. The results of the principal component analysis (PCA) on the physico-chemical parameters revealed two groups of stations. The first consists of the two control stations characterized by low values of the studied parameters, while the second consists of the more exposed stations and those downstream with

high values of the studied parameters. The organic pollution index revealed moderate pollution at the control stations and strong and very strong organic pollution respectively at the more exposed stations and those downstream. It is then necessary to put in place a mechanism to restore the ecological quality of the waters of this river and operational and effective purification centres.

---

**Keywords:** Industrial wastewater, water quality, chemical pollution, Klou River, Benin

## Introduction

Dans la majorité des pays en voie de développement, comme le Bénin, l'explosion démographique, l'intensification agricole et le développement industriel engendrent de nouveaux problèmes environnementaux (Grimm et *al.*, 2008 ; Leigh et *al.*, 2010). En effet, les différents déchets agricoles, les eaux usées industrielles, domestiques et autres effluents urbains sont directement déversés dans les cours d'eau sans aucun traitement préalable (Edokpayi et *al.*, 2017). La plupart de ces composés rejetés dans les milieux sont persistants, s'accumulent dans les êtres vivants, se concentrent et se propagent d'une chaîne alimentaire à une autre, créant ainsi des risques écotoxicologiques : intoxications, des déficiences physiologiques, des perturbations endocriniennes, mortalité et extinction (Agbohessi et *al.*, 2013 ; Owa, 2013). Cette dégradation de la qualité de l'eau affecte négativement les services environnementaux, leur valeur pour la société et la biodiversité aquatique (Dudgeon et *al.*, 2006; Schwarzenbach et *al.*, 2010).

Au Bénin, les études antérieures effectuées sur la qualité des eaux sont celles de Dèdjiho et *al.* (2013) sur le lac Ahémé ; Adjagodo et *al.* (2017) ; Zinsou et *al.* (2016) ; Lawani et *al.* (2017) ; Houssou et *al.* (2017) sur le fleuve Ouémé ; Koudenoukpo et *al.* (2017) sur la rivière Sô ; Agblonon Houelome et *al.* (2017 ; 2019) sur la rivière Alibori et Adje et *al.* (2019) sur la rivière Okédama. La seule étude effectuée sur l'impact des activités anthropiques sur la rivière Klou est celle de Akotegnon et *al.* (2018). Cependant, notre connaissance reste toujours limitée, puisque l'étude de Akotegnon et *al.* (2018) ne met pas en exergue l'impact des eaux usées industrielles sur la variation spatio-temporelle de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Klou. Or, la rivière Klou reçoit les eaux usées d'une usine de production de l'alcool pendant toutes les saisons de l'année, ce qui pourrait contribuer à la pollution de l'écosystème. De plus, l'eau de cette rivière est consommée par la population environnante. Le but de cette étude est d'évaluer l'impact des eaux usées industrielles sur la qualité physicochimique des eaux de la rivière Klou dans l'espace et dans le temps.

## **Matériel et méthodes**

### **Description du milieu d'étude**

L'étude a été réalisée sur la rivière Klou, qui est un affluent de la rivière Agbado appartenant au grand bassin du Zou (Figure 1). D'une longueur de 49 km, la rivière Klou prend sa source à 140 m d'altitude entre le village d'Aklampa et Yagbo, derrière le village de Zoungoudo. Elle se trouve entre 7°42' et 8°08' de latitude Nord et 2° et 2°15' de longitude Est (Sintondji et *al.*, 2008) et couvre en partie les communes de Savalou, Glazoué et Dassa-Zoumè. La zone bénéficie d'un climat de type soudano-guinéen avec deux saisons de pluie (de Mars à Juillet et de Septembre à Novembre) et deux saisons sèches (de Décembre à Mars et le mois d'Août) (Adam et Boko, 1983).

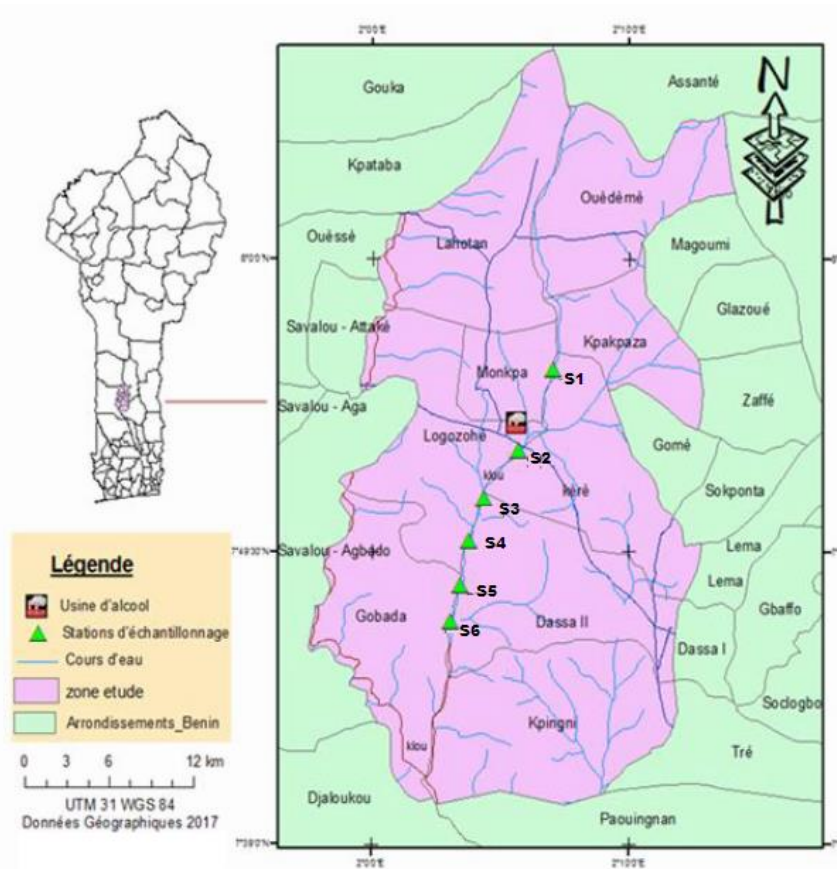
### **Stations d'échantillonnage**

La rivière a été prospectée d'amont en aval et six (06) stations (Figure 1) ont été choisies en fonction de la pérennité de l'eau, de l'altitude, de l'accessibilité en toute saison, de la profondeur (moins d'un mètre) et de la vitesse du courant (assez faible). Elles sont :

- deux stations (Klou 1 et 2) situées en amont, qui sont des stations témoins, en raison de l'absence de rejets directs des industries dans la rivière dans cette zone. Elles sont caractérisées essentiellement la baignade et la pêche.

- deux stations situées à proximité de l'usine (Klou 3 et 4), représentant le point de contact des eaux usées industrielles avec les eaux de la rivière avant qu'elles ne descendent vers l'aval. Ces stations sont exemptes d'autres activités humaines.

- deux stations (Klou 5 et 6) situées en aval et qui reçoivent l'eau venant des stations situées près de l'usine. Les activités humaines sont réduites ici à la pêche.



**Figure 1.** Situation géographique du bassin versant du Klou et les stations d'étude.

### Mesure de la qualité physico-chimique *in situ* et prélèvement de l'eau

La mesure mensuelle des paramètres physico-chimiques à savoir la température, le pH, les solides totaux dissous (TDS) et la conductivité a été effectuée « *in situ* » entre 8 Heures et 12 Heures sur chaque station mensuellement pendant deux années couvrant ainsi des périodes sèches et pluvieuses. La température, la conductivité et le TDS ont été mesurés à l'aide d'un multimètre de type HANNA HI 99300. Le pH a été mesuré avec un pH-mètre de type HANNA HI 98107. Des prélèvements d'eau ont été faits par station, dans des bouteilles stériles. Les bouteilles ont été étiquetées, conservées dans une glacière contenant de la glace et transportées au laboratoire pour les analyses de DBO<sub>5</sub>, nitrates, nitrites, l'ammonium et d'Orthophosphates. La demande biochimique en oxygène a été mesurée à l'aide d'un DBO-mètre. Les paramètres comme le nitrate, l'ammonium et l'orthophosphates ont été dosés respectivement selon la méthode de réduction du cadmium, la méthode de Nessler et la méthode phosVer 3 en utilisant le spectrophotomètre DR/6000.

## Détermination de l'Indice de Pollution Organique (IPO)

L'Indice de Pollution Organique (IPO) de Leclercq (2001) a été utilisé pour évaluer la charge organique dans la rivière. L'IPO classe la qualité des eaux en cinq (05) classes (Tableau 1). Cet indice s'obtient au moyen des valeurs des ammoniums, la DBO<sub>5</sub>, nitrites et des orthophosphates. Le principe du calcul est de répartir les valeurs des quatre éléments polluants en cinq classes et de déterminer, à partir des valeurs obtenues, le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre en se servant des données moyennes du Tableau 1. L'indice final est la moyenne des classes de pollution pour l'ensemble des paramètres.

**Tableau 1 .** Classes de IPO et caractérisation du niveau de la pollution

| Classes | DBO <sub>5</sub><br>(mgO <sub>2</sub> /l) | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>(mg/l) | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup><br>(µg/l) | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>(µg/l) | Limites<br>des classes | Caractérisation de<br>la pollution |
|---------|---|--|--|---|------------------------|------------------------------------|
| 5       | < 2                                       | < 0,1                                  | < 5                                    | < 15                                    | 4,6 - 5,0              | Nulle                              |
| 4       | 2 - 5                                     | 0,1- 0,9                               | 6 - 10                                 | 16 – 75                                 | 4,0 - 4,5              | Faible                             |
| 3       | 5,1- 10                                   | 1 - 2,4                                | 11 - 50                                | 76 – 250                                | 3,0 - 3,9              | Modérée                            |
| 2       | 10,1- 15                                  | 2,5 - 6                                | 51- 150                                | 251 - 900                               | 2,0 - 2,9              | Forte                              |
| 1       | > 15                                      | > 6                                    | >150                                   | > 900                                   | 1,0 - 1,9              | Très forte                         |

## Analyse statistiques des données

Les résultats sont présentés sous la forme moyenne ± écart type. Pour comparer les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et l'indice de pollution organique (IPO) entre stations et saisons d'échantillonnage, le test statistique d'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2) a été appliqué au seuil de significativité de 5%. Le test de Duncan a ensuite été appliqué pour détecter l'emplacement de la différence. La typologie abiotique des stations d'échantillonnage été faite à l'aide de l'analyse en composantes principales (ACP). Au préalable la normalité des données a été recherchée en utilisant le test de Kolmogorov-Smirnov. Ces tests ont été réalisés à l'aide du logiciel R4.1.3 (R Core Team, 2022).

## Résultats

### Qualité physico-chimique l'eau de la rivière Klou

Le Tableau 2 présente les variations spatio-temporelles des valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux de la rivière Klou. Parmi les paramètres étudiés, seuls la température et le pH n'ont pas varié significativement d'une station à une autre. Alors que sur le plan saisonnier, la température, le pH, l'ammonium et les orthophosphates ont varié significativement entre les saisons ( $p < 0,05$ ). Les plus faibles de température ont été enregistrées pendant la saison pluvieuse au niveau des stations témoins (Klou 1 et 2) alors que les valeurs les plus fortes ont été observées pendant la saison sèche au niveau des stations Klou 5 et 6 situées en aval. Quelle que soit la saison, les faibles valeurs de température, de conductivité, de TDS,

d'ammonium, de DBO<sub>5</sub>, de nitrate, de nitrite et d'orthophosphates sont enregistrées au niveau des stations témoins (Klou 1 et 2) tandis que les fortes valeurs de ces paramètres sont observées sur les stations Klou 3 et 4 en contact direct avec les eaux usées industrielles. En outre, les valeurs faibles de température, de pH, de la conductivité, de TDS, d'ammonium, de DBO<sub>5</sub>, de nitrate, de nitrite et d'orthophosphates ont été enregistrées pendant la saison pluvieuse et les fortes valeurs pendant la saison sèche.

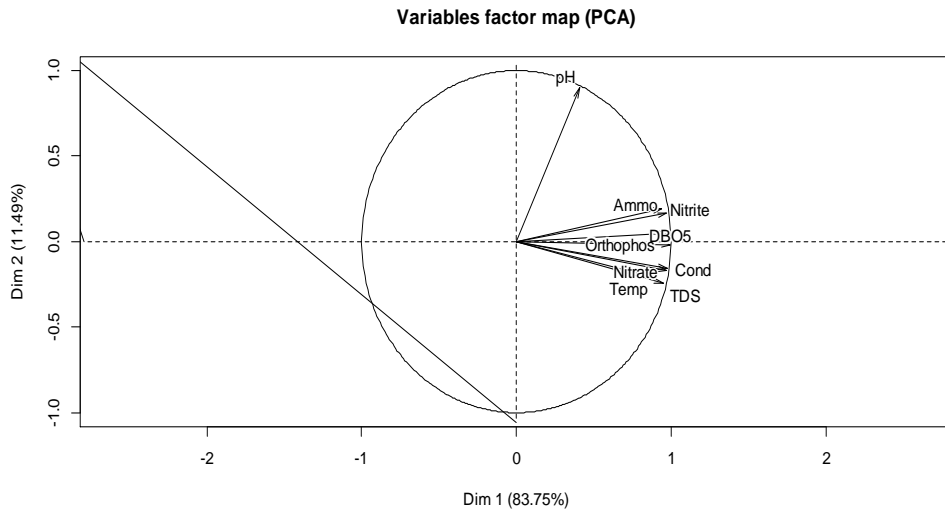
**Tableau 2.** Variations spatio-temporelles de la physico-chimie de l'eau Klou

| Variables                                 | Saisons   | Klou1                    | Klou2                    | Klou3                    | Klou4                    | Klou5                    | Klou6                    |
|---|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>(mg/l)    | Sèche     | 0,06 ± 0,0 <sup>a</sup>  | 0,50 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 1,19 ± 0,1 <sup>b</sup>  | 1,35 ± 0,2 <sup>b</sup>  | 0,86 ± 0,1 <sup>c</sup>  | 0,82 ± 0,0 <sup>c</sup>  |
|   | Pluvieuse | 0,04 ± 0,0 <sup>a</sup>  | 0,20 ± 0,0 <sup>a</sup>  | 0,47 ± 0,0 <sup>b</sup>  | 0,55 ± 0,0 <sup>b</sup>  | 0,41 ± 0,0 <sup>c</sup>  | 0,31 ± 0,0 <sup>c</sup>  |
| DBO <sub>5</sub><br>(mgO <sub>2</sub> /l) | Sèche     | 9,17 ± 0,2 <sup>a</sup>  | 8,33 ± 0,2 <sup>a</sup>  | 74,54 ± 6,1 <sup>b</sup> | 76,93 ± 0,3 <sup>b</sup> | 59,21 ± 3,5 <sup>c</sup> | 51,7 ± 16,6 <sup>c</sup> |
|   | Pluvieuse | 2,59 ± 0,2 <sup>a</sup>  | 2,55 ± 0,4 <sup>a</sup>  | 58 ± 0,0 <sup>b</sup>    | 66 ± 0,0 <sup>b</sup>    | 33 ± 0,0 <sup>c</sup>    | 31 ± 0,0 <sup>c</sup>    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>(mg/l)    | Sèche     | 0 ± 0,0 <sup>a</sup>     | 0 ± 0,0 <sup>a</sup>     | 0,46 ± 0,0 <sup>b</sup>  | 0,39 ± 0,0 <sup>c</sup>  | 0,35 ± 0,1 <sup>c</sup>  | 0,30 ± 0,1 <sup>c</sup>  |
|   | Pluvieuse | 0 ± 0,0 <sup>a</sup>     | 0 ± 0,0 <sup>a</sup>     | 0,24 ± 0,0 <sup>b</sup>  | 0,17 ± 0,0 <sup>b</sup>  | 0,06 ± 0,0 <sup>c</sup>  | 0,02 ± 0,0 <sup>c</sup>  |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup><br>(mg/l)    | Sèche     | 0,01 ± 0,0 <sup>a</sup>  | 0,02 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 0,28 ± 0,1 <sup>b</sup>  | 0,32 ± 0,1 <sup>b</sup>  | 0,10 ± 0,0 <sup>c</sup>  | 0,16 ± 0,0 <sup>c</sup>  |
|   | Pluvieuse | 0,008 ± 0,0 <sup>a</sup> | 0,01 ± 0,0 <sup>b</sup>  | 0,05 ± 0,0 <sup>c</sup>  | 0,06 ± 0,0 <sup>c</sup>  | 0,02 ± 0,0 <sup>b</sup>  | 0,01 ± 0,0 <sup>b</sup>  |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>(mg/l)   | Sèche     | 2,25 ± 0,2 <sup>a</sup>  | 3,20 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 49,12 ± 3,0 <sup>b</sup> | 49,98 ± 7,1 <sup>b</sup> | 22,53 ± 1,2 <sup>c</sup> | 34,80 ± 0,3 <sup>c</sup> |
|   | Pluvieuse | 1,10 ± 0,0 <sup>a</sup>  | 1,02 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 15,79 ± 0,0 <sup>b</sup> | 16,26 ± 0,0 <sup>b</sup> | 7,70 ± 0,0 <sup>c</sup>  | 8,77 ± 0,0 <sup>c</sup>  |
| pH  | Sèche     | 8,20 ± 0,3 <sup>a</sup>  | 8,25 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 8,80 ± 0,5 <sup>a</sup>  | 8,75 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 8,15 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 8,50 ± 0,2 <sup>a</sup>  |
|   | Pluvieuse | 7,21 ± 0,1 <sup>a</sup>  | 7,70 ± 0,7 <sup>a</sup>  | 6,78 ± 0,2 <sup>a</sup>  | 7,63 ± 0,2 <sup>a</sup>  | 7,41 ± 0,3 <sup>a</sup>  | 7,28 ± 0,2 <sup>a</sup>  |
| Cond<br>(μS/cm)                           | Sèche     | 96 ± 0,0 <sup>a</sup>    | 101 ± 0,0 <sup>a</sup>   | 354 ± 0,0 <sup>b</sup>   | 341 ± 0,0 <sup>b</sup>   | 317 ± 0,0 <sup>c</sup>   | 321 ± 0,0 <sup>c</sup>   |
|   | Pluvieuse | 94 ± 5,7 <sup>a</sup>    | 108 ± 8,5 <sup>a</sup>   | 284 ± 5,7 <sup>b</sup>   | 281 ± 19,8 <sup>b</sup>  | 231 ± 3,5 <sup>c</sup>   | 245 ± 35,4 <sup>c</sup>  |
| TDS<br>(mg/l)                             | Sèche     | 48 ± 0,0 <sup>a</sup>    | 51 ± 0,0 <sup>a</sup>    | 177 ± 0,0 <sup>b</sup>   | 171 ± 0,0 <sup>b</sup>   | 159 ± 0,0 <sup>c</sup>   | 161 ± 0,0 <sup>c</sup>   |
|   | Pluvieuse | 47 ± 2,8 <sup>a</sup>    | 54 ± 4,2 <sup>a</sup>    | 142 ± 2,8 <sup>b</sup>   | 141 ± 10,6 <sup>b</sup>  | 115 ± 1,4 <sup>c</sup>   | 123 ± 17,7 <sup>c</sup>  |
| Temp<br>(°C)                              | Sèche     | 28,70 ± 0,8 <sup>a</sup> | 29,75 ± 0,2 <sup>a</sup> | 31,40 ± 0,1 <sup>a</sup> | 31,10 ± 0,4 <sup>a</sup> | 32 ± 1,1 <sup>a</sup>    | 32,45 ± 0,2 <sup>a</sup> |
|   | Pluvieuse | 25,55 ± 0,9 <sup>a</sup> | 25,13 ± 0,3 <sup>a</sup> | 28,75 ± 0,9 <sup>a</sup> | 29,70 ± 1,1 <sup>a</sup> | 29,90 ± 2,8 <sup>a</sup> | 25,98 ± 1,1 <sup>a</sup> |

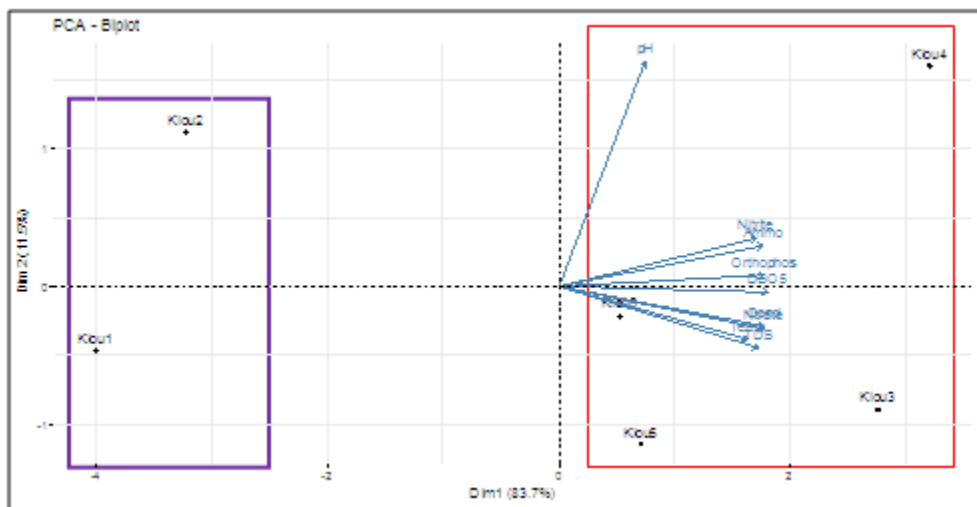
### Typologie des stations

Une typologie abiotique des stations réalisée à l'aide d'une analyse en composantes principales (ACP) révèle que l'essentiel des informations contenues dans les variables sont contrôlées à 95,49 % par les deux premières dimensions (1 et 2) (Figure 2). La DBO<sub>5</sub>, l'orthophosphate, la conductivité, l'ammonium et le nitrate ont contribué plus à la formation du premier axe tandis que le pH est plus lié au second axe. Le cercle de corrélation (Figure 2) indique que l'ammonium ( $r=0,97$  ;  $p=0,001$ ), la température ( $r=0,98$  ;  $p=0,014$ ), l'orthophosphate ( $r=0,97$  ;  $p=0,0009$ ), la DBO<sub>5</sub> ( $r=0,99$  ;  $p=0,000$ ), le nitrate ( $r=0,97$  ;  $p=0,001$ ), le nitrite ( $r=0,94$  ;  $p=0,005$ ) ; la conductivité et le TDS ( $r=0,97$  ;  $p=0,003$ ) sont fortement et significativement corrélés à la dimension 1. Le pH ( $r=0,89$  ;  $p=0,014$ ) est fortement, positivement et

significativement corrélé à la dimension 2. La projection des paramètres physico-chimiques et des stations dans le système des deux premiers d'axes défini par l'ACP indique que : les stations Klou 1 et 2 forment le groupe I caractérisé par les faibles valeurs des différents paramètres et le groupe II composé des stations Klou 3, 4, 5 et 6 caractérisé par les fortes valeurs des différents paramètres (Figure 3).



**Figure 2.** Positionnement des paramètres physico-chimiques



**Figure 3.** Projection des paramètres physico-chimiques et des stations

### Evaluation de la pollution organique de la rivière Klou

Les valeurs de l'Indice de Pollution Organique (IPO) et les niveaux de qualité correspondants sont donnés dans le Tableau 3. Les valeurs obtenues de



l'IPO montrent que les eaux de la rivière Klou varient entre trois classes de pollution organique: modérée, forte et très forte (Tableau 3). En effet, les valeurs de l'IPO des stations Klou 3, 4, 5 et 6 oscillent entre 1,5 (pollution organique très forte) et 2,25 (pollution organique forte) alors que les stations témoins (Klou 1 et 2) pour lesquels les indices ont varié entre 3 et 3,5 ont une pollution organique modérée. Globalement, les valeurs de IPO enregistrées sont faibles pendant la saison sèche et élevées pendant la saison pluvieuse. Par ailleurs, l'indice de pollution organique a varié significativement entre les stations ( $p = 0,0072$ ) mais entre les saisons il n'y a pas de différence significative ( $p = 0,3469$ ).

**Tableau 3.** Variation de l'indice de pollution organique (IPO)

| Saisons      | Saison sèche   |                                 | Saison pluvieuse |                                 |
|--------------|----------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
|              | Valeurs De IPO | Caractérisation de la pollution | Valeurs de IPO   | Caractérisation de la pollution |
| <b>Klou1</b> | 3,25 ± 0,43    | Modérée                         | 3,5 ± 0,32       | Modérée                         |
| <b>Klou2</b> | 3 ± 0,21       | Modérée                         | 3,25 ± 0,32      | Modérée                         |
| <b>Klou3</b> | 1,5 ± 0,17     | Très forte                      | 2,25 ± 0,40      | Forte                           |
| <b>Klou4</b> | 1,5 ± 0,20     | Très forte                      | 2 ± 0,19         | Forte                           |
| <b>Klou5</b> | 2 ± 0,25       | Forte                           | 2,25 ± 0,35      | Forte                           |
| <b>Klou6</b> | 1,875 ± 0,28   | Très forte                      | 2,25 ± 0,2       | Forte                           |

## Discussion

L'étude de la qualité physico-chimique l'eau de la rivière Klou a montré que les paramètres mesurés varient dans l'espace et selon les saisons. Dans l'ensemble, pendant la saison pluvieuse la majorité des variables telles que le pH, la conductivité, le TDS, l'ammonium, la DBO<sub>5</sub>, le nitrate, le nitrite et les orthophosphates sont faibles. Cette baisse de valeurs enregistrée par rapport à la saison sèche pourrait s'expliquer aussi par le phénomène de dilution que connaît la rivière suite aux précipitations en saison pluvieuse. Par contre, pendant la période sèche la majorité de ces variables a connu une élévation de valeur ; ce qui est favorisée par un faible débit de la rivière et une prédominance des eaux usées.

En effet, les valeurs de conductivité et de TDS obtenues sont respectivement comprises entre 94 et 354  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , et 47 et 177  $\text{mg}/\text{L}$ . Les stations témoins ont enregistré les faibles valeurs de ces deux paramètres tandis que les stations polluées sont caractérisées par les fortes valeurs. La forte minéralisation des eaux pendant la saions sèche est due à la forte température qui caractérise cette période et qui pourrait accélérer les réactions biochimiques induisant l'accumulation d'ions (IBGE, 2005). Les fortes valeurs de conductivité et de TDS enregistrées sur les stations polluées sont similaires aux observations rapportées lors de l'étude de l'impact des effluents industriels par Ewa et *al.* (2011) et Ibezute et *al.* (2016) respectivement sur les rivières Omoku et Ikpoba au Nigéria. Ces fortes valeurs observées au niveau

de ces stations traduisent une forte anthropisation liées aux eaux usées industrielles directement déversées dans l'eau de la rivière. Le pH enregistré dans cette étude est compris entre 6,78 et 8,80 et se situe donc dans la limite tolérable ( $6,5 < \text{pH} < 9,5$ ) de l'Organisation mondiale de la santé (WHO, 2017). De plus, l'ensemble des valeurs de pH obtenues est acceptable pour la plupart des espèces aquatiques (6,5 - 8,5) (IBGE, 2005). Les températures enregistrées sur la rivière Klou sont comprises dans la fourchette 25,13 à 32,45 °C. L'augmentation de la température de l'amont vers l'aval, peut être attribuée aux activités humaines intenses ravissant les stations de canopée, les exposant à une forte insolation.

Les valeurs de  $\text{DBO}_5$  enregistrées sont élevées pendant la saison sèche. Ces fortes valeurs traduisent une forte présence de matière organique dans la rivière Klou. En effet, pendant la saison sèche, l'écoulement des eaux est très faible ainsi que la circulation de la matière organique. Ce qui traduit une augmentation de ce paramètre en saison sèche. Des observations semblables ont été faites par Lawani et *al.* (2017) dans le Delta de l'Ouémé au Bénin et par Ogundiran et Fawole (2014) sur la rivière Asa au Nigéria. Les valeurs de  $\text{DBO}_5$  enregistrées au niveau des stations polluées étaient supérieures à la limite acceptable de 30 mg/l selon OMS, confirmant l'existence d'une pollution organique (WHO, 2017). La conséquence des niveaux élevés de  $\text{DBO}_5$  dans les stations polluées pourrait être une diminution de la quantité d'oxygène pour les activités biologiques des espèces aquatiques. Les résultats obtenus sont comparables à ceux de Arimoro et *al.* (2015) et de Ibezute et *al.* (2016) respectivement sur les rivières Ogba et Ikpoba au Nigéria. Quant à l'ammonium, les valeurs enregistrées dans cette étude (0,04 - 1,35 mg/l) sont inférieures aux valeurs rapportées par Onana et *al.* (2019) et Baa-Poku et *al.* (2013) dans les stations urbanisées. Les valeurs obtenues au niveau des stations impactées lors de cette étude sont inférieures aux valeurs admissibles fixées pour les eaux de surface (0,2 mg/l) (Chapman, 1996) et par l'OMS qui est de 0,5 mg/l pour la consommation (WHO, 2017).

En outre, les teneurs de nitrites et de nitates obtenues sont assez faibles dans toutes les stations et sont comprises respectivement entre 0,008 et 0,32 mg/l puis 0,00 et 0,46 mg/l. Toutefois, les valeurs de nitrate et nitrites obtenues au niveau des stations polluées et de l'aval sont supérieures aux valeurs rapportées par Arimoro et *al.* (2015) ; Karrouch et *al.* (2017) et Onana et *al.* (2019). Les valeurs enregistrées à ces stations dépassent la concentration naturelle des eaux de surface qui est égale à 0,1 mg/l (Chapman, 1996). Ces fortes valeurs de nitrate observées dans cette étude surtout au niveau des stations polluées sont donc occasionnées par le rejet des eaux usées industrielles. Les valeurs des orthophosphates enregistrées dans cette étude (1,02 - 49,98 mg/l), surtout sur les stations impactées, sont plus élevées que celles des eaux de surface dont la valeur moyenne est 0,02 mg/l (Chapman,

1996; BE, 2012). Ces valeurs observées classent les eaux de la rivière Klou dans un état général mauvais vis-à-vis de leur état trophique (IFREMER, 2000). Les valeurs de l'orthophosphates obtenues dans cette étude sont très supérieures à celles rapportées sur la rivière Ogba (0,23- 1,08 mg/l) au Nigéria (Arimoro et *al.*, 2015) et sur la Rivière Agnéby (0,85- 2,12 mg/l) en Côte d'Ivoire par Diomandé et *al.* (2009). Les fortes concentrations du phosphate peuvent indiquer la présence d'une pollution et sont responsables des conditions d'eutrophisation (Chapman, 1996).

L'étude des paramètres environnementaux a révélé que les stations témoins sont caractérisées par les faibles valeurs de conductivité, de TDS, d'ammonium, de DBO<sub>5</sub>, de nitrate, de nitrite et d'orthophosphates ; ce qui indique le niveau de pollution organique modérée. Les stations impactées par les eaux usées industrielles et les stations de l'aval sont caractérisées par de fortes valeurs de ces paramètres et ont une pollution organique oscillant entre forte et très forte. De telles situations ont été rapportées par Buhungu et *al.* (2018) sur la rivière Kinyankonge au Burundi. Les quantités élevées de matières organiques mises en évidence par les faibles valeurs de l'IPO (1,5 – 2,25) expriment une forte pollution organique due à la grande quantité de matières organiques et leur faible minéralisation. Ce constat est soutenu par les observations de Buhungu et *al.* (2018) et de Foto et *al.* (2013), qui disent que l'apport d'effluents organique entraîne une augmentation de la conductivité, de l'azote ammoniacal, des orthophosphates, des matières en suspension et de la turbidité. De plus, les valeurs fortes de l'IPO obtenues pendant la saison pluvieuse par rapport à la saison sèche seraient dues à la faible circulation de l'eau observée en saison sèche, ne favorisant pas la distribution et la dilution de la matière organique et induisant ainsi de grandes variations des paramètres physico-chimiques pris en compte dans son calcul.

## Conclusion

L'analyse des paramètres physico-chimiques a révélé que les valeurs des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, TDS, ammonium, DBO<sub>5</sub>, nitrate, nitrite et orthophosphates) sont élevées au niveau des stations polluées et pendant la saison sèche. De plus, les indices de pollution organique ont montré que les stations témoins ont une pollution organique modérée alors que les stations impactées par les eaux usées provenant de l'usine et celles situées en aval ont une pollution forte et très forte. A part le pH et l'ammonium, les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenues dans les stations impactées sont supérieures aux normes des eaux de boisson. Ce qui fait des eaux de la rivière Klou une eau impropre à la consommation humaine. Ces niveaux de pollution obtenus signalent un risque pour la biodiversité présente dans la rivière Klou. Ainsi, une étude ultérieure permettra de

caractérisation des effluents directs de l'usine et d'évaluer aussi leurs impacts sur la biodiversité de cette rivière.

### Remerciements

Ce travail a été financé par la Fondation Internationale pour la Science (IFS) à travers la subvention (I2-A-6703-1) accordée au premier auteur. Les auteurs expriment également leurs remerciements au laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Production Animales de la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou pour le cadre de recherche.

### References :

1. Adam, K.S., & Boko, M. (1983). Le climat du Bénin in Le Bénin. Ed. Sodimas-Edicef, Paris, 96 p.
2. Adjagodo, A., Kelomè, N.C., Vissin, E.W., & Agbossou, E. (2017). Pollution physique et bactériologique de l'eau du fleuve dans la basse vallée de l'ouémé pendant les périodes de basses et hautes eaux au Bénin. *European Scientific Journal*, 13 (33), 167 - 186.
3. Adje, D.D., Gnohossou, P., Akodogbo, H.H., Gouissi, F.M., Abahi, K.S., & Okoya, G.J. (2019). Étude de la pollution organique de la rivière Okedama dans la Commune de Parakou. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 15 (4), 299–305.
4. Agblonon Houelome T.M., Adandedjan D., Chikou A., Imorou Toko I., Youssao I., & Laleye P. (2017). Caractérisation de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Alibori dans le bassin cotonnier du Bénin. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 13(4),35-49
5. Agblonon Houelome T.M., Adandedjan D., Chikou A., Lazar I, Lazar G., & Laleye P. (2019). Ecological quality of Alibori river (In northern Benin) based on macroinvertebrates community by multivariate statistical approach. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(3), 1639-1646
6. Agbohessi, P.T., Toko, I.I., Houndji, A., Gillardin, V., Mandiki, S.N.M., & Kestemont, P. (2013). Acute toxicity of agricultural pesticides to embryo-larval and juvenile African catfish *Clarias gariepinus*. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 64, 692–700. <https://doi.org/10.1007/s00244-012-9871-3>
7. Akotegnon C.K., Gbaguidi A.N.M., Dovonon L.F.C., Hounaho G-F., Zannou A., Kpognon E., Adanho H., Amoussou-Chouh O., & Moussoro S. (2018). Environmental impacts of industrial liquid discharges from the food alcohol production plant on the waters of the Klou river of Logozohè in Benin. *American Journal of Applied*

- Chemistry, 6(5), 156-168.  
<http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajac>
8. Arimoro, F.O., Odume, O.N., Uhunoma, S.I., & Edegbene, A.O. (2015). Anthropogenic impact on water chemistry and benthic macroinvertebrate associated changes in a southern Nigeria stream. *Environmental monitoring and assessment*, 187(14), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4251-2>
  9. Baa-Poku, J., Asante, F., & Amakye, J.S. (2013). Impact of Urban Effluents on the Macroinvertebrates of a Creek in Accra, Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, 21(1), 97–110. <https://doi.org/10.4314/wajae.v21i1>.
  10. BE (2012). Bruxelles Environnement. Programmes de surveillance de l'état des eaux de la Région de Bruxelles-Capitale en application de l'Ordonnance Cadre Eau.
  11. Buhungu, S., Montchowui, E., Barankanira, E., Sibomana, C., Ntakimazi, G., & Bonou, C.A. (2018). Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1), 576–595. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.44>
  12. Chapman, D.V. (1996). *Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*, Second Edition. ed. CRC Press, London, 651 p. <http://www.earthprint.com>
  13. Dèdjiho, C.A., Mama, D., Tomètin, L., Nougbodé, I., Chouti, W., Sohounhloué, C.K.D., & Boukari, M. (2013). Évaluation de la qualité physico-chimique de certains tributaires d'eaux usées du lac Ahémé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 70(1), 5608–5616.
  14. Diomandé, D., Bony, K.Y., Edia, O.E., Konan, K.F., & Gourène, G. (2009). Diversité des macroinvertébrés benthiques de la rivière Agnéby (Côte d'Ivoire; Afrique de l'Ouest). *European Journal of Scientific Research*, 35(3), 368–377.
  15. Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., & Stiassny, M.L. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2), 163–182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>.
  16. Edokpayi, J.N., Odiyo, J.O., & Durowoju O.S. (2017). Impact of wastewater on surface water quality in developing countries: A case study of South Africa. In *Water Quality: IntechOpen*, Vienna, Austria, 402–416. <https://doi.org/10.5772/66561>.

17. Ewa, E.E., Iwara, A.I., Adeyemi, J.A., Eja, E.I., Ajake, A.O., & Otu, C.A. (2011). Impact of industrial activities on water quality of Omoku creek. *Sacha Journal of Environmental Studies*, 1(2), 8–16.
18. Foto, M.S., Tchakonte, S., & Njiné, T. (2013). Water quality assessment using benthic macroinvertebrates in a periurban stream (Cameroon). *International Journal of Biotechnology*, 2(5), 91–104.
19. Houssou, A.M., Ahouansou Montcho, S., Montchowui, E., & Bonou, C.A., (2017). Spatial and seasonal characterization of water quality in the Ouémé river basin (Benin). *Egyptian Journal of Chemistry*, 60(6), 1077–1090. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2017.1463.1095>
20. Ibezute, A.C., Asibor, G.I., & Ibezute, S.U. (2016). Ecological assessment of brewery effluent impact on the macrobenthic invertebrates of Ikpoba River, Edo State, Nigeria. *International Journal of Ecosystem*, 6(3), 47–54.
21. IBGE (2005). Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. 16 p.
22. IFREMER (2000). Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens – Rapport final-09-2000, Tome I – 236 p.
23. Karrouch, L., Chahlaoui, A., & Essahale, A., (2017). Anthropogenic Impacts on the Distribution and Biodiversity of Benthic Macroinvertebrates and Water Quality of the Boufekrane River, Meknes, Morocco. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5, 173.
24. Koudenoukpo, Z.C., Chikou, A., Adandedjan, D., Hazoume, R., Youssao, I., Mensah, G.A., & Laleye, A.P. (2017). Caractérisation physico-chimique d'un système lotique en région tropicale : la rivière Sô au Sud- Bénin, Afrique de l'Ouest. *Journal of Applied Biosciences*, 113(1), 11111–11122. <https://doi.org/10.4314/jab.v113i1.1>
25. Lawani, R.A.N., Kelomè, N.C., & Agassounon, D.T.M. (2017). Characterization of Ouémé river quality in upper delta using water evaluation indices and multivariate analysis. *European Scientific Journal*, 13(17), 170–182.
26. Leclercq, L. (2001). Intérêt et limites des méthodes d'estimation de la qualité de l'eau. *Station scientifique des Hautes-Fagnes, Belgique*, 75p.
27. Leigh, C., Burford, M.A., Robert, D.T., & Udy, J.W. (2010). Predicting the vulnerability of reservoirs to poor water quality and cyanobacterial blooms. *Water Research*, 44(15), 4487–4496. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.016>

28. Ogundiran, M.A., & Fawole, O.O. (2014). Assessment of the impacts of industrial effluent discharges on the water quality of Asa River, Ilorin, Nigeria. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(7), 80–98.
29. Onana, F.M., Togouet, S.H.Z., Tamsa, A.A., Tchatcho, N.L.N., Tchakonte, S., Koji, E., Yemeli, A.W.Y., & Makong, A.N.S.M. (2019). Comparing Freshwater Benthic Macroinvertebrate Communities in Forest and Urban Streams of the Coastal Ecological Region of Cameroon. *Open Journal of Ecology*, 9, 521–537. <https://doi.org/10.4236/oje.2019.912034>
30. Owa, F.D. (2013). Water Pollution: Sources, Effects, Control and Management. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(8), 6568. <http://dx.doi.org/10.5901/mjss.2013.v4n8p65>.
31. R Core Team, 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
32. Schwarzenbach, R.P., Egli, T., Hofstetter, T.B., Gunten, U.V., & Wehrli, B. (2010). Global water pollution and human health. *Annual Review Environment and Resources*, 35(1), 109-136. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-environ-100809-125342>.
33. Sintondji, L.O., Awoye, H.R., & Agbossou, K.E. (2008). Modélisation du bilan hydrologique du bassin versant du Klou au Centre-Bénin: Contribution à la gestion durable des ressources en eau. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 59, 35–48.
34. Wang, H., Wang, T., Zhang, B., Li, F., Toure, B., Omosa, I.B., Chiramba, T., Abdel-Monem, M., & Pradhan M. (2014). Water and wastewater treatment in Africa –Current practices and challenges. *Clean – Soil, Air, Water*, 42(8), 1029-1035. <https://doi.org/10.1002/clen.201300208>.
35. WHO (2017). Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum. 631 p.
36. Zinsou, H.L., Attingli, A.H., Gnohossou, P., Adandedjan, D., & Laleye, A.P. (2016). Caractéristiques physico-chimiques et pollution del 'eau du delta de l'Oueme au Benin. *Journal of Applied Biosciences*, 97, 9163–9173. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v97i1.3>

## **Evaluation de l'Attention Selective chez les Alcoolodépendants Admis au Centre de la Croix Bleue (Cote d'Ivoire)**

***Diboh Emmanuel***

***Ounnebo Gniondjibohoui Marc***

***N'Guia Jean-Claude***

Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

***Kouadio Sébastien***

***Koffi Bienvenu***

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Dje Bi Samedi***

Centre de la Croix Bleue, Côte d'Ivoire

***Gbalou Kakou Luc***

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Irié Bi Antoine***

Centre Hospitalier Urbain de Cocody, Côte d'Ivoire

***Tako Némé Antoine***

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p163](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p163)

Submitted: 14 September 2022

Accepted: 10 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Diboh E., Ounnebo G.M., N'Guia J., Kouadio S., Koffi B., Dje B.S., Gbalou K.L. Irié B.A. & Tako N.A. (2023). *Evaluation de l'Attention Selective chez les Alcoolodépendants Admis au Centre de la Croix Bleue (Cote d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 163. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p163>

### **Résumé**

Les effets toxiques de l'alcool sur le cerveau peuvent être mis en évidence par imagerie médicale. Ainsi, une diminution de la substance grise a été observée chez des personnes alcoolodépendantes. Plus la consommation d'alcool commence à un âge précoce, plus l'altération de la matière grise est importante. En Côte d'Ivoire, des travaux antérieures indiquent la présence de perturbations de l'attention sélective et de la mémoire de travail chez des adolescents et jeunes adultes non alcoolodépendants, mais consommateurs réguliers de koutoukou (eau-de-vie locale de fabrication artisanale, issue de la



sève de palmier à huile "Elaeis guineensis Jacq."). Cette étude a pour objectif d'étudier les effets de l'alcool sur les facultés attentionnelles des patients alcoolo-dépendants. A cet effet, un test neuropsychologique (test de Stroop) a été utilisé afin de comparer les performances attentionnelles des patients avant et après traitement (sevrage). Il en ressort que l'alcool altère significativement l'attention sélective chez les alcoolo-dépendants. Cependant, il a été constaté après traitement (sevrage), une récupération progressive de cette fonction cognitive. Cependant les performances des sujets traités n'égalent pas celle des témoins. (préciser le type de l'approche / étude ; ressortir les principaux résultats pour le lecteur)

---

**Mots-clés:** Alcool, alcoolo-dépendants, attention sélective, Côte d'Ivoire

---

## **Evaluation of Selective Attention among Alcohol Dependents Admitted at the Blue Cross Center (Cote d'Ivoire)**

*Diboh Emmanuel*

*Ounnebo Gniondjibohoui Marc*

*N'Guia Jean-Claude*

Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

*Kouadio Sébastien*

*Koffi Bienvenu*

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

*Dje Bi Samedi*

Centre de la Croix Bleue, Côte d'Ivoire

*Gbalou Kakou Luc*

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

*Irié Bi Antoine*

Centre Hospitalier Urbain de Cocody, Côte d'Ivoire

*Tako Némé Antoine*

Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The toxic effects of alcohol on the brain can be demonstrated by medical imaging. Thus, a decrease in the gray matter has been observed in alcohol-dependent people. The earlier alcohol consumption begins, the greater the impairment of gray matter. In Côte d'Ivoire, previous work indicates the presence of disturbances in selective attention and working memory in non-alcohol-dependent adolescents and young adults, but regular consumers of koutoukou (local brandy made artisanal, made from oil palm sap" Elaeis

guineensis Jacq.'). This study aims to study the effects of alcohol on the attentional faculties of alcohol-dependent patients. To this end, a neuropsychological test (Stroop test) was used to compare the attentional performance of patients before and after treatment (withdrawal). It appears that alcohol significantly alters selective attention in alcohol-dependent people. However, it was observed after treatment (withdrawal), a gradual recovery of these cognitive functions. However, the performance of the treated subjects did not equal that of the controls.

---

**Keywords:** Alcohol, alcohol addicts, selective attention, Côte d'Ivoire

### **Introduction**

L'alcool est un liquide transparent et incolore que l'on trouve dans la bière, le vin et les spiritueux. Consommé avec modération, il est sans effet indésirable notable pour la plupart des consommateurs. En revanche, l'abus d'alcool peut compromettre autant le développement social que celui de l'individu. Il provoque 2,5 millions de décès dans le monde chaque année et entraîne également des dommages qui vont au-delà de la santé physique et psychologique du buveur (OMS, 2011). Selon cette même organisation, la consommation nocive d'alcool commence tôt. Dans les pays à revenu faible ou intermédiaire, 14% des adolescentes et 18% des garçons de 13-15 ans consommeraient de l'alcool. Par ailleurs, 320 000 jeunes âgés de 15 à 29 ans meurent chaque année dans le monde de causes liées à l'alcool, responsable direct de 9% des décès dans cette classe d'âge.

Cependant, environ 10 à 12% de la proportion des consommateurs d'alcool ont des problèmes d'addiction. L'alcoolisme ou éthyisme, est l'addiction à l'alcool éthylique contenu dans les boissons alcoolisées. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) reconnaît l'alcoolisme comme une maladie et le définit comme des « troubles mentaux et troubles du comportement » liés à la consommation de d'alcool (OMS, 1993). Selon Batel et Nédélec, (2007), l'alcoolodépendance n'est pas définie par une fréquence de consommation ou une quantité bue. Le symptôme clé de la dépendance à l'alcool est la perte de maîtrise de sa consommation d'alcool. Elle est la complication tardive et fréquente de l'usage nocif de l'alcool. À ce stade, boire de l'alcool est devenu un besoin. Les effets toxiques de l'alcool sur le cerveau peuvent être mis en évidence par imagerie médicale : en particulier, une diminution de la substance grise a été observée chez des personnes alcoolodépendantes. Plus la consommation d'alcool a commencé à un âge précoce, plus l'altération de la matière grise est importante (Chanraud et al., 2006 ; Inserm, 2006). En Côte d'Ivoire, les travaux de Diboh (2014) indiquent la présence de perturbations de l'attention sélective et de la mémoire de travail chez des adolescents et jeunes adultes non alcoolodépendants, mais

consommateurs réguliers de koutoukou (eau-de-vie locale de fabrication artisanale, issue de la sève de palmier à huile "*Elaeis guineensis Jacq.*"). Ainsi, l'objectif de ce travail est d'étudier les effets de l'usage excessif de l'alcool sur les facultés attentionnelles des patients alcoolo-dépendants relativement jeunes

De manière spécifique, il s'agit d'évaluer l'attention sélective des sujets alcoolo-dépendants d'une part, et de procéder à une analyse comparative de leurs performances attentionnelles avant, pendant et après le traitement (sevrage) au centre d'accueil de la croix bleue (centre de référence).

## **Matériel et Méthodes**

### **Matériel**

#### **Population de l'étude**

Cette étude a porté sur une population composée d'un groupe cible et d'un groupe témoin. Elle a été menée au Centre d'accueil de la croix bleue de Côte d'Ivoire. L'échantillon (n=34) est constitué de 10 témoins non consommateurs d'alcool et de 24 patients alcoolo-dépendants admis en traitement dans le dit centre. L'âge de ces sujets alcooliques est compris entre de 20 et 40  $\pm$ 1,5 ans.

#### **Matériel technique**

Le matériel technique utilisé pour ce travail se compose d'un test de Stroop (voir annexe).

### **Méthodes**

L'attention sélective a été évaluée au moyen du test de Stroop selon la méthode utilisée par Diboh (2014). Ce test est constitué de trois planches :

- la planche 1 contient des rectangles de couleurs différentes (vert, rouge, jaune et bleu) ;
- la planche 2 est constituée de noms de couleurs écrits en encre noire ;
- et la planche 3 implique des noms de couleurs écrits en encre de couleur.

Chacune des planches comportent 10 lignes de 5 mots ou rectangles de couleur. Elles sont présentées successivement au sujet.

#### **Déroulement du test**

L'épreuve débute par la planche 1. Sur cette dernière se trouvent des rectangles de quatre couleurs différentes : vert, rouge, jaune et bleu. Le sujet a pour consigne de dénommer le plus rapidement possible à voix audible, la couleur de chaque rectangle, de la gauche vers la droite en passant à la ligne suivante à chaque fin de ligne. Une fois en bout de page, il recommence jusqu'à ce que le temps (45 secondes) qui lui est imparti soit écoulé.

La planche 2 comporte, quant à elle, les noms de quatre différentes couleurs, écrits en encre noire : vert, rouge, jaune et bleu. Le sujet a pour consigne de lire ces mots le plus rapidement possible à voix audible, en parcourant les lignes de la gauche vers la droite, ligne par ligne pareillement à l'étape 1.

La planche 3 qui met le sujet dans une situation d'interférence comporte des noms de couleur écrits en encre de couleurs (les couleurs vert, rouge, jaune et bleu). La consigne est de ne pas lire le mot, mais plutôt de dénommer le plus rapidement possible la couleur dans laquelle est écrit chaque mot, ligne par ligne, de la gauche vers la droite.

### ***Recueil de données***

Pour chaque passation, le décompte de mots lus ou de couleurs dénommées durant le délai imparti de 45 secondes est effectué. A chaque faute constatée (erreur de lecture ou de désignation), la remarque est immédiatement faite afin que le sujet corrige son erreur. Le caractère étudié est le score (nombre de mots ou de couleurs désignées) effectué pour chaque passation.

### ***Variables***

- Les variables de cette étude ont été de deux types :
- les variables de traitement (ou de classement) qui sont les groupes (T ; SAS ; SES ; SS) ;
  - les variables dépendantes qui sont les scores aux différentes passations.

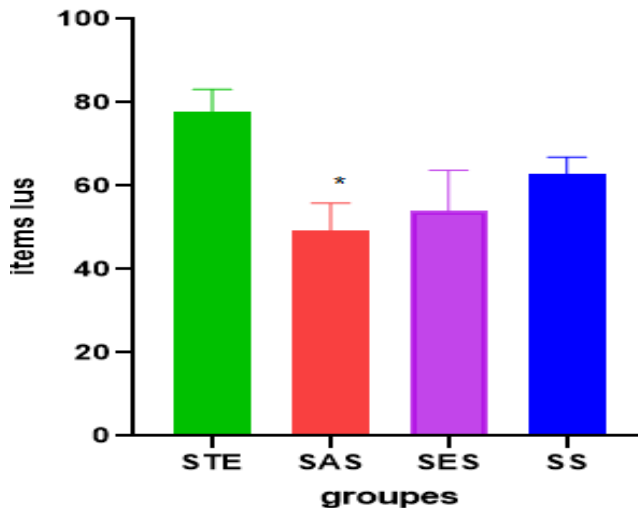
### **Analyse statistique des données**

Les données recueillies dans cet article ont été traitées au moyen du logiciel STATISTICA® 10.0. A chaque série d'expériences, les différents groupes de sujets sont comparés : les sujets témoins (STE), les sujets alcoolodépendants non encore traités (sujets avant sevrage SAS), les sujets en cours de sevrage (SES) et les sujets ayant terminés leur traitement (sujets sevrés SS). Il s'agit d'analyser les performances attentionnelles d'ensemble de chaque groupe, puis de les confronter aux autres groupes. Dès lors, il convient de vérifier la significativité des différences probables observées entre les moyennes des mesures obtenues dans chaque groupe. En d'autres termes, il s'agit de savoir si à chaque période de traitement, la différence des valeurs de ces performances entre les groupes est significative ou pas. Pour ce faire, une analyse de variance (ANOVA), a permis de faire ces comparaisons. La probabilité (p) de 0,05 est considérée comme valeur limite de significativité. Ainsi, si « p » est inférieur ou égale à 0,05, alors la différence entre les variables comparées est significative. Par contre, si « p » est supérieur à 0,05, alors la différence entre les deux variables comparées n'est pas significative.

## Résultats

### ➤ *Passation 1 (désignation de couleur de rectangle)*

Dans cette première partie de l'épreuve de Stroop, les moyennes des scores obtenues sont respectivement de 77.75 pour les témoins contre 49.25 pour les sujets n'ayant pas encore commencé le traitement ou sevrage (SAS). La différence des performances entre ces deux groupes de sujets est significative car  $F= 28.50$  pour  $p = 0.0495$ . Les sujets en cours de sevrage (SES) ont obtenu une moyenne de score de 54 alors que les sujets sevrés (SS) ont une moyenne de score de 62.75 items. La comparaison intergroupe de leur performance attentionnelle n'est pas significativement différente.



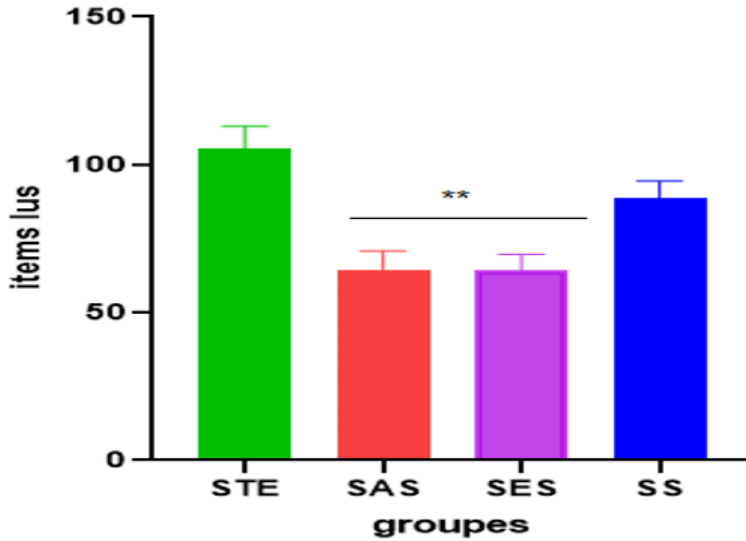
**Figure 1.** Performances attentionnelles des sujets à la passation 1 du test de Stroop

\* : significatif

*En somme, seules les performances des patients avant-sevrage (SAS) diffèrent significativement des témoins.*

### ➤ *Passation 2 (lecture de mot)*

Lors de la passation 2, les moyennes de scores sont de 105.5, 64.50, 64.25, et 88.75 respectivement pour les témoins, sujets SAS, sujets SES et sujets SS. Les performances des sujets SAS et SES diffèrent très significativement des témoins ( $F=10.08$  ;  $p=0.0031$ ,  $F=10.02$  ;  $p=0.029$ ). Cependant les performances des sujets sevrés (SS) ne diffèrent pas significativement de témoins.



**Figure 2.** Performances attentionnelles des sujets à la passation 2 du test de Stroop

\*\* : très significatif

*Les performances des sujets SAS et celles des patients en cour de sevrage diffèrent significativement des témoins. Cependant celles des sujets sevrés (SS) ne diffèrent pas significativement des témoins.*

➤ **Passation 3 (désignation de la couleur du mot)**

Lors de la passation 3, les moyennes de scores sont de 44.75, 29.75, 32.50, et 40.25 respectivement pour les témoins, sujets SAS, sujets SES et sujets SS.

Au cours de la troisième et dernière épreuve qui requiert plus de sélectivité attentionnelles de la part des sujets et donc la plus contraignante, les performances des patients avant et pendant le traitement (sevrage) diffèrent très significativement des témoins puisque  $F= 10,13$  pour  $p = 0,0013 < 0,05$  et  $F=11.20$  pour  $p=0,033$ .

Cependant il n'y a pas de différence significative entre les performances des STE et SES, STE et SS , puis SES et SS.



\*

\*\*

**Figure 3.** Performances attentionnelles des sujets à la passation 3 du test de Stroop

\* : significatif

\*\* : très significatif

*Il y a une différence significative entre les performances des témoins (STE) et celles des sujets en cour de sevrage (SES) des patients en cours de traitement (sevrage). Cette différence est encore plus marquée chez les patients n'ayant encore débutés leur traitement (SAS).*

*Les performances des sujets sevrés (SS) diffèrent de celles des témoins. Cependant cette différence n'est statistiquement significative.*

## **Discussion**

La crainte principale pour le consommateur est la dépendance à l'alcool. Il existe cependant une autre façon de consommation excessive appelée « binge-drinking ». Le National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism (NIAAA) des Etats-Unis définit le "binge-drinking" comme étant une consommation aiguë pouvant provoquer une alcoolémie d'au moins 0,8 gramme d'alcool par litre de sang. Cette alcoolémie est atteinte à partir d'une consommation de 5 verres chez l'homme ou de 4 verres chez la femme, avec une corpulence moyenne, en deux heures (NIAAA, 2004). Bien avant cette définition du NIAAA, certains auteurs comme Cahalan et Cisin (1968) avait déjà établi des marges de classification des consommateurs de boissons alcooliques. De ce fait, ils ont distingué le buveur léger dont la consommation ne dépasse pas deux verres par mois, le buveur modéré qui consomme trois à quatre verres, au plus une fois par mois et le buveur excessif qui consomme cinq verres ou plus à plusieurs occasions dans la semaine. Notons au passage qu'un verre standard correspond à 13,6 grammes d'alcool pur, soit 341 ml de bière à 5 degrés ou 142 ml de vins à 12 degrés ou 43 ml de spiritueux à 40

degrés (April, 2010). Par ailleurs, les conséquences du "binge-drinking" sont aussi ravageuses que la dépendance proprement dite à l'alcool.

Dans cette étude nous avons entrepris d'évaluer l'attention sélective chez les sujets alcoolo-dépendants par le biais du test de Stroop. Il en ressort que les performances des témoins et celles des sujets tests ne diffèrent pas significativement lors de la présentation des deux premières planches (planche de dénomination de rectangles de couleurs et planche de lecture neutre de noms de couleurs), quelle que soit le type de sujet. Elles constituent des planches de conditionnement, de préparation à la troisième planche dite incongrue, composée de noms de couleurs écrits en utilisant un encrage différent (Lemercier, 2002). Cette planche demande un traitement cognitif plus complexe avec inhibition de certaines tâches. Les modèles de l'attention sélective considèrent que le traitement sélectif de l'information revêt deux réalités : d'une part, la sélection de l'information cible et, d'autre part, l'inhibition active de l'information distractive (Cohen et al., 1990 ; Scarpina et al. 2017). Or, lorsque l'information distractive est automatiquement traitée (la lecture de mots), alors elle interférerait sur le traitement contrôlé de l'information cible (la couleur). Afin de répondre correctement aux instructions de la tâche, le sujet devrait alors activement inhiber son traitement. Cet article montre que chez les alcoolo-dépendants non traités (SAS), ce processus d'inhibition est très perturbé. Les performances de ces derniers à cette épreuve baissent très significativement comparativement aux témoins. Les travaux de Yao (2012) indiquent que 82,77% des pensionnaires de la croix bleue sont de grands consommateurs de koutoukou (KTK), une eau-de-vie locale issue de la fermentation de sève de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). En effet, le Koutoukou de fabrication artisanale est connu pour être particulièrement délétère, vu sa composition chimique. Il contiendrait en plus de l'éthanol commun à toutes les boissons alcooliques ou alcoolisées, du méthanol, du propanol, du butanol et bien d'autres composés non identifiés (Guédé-Guina et al., 2000 ; Hamon et al. 2002). Le méthanol contenu dans ce breuvage traditionnel serait, selon Hamon et al., (2000), en cause dans la prolongation des troubles de la vigilance occasionnée par cette substance. En réalité, ce liquide incolore, miscible à l'eau, d'odeur plutôt agréable, n'est que peu toxique par lui-même. Mais l'acide formique, produit de son métabolisme, est responsable de sa toxicité oculaire et neurologique (Lamiable et al., 2003 ; Belson et al., 2004). Certains auteurs ont, par ailleurs, mis en évidence les effets délétères de cette substance sur les niveaux de vigilance chez l'homme adulte (Yao, 2002 ; Camara et al., 2004), mais aussi chez les élèves (Diboh, 2006, 2013). Aussi, les perturbations de certaines fonctions cognitives occasionnées par ce breuvage se prolongent davantage dans le temps que les autres liqueurs industrielles (Yao et al., 2011).



Par ailleurs, plusieurs données de la littérature indiquent que même à faible dose, l'alcool provoque des difficultés de concentration (Lee et al. 2017 ; Anthenelli et al. 2021). Consommé régulièrement et de façon excessive, il entraîne des dommages majeurs sur plusieurs organes dont le foie chez lequel il provoque une cirrhose (Singal et al., 2021), sur l'estomac et le rein en causant des cancers (Seitz et al., 2007), des maladies cardiaques (Druesne et al., 2009 ; Anantharaman et al., 2011), en plus des atteintes cérébrales (Accident Vasculaire Cérébral) et troubles cognitifs avec des déficits attentionnels et des perturbations des fonctions exécutives (Sullivan et al., 2005 ; Roy-Charland et al., 2017 ; Pagnin et al. 2019).

L'une des limites de cette étude est la non inclusion des filles qui consomment de plus en plus de l'alcool (Diboh et al., 2013). Une étude comparative aurait pu être faite avec les garçons.

## **Conclusion**

Les troubles cognitifs constituent une complication fréquente résultant de l'usage de l'alcool. Les patients alcoolodépendants admis au centre de la Croix Bleue de Côte d'Ivoire n'en ont pas fait exception. En effet, il a été constaté à leur niveau une perturbation importante de l'attention sélective. Cependant, après traitement, les performances des sujets n'égalent pas celles des témoins. Ce résultat laisse entrevoir le caractère irréversible de certaines lésions cérébrales occasionnées par le comportement. Il serait opportun qu'une large diffusion de ces résultats soit faite afin de sensibiliser davantage le grand public, mais surtout notre jeunesse sur les dangers que l'abus d'alcool. Notons aussi que les pensionnaires de la croix bleue de Côte d'Ivoire sont aussi de grands consommateurs de koutoukou, une boisson locale mal raffinée avec un pouvoir délétère bien établi. Il serait opportun que les autorités sanitaires sensibilisent la population sur les dommages occasionnés par cette boisson, mais aussi les producteurs sur les possibilités de produire une boisson alcoolique de meilleure qualité dont seule l'abus, à l'instar des autres boissons alcooliques dites industrielles, constituerait le seul danger.

## **References:**

1. Anantharaman, D., Marron, M. and Lagiou, P. (2011). Population attributable risk of tobacco and alcohol for upper aerodigestive. *Tract cancer*. 47 (8) : 725-731.
2. Anthenelli, R. M., McKenna, B. S., Smith, T. L., Schuckit, M. A. (2021). Relationship between level of response to alcohol and acute tolerance. *Journal Alcoholism, clinical and experimental research*, 45(7) : 1-27. DOI 10.1111/acer.14642.
3. April, N. (2010). Alcool et grossesse : épidémiologie, risque et recommandations aux femmes enceintes. Journées annuelles de santé publique, Québec 24 novembre 2010, 28p.

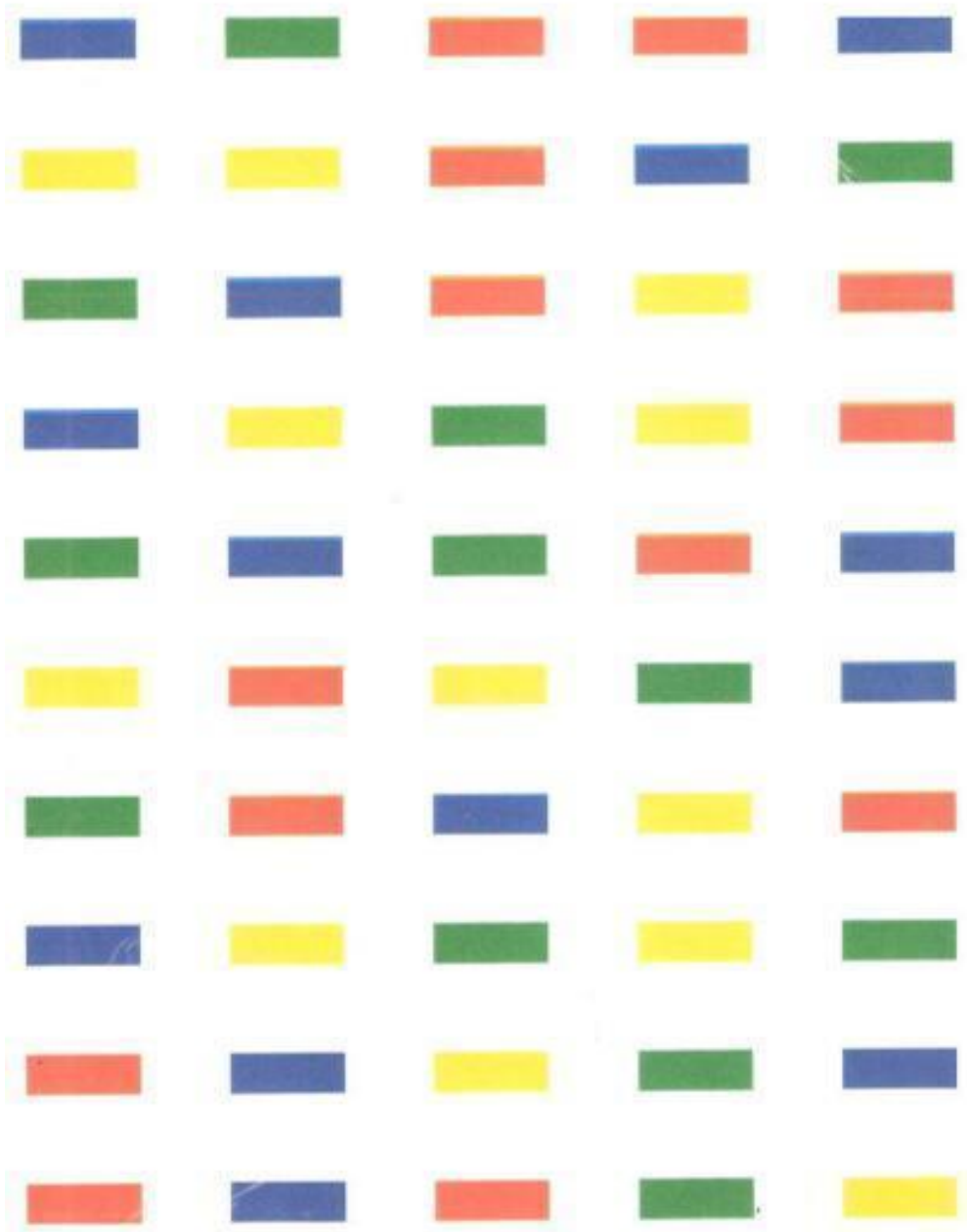
4. Batel, P & Nédélec S. (2007). Alcool : de l'esclavage à la liberté, édité chez Démos. 245p.
5. Belson, M., Morgan, B.w. (2004). Methanol toxicity in a newborn. *J Toxicol clin Toxicity*. 42 (5) : 673-687.
6. Cahalan, D., Cisin, I.H. (1968). American drinking practices: summary of findings from a national probability sample. I. Extent of drinking by population subgroups. *Q J Stud Alcohol*, 29: 130- 151.
7. Camara, P.A., Yao K.M & Adou K.F.J-B. (2004). Etude préliminaire des effets d'une prise unique de Koutoukou sur le niveau de vigilance et émotionnel de l'Homme. *Rev des. Sciences. De la Vie et de la Terre*, 4 (1): 99-113.
8. Chanraud, S., Martelli, C., Delain, F., Kostogianni, N., Douaud, G., Aubin, H.J., Reynaud, M & Martinot, J.L. (2006). Brain morphometry and cognitive performance in detoxified alcohol-dependents with preserved psychosocial functioning. *Neuropsychopharmacology*, 32(2):429-438.
9. Cohen, J.D., Dunbar, K. & McClelland, J.L. (1990). On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the Stroop effect. *Psychological Review*, 97: 332-361.
10. Diboh E. (2006). *Analyse épidémiologique de la consommation d'alcool chez les lycéens et les collegiens : effets sur les niveaux de vigilance sous imprégnation au koutoukou*. DEA Physiologie Animale, UFR BIOSCIENCES, Université de Cocody, Abidjan-Côte d'Ivoire, 58p.
11. Diboh E., Yao, K.M., Tako, N.A., Bakou, N.F., Assi, B. (2013). Alcoolisation chez les jeunes élèves en Côte d'Ivoire : préférence et consommation effective. *European Scientific Journal*. Vol 9 :380-393.
12. Diboh E. (2014). *Effets d'une alcoolisation aigue au koutoukou sur l'attention et la mémoire des jeunes scolarisés de la ville d'Abidjan*. Thèse de doctorat d'Etat neurosciences, UFR Biosciences de l'Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan, Cote d'Ivoire, 190p.
13. Diboh, E., Assi, B., Yao, K. M., Badjo, P., Gbalou, K.L., Tako A. (2015). Effets du koutoukou sur l'électroencéphalogramme (EEG) des jeunes scolarisés de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Afrique Biomédicale*, volume 20, Supplément : 62-75.
14. Druesne, P.N., Tehard, B., Mallet, Y., Gerber, M. and Norat, T. (2009). Alcohol and genetic polymorphisms : effet on risk of alcohol-related cancer. *Lancet Oncol*, 10 (2) : 173-180.
15. Guédé-Guina, F., Selly-Essis, A. M., Yao, B., Agneroh, L.E. (2000). Utilité d'un fixateur de la sève du palmier à huile dans la révélation d'une protéine virale par immunofluorescence : cas du virus Rabique Souches des Rues isolée à Abidjan. *Médecine d'Afrique Noir*. 47 (7) : 343-356.

15. Hamon, J.F., Camara, P.A. (2000). Toxicité des distillats de vin de palme approche bromatologique et clinique. *Kabaro*, 1(2) : 133-140.
16. Hamon, J. F., Camara, P. A., Adou, K. F.J-B., Yoa, K. M. (2002). Goût et habitude en matière de consommation d'alcool dans le sud et le centre-nord de la Côte d'Ivoire : enquête sur 3428 sujets. *Afrique Biomédicale*. 7 (3) :19-26.
17. Inserm (2006). Communiqué de presse : Une étude en neuro-imagerie confirme les conséquences de l'alcool sur le cerveau. 78 p.
18. Lamiable, D., Hoizey, G., Marty, H., Vistelle, R. (2003). Intoxication aiguë au méthanol. *Elsevier Masson*.16 :25-30.
19. Lee, C. M., Cadigan, J. M., Patrick, M. E.. (2017). Differences in reporting of perceived acute effects of alcohol use, marijuana use, and simultaneous alcohol and marijuana use. *Drug and Alcohol Dependence*. Volume 180, Pages 391-394.
20. Lemercier, C. (2002). L'effet d'interférence stroop place du contrôle attention dans la résolution de l'item double. *Résumés de thèses In Cognito*, 22 : 73-78.
21. NIAAA (National Institute of Alcohol Abuse and Alcoholism). (2004). NIAAA council approves definition of binge drinking. NIAAA Newsletter, N°3, p. 3.
22. OMS, (1993 a). Classification internationale des maladies de l'OMS, Liste de codes CIM-10 (F10), 51p.
23. OMS, (2011). Consommation d'alcool. Aide-mémoire N°349, 678p.
24. Pagnin, D., Grecco, M. L. & Furtado, E. (2019). Prenatal alcohol use as a risk for attention-deficit/hyperactivity disorder. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience* volume 269, p 681–687.
25. Roy-Charland, A., Plamondon, A., Homeniuk, A. S., Flesch, C. A., Klein, R. M., Stewart, S. H. ( 2017). Attentional bias toward alcohol-related stimuli in heavy drinkers: evidence from dynamic eye movement recording. *American Journal of Drug and Alcohol Abuse*. Volume 43, issue 3, Pages 332-340.
26. Scarpina, F. and Tagini, S. (2017). The Stroop color and word test. *Frontiers in psychology*. Volume 8 : 1-8.
27. Seitz, H.K. and Becker, P. (2007). Alcohol metabolism and cancer risk. *Alcohol Res Health*. 30 (1) : 36-41.
28. Singal A. K., Mathurin, P., (2021). Diagnosis and Treatment of Alcohol-Associated Liver Disease. *JAMA*. 326 (2):165-176. doi:10.1001/jama.2021.7683.
29. Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18: 643-662.

30. Sullivan, E.V & Pfefferbaum, A. (2005). Neurocircuitry in alcoholism: a substrate of disruption and repair. *Psychopharmacology*, 180 (4): 583-594.
31. Yao, K.M. (2002). *Evaluation du niveau de vigilance chez l'homme sobre sous imprégnation alcoolique mixte (méthyl-ethyl)*. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie de Physiologie Animale, (option : Neurosciences), Université de Cocody-Abidjan, UFR Biosciences, 53p
32. Yao, M., Adou, J-B., Camara, P., Bakou, F., Tako, A. & Seri, B. (2011). Effets comparés de l'alcoolisation aigue au koutoukou de vin de palme (boisson alcoolique artisanale) et au pastis 45 (boisson alcoolique industrielle) sur la mémoire, chez l'homme. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(3) : 1073-1081.
33. Yao, K.M., Camara, P.A., Adou, K.F.J-B. (2012). Types de boissons alcooliques consommées en Côte d'Ivoire. Préférence et consommation effective. *Alcoologie et Addictologie*, 34(3) :185-193.

**ANNEXES**

**STROOP PASSATION 1**



**STROOP PASSATION 2**

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>VERT</b>  | <b>JAUNE</b> | <b>ROUGE</b> | <b>BLEU</b>  | <b>JAUNE</b> |
| <b>VERT</b>  | <b>ROUGE</b> | <b>BLEU</b>  | <b>VERT</b>  | <b>BLEU</b>  |
| <b>ROUGE</b> | <b>JAUNE</b> | <b>BLEU</b>  | <b>VERT</b>  | <b>ROUGE</b> |
| <b>JAUNE</b> | <b>JAUNE</b> | <b>VERT</b>  | <b>BLEU</b>  | <b>ROUGE</b> |
| <b>VERT</b>  | <b>JAUNE</b> | <b>BLEU</b>  | <b>ROUGE</b> | <b>ROUGE</b> |
| <b>BLEU</b>  | <b>JAUNE</b> | <b>VERT</b>  | <b>JAUNE</b> | <b>ROUGE</b> |
| <b>VERT</b>  | <b>BLEU</b>  | <b>ROUGE</b> | <b>VERT</b>  | <b>BLEU</b>  |
| <b>JAUNE</b> | <b>JAUNE</b> | <b>BLEU</b>  | <b>ROUGE</b> | <b>VERT</b>  |
| <b>BLEU</b>  | <b>JAUNE</b> | <b>VERT</b>  | <b>ROUGE</b> | <b>BLEU</b>  |
| <b>VERT</b>  | <b>ROUGE</b> | <b>JAUNE</b> | <b>VERT</b>  | <b>JAUNE</b> |

**STROOP PASSATION 3**

**BLEU JAUNE BLEU ROUGE BLEU**

**VERT JAUNE ROUGE VERT JAUNE**

**VERT ROUGE VERT JAUNE BLEU**

**VERT ROUGE JAUNE VERT BLEU**

**BLEU ROUGE JAUNE JAUNE VERT**

**ROUGE BLEU VERT JAUNE VERT**

**ROUGE JAUNE BLEU ROUGE BLEU**

**BLEU VERT BLEU JAUNE JAUNE**

**BLEU ROUGE VERT JAUNE ROUGE**

**VERT ROUGE JAUNE VERT BLEU**

## Degree of Physical Activity in University Teachers Before and During the COVID-19 Pandemic

*M.P.P. Silvia Isela Ramírez Enríquez*

*Dr. E. Juan Cristóbal Barrón Luján*

*M.C. Leopoldo Refugio López Baca*

*M.A. Luis Alberto López Rodríguez*

*M.P.A. Gilberto Santos Sambrano*

*Dr. Alicia Rodríguez Gill*

Faculty of Physical Culture Sciences,  
Autonomous University of Chihuahua, Chihuahua, México

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p179](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p179)

Submitted: 06 January 2023

Accepted: 29 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

### *Cite As:*

Enríquez S.I.R., Luján J.C.B., Baca L.R.L., Sambrano G.S. & Gill A.R. (2023). *Degree of Physical Activity in University Teachers Before and During the COVID-19 Pandemic*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 179. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p179>

### **Abstract**

The objective of this work was to analyze the degree of physical activity of university teachers before and during the Covid-19 pandemic, this in the context of social isolation. The present study adopts a quantitative and cross-sectional approach. The sample was determined randomly, made up of 129 university professors from the Faculty of Physical Culture Sciences of the Autonomous University of Chihuahua, aged between 18 and 74 years. The results show that 50.39% of teachers before the pandemic maintained a high degree of physical activity, while during confinement they presented a lower degree of physical activity, decreasing to only 39.53%. The Covid-19 not only wreaked havoc on health, but also negative effects in the psychological, emotional and social sphere of people, as well as havoc in the practice of physical activity, modifying healthy lifestyles and leaving possible effects for the consequent physical health.

**Keywords:** Physical activity, COVID-19, confinement, pandemic



## **Introduction**

The health emergency and its isolation measures modified personal habits, including the practice of physical activity, since a decrease in this was observed, leading to the development of health problems and affecting people's quality of life (García-Tascón et al., 2020). According to Cabrera (2020), within homes, exercise increased, as a media phenomenon, to combat the emotional imbalances of confinement and health maintenance. Especially this type of activities was more developed in people who performed office work at home.

With this, the creation and an increase in the offer of different virtual exercise programs of all kinds were observed, on mobile platforms and applications, such as Seven, Freeletics Training Coach, Home Exercises and Nike Training Club, among others (Cruz & Vera-Ponce, 2021). However, despite all the strategies to mitigate the effects of social isolation due to Covid-19, this caused unhealthy lifestyles to be generated, increasing sedentary behaviors and increasing the risk of suffering from diseases with negative health consequences (Álvarez & Harris, 2020; Sánchez-Villena & De La Fuente-Figuerola, 2020; Wilder-Smith & Freedman, 2020). It is said that the coronavirus pandemic has given rise to unprecedented restrictions in the routines of the population, such as prolonged stays in confinement, generating fear, panic, anxiety, stress, dissatisfaction and states of depression (Camacho et al., 2020). In this sense, the Covid-19 pandemic has not only had an effect on the practice of physical activity, in terms of a decrease in it, but also a significant impact on the mental and emotional health of individuals, experiencing emotions such as sadness, fear of contagion, thoughts of uncertainty and frustration, physical discomfort such as headaches, muscle pain, back pain, difficulties in their sleep cycle such as insomnia and nightmares (Sandín et al., 2020).

On the other hand, Gómez-Montón and Royo-Sancho (2020), mention that the practice of physical activity is fundamental for its benefits since the sedentary lifestyle could have worsened during the confinement that was lived, in addition to the fact that it is well known that the practice of physical activity plays an important role in improving the immune system, being vital in the prevention of infections, chronic degenerative disorders, according to Baena, Tauler, Aguiló and García (2020). Accordingly, regular physical activity was recommended to preserve mental, neuromuscular, cardiovascular, metabolic, and endocrine health during the pandemic period (Mateu & Rodrigues, 2020). To promote physical exercise and maintain a healthy state, it has been suggested that general physical activity routines be applied during quarantine periods, however, these should always be established with physical activity guidelines adapted for each group of population, giving special

consideration to those vulnerable to COVID-19, as they were and still are more likely to re-isolate (González, 2021).

Cossio-Bolaños (2021) mentions that since the epidemic began and a worldwide quarantine was declared, efforts to perform physical activity have been latent in all regions of the world. Well, since the prolonged closure of schools and home confinement during a pandemic outbreak, there have been negative effects on the physical and mental health and lifestyle of the population.

It is important to know the degree of physical activity of populations, in this case teachers, as a way of knowing the negative effects presented on people's lifestyles during COVID-19. Working from home, the closure of recreational centers or spaces for the practice of physical activity favored a sedentary lifestyle, adding to it the degrees of stress and fear that the same situation generated in the population (Álvarez & Harris, 2020; Sánchez-Villena & De The Source-Figuerola, 2020)

According to the effects of the pandemic on the aforementioned variables, the question arises, to what degree did the confinement due to the COVID-19 pandemic affect the practice of physical activity by university teachers?, in order to know if the changes in habits, work from home, isolation and restrictions of social recreation, generated by social isolation, generated the development of physical inactivity, this in order to provide information to readers of the situation presented and the consequences generated at a physical level during the quarantine process.

## **Methodology**

### **Study design, variables and sample.**

The present study adopts a quantitative and cross-sectional approach, with the objective of describing the variables of physical activity, before and during the pandemic. The sample was determined for convenience, inviting teachers from the Faculty of Physical Culture Sciences of the Autonomous University of Chihuahua to participate, through email, social networks and promotion of research through the coordinators of the different academies. semesters of the institution. The participants were 129 university professors from the Faculty of Physical Culture Sciences of the Autonomous University of Chihuahua, aged between 18 and 74 years, with an average of 40.7 of which, 62 participants were women. (47.3%) and 67 men (51.1%).

## **Instruments**

### **Short version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)(Carrera, 2017; Craig et al., 2003)**

The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) by Carrera (2017) and Craig et al. (2003), in their version, consists of 7 questions related

to the amount and type of physical activity carried out in the last seven days. The questions are directed at moderate, vigorous activities, walking and sitting time. It is an instrument for use with young people and adults, between 15 and 65 years of age. The Questionnaire was transferred to Google Forms® and the questions were adapted making references to "BEFORE and DURING the pandemic, as an example: How many days did you do vigorous physical activity "BEFORE" the pandemic? (heavy lifting, digging, aerobics, or fast cycling) or, how many days have you been engaged in vigorous physical activity "DURING" this pandemic? How much time do you spend on that activity? hours per day and minutes per day. (One can answer for example: 3 hours, 1 hour, or if they are minutes: 10min, 50 min, 30 min) or (1 hour 30 min)

***(IPAQ) Automatic Short Version of the International Physical Activity Questionnaire (Di Blasio et al., 2016)***

It is an Excel file, which allows you to enter the answers obtained from the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) by Carrera (2017) and Craig et al. (2003), in order to more quickly obtain data on the degree of physical activity, being able to classify or group into low, moderate or high physical activity.

**Process**

Teachers from the Faculty of Physical Culture Sciences of the Autonomous University of Chihuahua were invited to participate, through email, social networks and promotion of research through the coordinators of the academies of the different semesters of the institution. Teachers who accepted gave their informed consent at the same time they answered a Google Forms® form. In the questionnaire, they were asked to answer the questions of the Short Version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Carrera, 2017; Craig et al., 2003). The form was sent via email and via social networks, such as WhatsApp and Facebook. They were asked to be honest when answering and they were thanked for their participation. Once the instrument was applied, the results were compiled through the database collection function in the Google Forms® application, extracting the answers as an Excel document and later working on SPSS version 21.0 for Windows. (IBM SPSS Statistics 21.0). Through the Automatic Report Short Version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) by Di Blasio et al. (2016), the results of the degree of physical activity were obtained, grouping them into low, moderate and high.

## Analysis of data

Descriptive statistical analyzes were carried out, obtaining graphs, and the analysis of comparison of means, using the t test for related samples, with the purpose of observing if there are differences in the degree of physical activity before and during the confinement of the pandemic of COVID-19. All statistical analyzes were performed using the SPSS version 21.0 for Windows program. The level of statistical significance was established at  $p=.05$  and a reliability of 0.80 for Cronbach's alpha was found for the Short Version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) for Carrera, 2017 and Craig et al. (2003).

## Results

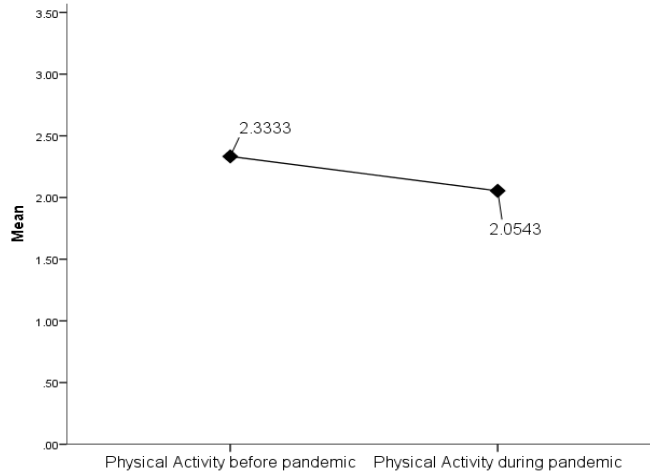
The results show the degree of physical activity before and during the Covid-19 pandemic. Below are graphs and statistics of the analysis of comparison of means, using the t-test for related samples, for a sample made up of 129 university professors from the Faculty of Physical Culture Sciences of the Autonomous University of Chihuahua. The ages of the participants fluctuated between 18 and 74 years, with a mean of 40.7. The participants were 62 women (48.1%) and 67 men (51.9%).

Table 1 shows the statistics of related samples of the variable degrees of physical activity before and during the pandemic. Significant differences are presented in the t-test data for related samples, since according to the means obtained, these were higher, before than during the confinement period, as is more clearly observed with values in Figure 1.

**Table 1.** Related samples statistics and related samples t-test data for physical activity before and during the covid-19 pandemic

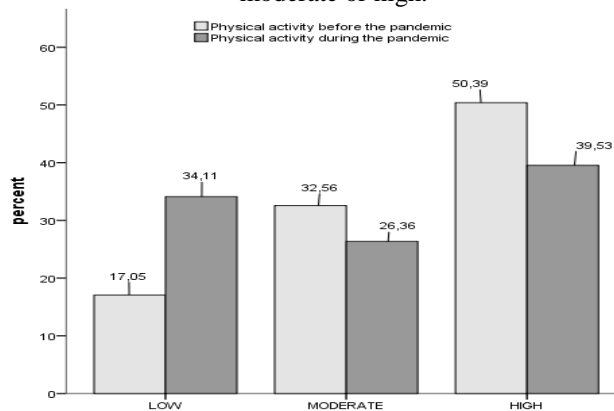
|   | t-test data for related samples |     |                |                |
|---|---------------------------------|-----|----------------|----------------|
|   | t                               | N   | Correlation    | P              |
| t value of the difference between physical Activity before-and during pandemic. | 3.700                           | 129 | 0.683          | < 0.05         |
|   | Related Samples Statistics      |     |                |                |
|   | Mean                            | N   | Typ. deviation | Typ error half |
| Physical Activity before pandemic   | 2.33                            | 129 | 0.753          | 0.066          |
| Physical Activity during pandemic   | 2.05                            | 129 | 0.860          | 0.076          |

**Figure 1.** Comparison of the degree of physical activity before and during the pandemic ( $t(129) = 3.700, p < 0.05$ ).



Taking into account the means found in each questionnaire and observing that there are marked differences and a decrease in the degree of physical activity, the categorization of the scores of the Short Version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) for Carrera (2017) and Craig et al. (2003), presented as low, moderate and high, using the Automatic Report Short Version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) by Di Blasio et al. (2016). It is observed that 50.39% maintained a high degree of physical activity before the pandemic, and 32.56% moderate. While, during the confinement due to the Covid-19 pandemic, a decrease in the degrees of high and moderate physical activity is observed with 39.53% and 26.36% respectively. Regarding the low degrees of physical activity, it was found that before the pandemic only 17.05% performed it, increasing this situation to up to 34.11% (figure 2).

**Figure 2.** Level of physical activity before and during the pandemic by category low, moderate or high.



## Discussion

The objective of this study was to determine the degree of physical activity of university teachers before and during the Covid-19 pandemic. The results show that 50.39% of teachers before the pandemic maintained a high degree of physical activity, while during confinement they presented a lower degree of physical activity, decreasing to only 39.53%. On the other hand, it was observed that before the pandemic, 17.3% of the teachers surveyed had a low degree of physical activity, increasing sedentary lifestyle to 34.11%, that is, 16.81% more people who did not perform physical activity, nor high nor moderate. It can be inferred that teachers decreased or stopped doing physical activity, being more sedentary.

These results are similar to those presented by Rico et al. (2020), where, when analyzing the habits of physical activity and state of health during the confinement by Covid-19, finding low levels of physical activity during the pandemic and coupled with this, high levels of stress. Similarly, in the study by Flores et al. (2021), on the analysis of the degree of physical activity, stress with the body mass index in university teachers in a pandemic, it was found that university teachers presented a lower degree of physical activity during the pandemic, in contrast to the high activity level before lockdown. On the other hand, Ortiz and Villamil (2020), found that the regular practice of physical activity is necessary to face the current situation of the pandemic, since it helps not only to maintain good physical and mental health during the period of social isolation and confinement, but also seems to offer a better response to contagion by Covid-19, reducing the risk of mortality. Curay et al. (2021), mentions that the practice of physical activity is a primary factor to improve people's quality of life. In addition, if this is practiced regularly, it reduces the risk of acquiring non-communicable diseases, favoring physical functionality, self-esteem, improvement of cognitive processes, such as capture, encode, store and work with information from outside and inside the person, thus helping to better adapt to the social environment. On the other hand, Brooks et al. (2020), refers to the fact that isolation and loneliness in periods of quarantine are associated with fear, anguish, irritability, insomnia, and increased emotional and mood disorders, such as anxiety and depression. However, these negative aspects can be mitigated through the practice of physical activity.

## Conclusion

The objective of this study was to determine the degree of physical activity of university teachers before and during the Covid-19 pandemic. The results show the negative influence of the Covid-19 pandemic on people's levels of physical activity. The teachers of the Faculty of Physical Culture Sciences of the Autonomous University of Chihuahua state that they have

carried out more physical activity BEFORE the confinement process than DURING it. Those who performed physical activity to a lesser degree before the pandemic showed an even greater decrease in it during confinement. Teachers with moderate degrees of physical activity before this process were affected, also decreasing the practice of physical activity, and those who had high degrees of physical activity before confinement, during this also presented lower values. Globally, significant differences are observed between the degree of physical activity before and during the COVID-19 pandemic, confirming that this process did influence people's recreational, leisure and physical activity aspects. The Covid-19 not only wreaked havoc on health, but had negative effects on the practice of physical activity, modifying healthy lifestyles and leaving possible effects on physical and mental health as a consequence. Although it cannot be generalized that worldwide the degree of physical activity before and during the pandemic was similar to the results obtained in this study; Scientific information can be shown on the negative effects of the confinement process by COVID-19, on the degree of physical activity in a population of Mexican teachers.

#### References:

1. Álvarez, R., & Harris, P. (2020). COVID-19 en América Latina: Retos y oportunidades. *Revista chilena de pediatría*, 91(2), 179-182. doi:10.32641/rchped.vi91i2.215
2. Baena, S., Tauler, P., Aguiló, A., & García, O. (2021). Physical activity recommendations during the COVID-19 pandemic: a practical approach for different target groups. *Nutrición Hospitalaria*, 38(1), 194-200.
3. Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The Lancet*, 395(10227), 912-920. doi:10.1016/S0140-6736(20)30460-8
4. Camacho, A., Camacho, M., Merellano, E., Trapé, Á., & Brazo, J. (2020). Influencia de la actividad física realizada durante el confinamiento. *Revista Española de Salud Pública*, 94(12), 1-9.
5. Carrera, Y. (2017). Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). *Revista Enfermería Del Trabajo*, 7(11), 49-54. doi:10.1016/j.nefrol.2016.11.002
6. Cossio-Bolaños, M. A. (2021). Factores que ayudan a la práctica de actividad física en cuarentena. *Revista peruana de ciencias de la actividad física y del deporte*, 8(3), 1169- 1170.
7. Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., & Oja, P. (2003). International physical activity

- questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 35(8), 1381-1395. doi:10.1249/01.Mss.0000078924.61453.Fb
8. Cruz-Ausejo, L., & Vera-Ponce, V. (2021). Actividad física y aplicaciones móviles, recomendaciones para el trabajador remoto durante la pandemia por SARS-CoV-2. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*. 19. 406-08. 10.47626/1679-4435-2021-725.
  9. Curay, P.(2021). La actividad física como factor preventivo del COVID-19 en el adulto mayor. Obtenido de Polo del Conocimiento: *Revista científico-profesional*, 6(6) 713-729. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016968>
  10. Di Blasio, A., Di Donato, F., & Mazzocco, C. (2016). the automatic calculation of data from IPAQ (Version Excel) [Software PC]. Endocrinology Unit, Department of Medicine and Aging Sciences, G. d'Annunzio University of Chieti-Pescara, Italy.: IPAQ. Retrieved from <https://docs.google.com/a/uach.mx/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmx0aGVpcGFxfGd4OjliNTAxOTlhNmE5OGVmZA>
  11. Flores, A., Coila, D., Ccopa, S., Yapuchura, C. R., & Pino, Y. M. (2021). Actividad física, estrés y su relación con el índice de masa corporal en docentes universitarios en pandemia. *Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, 12(3), 175–185 doi:10.33595/2226-1478.12.3.528
  12. Gallegos, C., Esparza, V., Poblete Valderrama, F., Carrillo-Sánchez, L., Mena, Q., Chaparro, B., & Juan, R.-H. (2020). Hábitos de actividad física y estado de salud durante la pandemia por COVID-19. *Espacios*, 41(42), 1-10. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n42p01>
  13. García-Tascón, M., Mendaña-Cuervo, C., Sahelices-Pinto, C., & Magaz-González, A. M. (2021). Repercusión en la calidad de vida, salud y práctica de actividad física del confinamiento por Covid-19 en España. *Retos*, 42, 684-695. doi: <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.88098>
  14. Gómez-Montón, F., & Royo-Sancho, R. (2020). Actividad física, hábitos saludables e impartición de clase por docentes de educación física durante el confinamiento. *Actividad física y deporte: ciencia y profesión*, 33, 37-55.
  15. González, R. (2021). *Deporte, bienestar y la pandemia del covid-19*. Nota técnica Conferencias interamericana de seguridad social. Mexico.
  16. Mateu, P., & Rodrigues Marques, R. F. (2020). Ejercicio físico en tiempos de aislamiento social: Una reflexión bourdieusiana sobre gustos y distinción. *Sociología Del Deporte*, 1(1), 51–60. <https://doi.org/10.46661/socioldeporte.4935>



17. Ortiz, J. E., & Villamil, A.(2020). Beneficios de la práctica regular de actividad física y sus efectos sobre la salud para enfrentar la pandemia por Covid-19: una revisión sistemática. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, 14(53), 105-132 doi:<https://doi.org/10.26457/recein.v14i53.2679>
18. Sánchez-Villena, A. R., & De La Fuente-Figuerola, V. (2020). COVID-19: cuarentena, aislamiento, distanciamiento social y confinamiento, ¿son lo mismo? *Anales de Pediatría*, 93(1), 73-74. doi:10.1016/j.anpedi.2020.05.001
19. Sandín, B., Valiente, R. M., García-Escalera, J., & Chorot, P. (2020). Impacto psicológico de la pandemia de COVID-19: Efectos negativos y positivos en población española asociados al periodo de confinamiento nacional. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 25(1), 1–22. <https://doi.org/10.5944/rppc.27569>
20. Wilder-Smith, A., & Freedman, D. (2020). Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak. *Journal of Travel Medicine*, 27(2). <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa020>. doi:10.1093/jtm/taaa020



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Prospection, Enquête et Collectes des Accessions de Poivron (*Capsicum annum L.*) Cultivés dans la Région de Diffa, Niger**

***Moussa Diagara Saley***

***Harouna Issa Amadou***

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

***Kaka Kiari Boukar Kéllou***

***Moussa Mamoudou Boubacar***

Université de Diffa, Niger

***Grema Moustapha***

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

***Mahamane Ali***

Université Abdou Moumouni de Niamey, Université de Diffa, Niger

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n3p189](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p189)

Submitted: 19 September 2022

Accepted: 29 January 2023

Published: 31 January 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Saley M.S., Amadou H.I., Kéllou K.K.B., Boubacar M.M., Moustapha G. & Ali M. (2023). *Prospection, Enquête et Collectes des Accessions de Poivron (Capsicum annum L.) Cultivés dans la Région de Diffa, Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (3), 189.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n3p189>

### **Résumé**

Au Niger, particulièrement dans la région de Diffa, le poivron est la spéculacion la plus cultivée et la plus commercialisée, représentant ainsi le poumon économique de la région. Pour accroître la production et prévenir toute érosion génétique, des connaissances sur la diversité génétique et les pratiques paysannes de la gestion du poivron sont nécessaires. C'est ainsi qu'une prospection suivie de collecte de graines a été effectuées dans toute la région de Diffa. La méthode d'obtention des données et de collecte des accessions à consister en des entretiens directs avec les paysans et les commerçants du poivron aléatoirement choisis dans les villages ou sites d'exploitations. Le géo référencement de tous les sites/villages visités a été effectué et une carte est établie. Dix-neuf (19) sites (ou villages) ont été prospectés à travers la région et cinquante un (51) accessions collectées. L'étude révèle que la culture du poivron est plus pratiquée par la classe d'âge moins avancée (18-45 ans) avec une fréquence qui varie de 50% (Diffa) à 77%

(Nguigmi). Cette culture est pratiquée majoritairement par les hommes dans toutes les zones prospectées. Les résultats montrent également que les « kanuri » sont majoritairement producteurs de cette spéculation avec une fréquence qui varie de 84% (Nguigmi) à 100% (Bosso et Diffa). La culture est en régression dans certaines localités (Département de Diffa, de Bosso et de Maine Soroa) compte tenu des certaines contraintes biotiques (ravageurs) et abiotiques (inondation, insécurité). A la fin, du matériel pour les programmes d'amélioration du poivron est disponible au Niger.

---

**Mots-clés:** *Capsicum annuum* L., prospection, collecte, Accessions, Diffa, Niger

---

## **Exploration, Survey and Collection of Pepper Accessions (*Capsicum annuum* L.) Cultivated in the Region of Diffa, Niger**

*Moussa Diagara Saley*

*Harouna Issa Amadou*

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

*Kaka Kiari Boukar Kéllou*

*Moussa Mamoudou Boubacar*

Université de Diffa, Niger

*Grema Moustapha*

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

*Mahamane Ali*

Université Abdou Moumouni de Niamey, Université de Diffa, Niger

---

### **Abstract**

In Niger, particularly in the Diffa region, bell pepper is the most cultivated and marketed crop, thus representing the economic lung of the region. To increase production and prevent genetic erosion, knowledge of genetic diversity and farmers' practices is needed. Thus, a survey followed by seed collection was conducted throughout the Diffa region. The method of obtaining data and collecting accessions consisted of direct interviews with farmers and bell pepper traders randomly selected in the villages or farmers sites. Geo-referencing of all the sites/villages visited has been carried out and a map was established. Nineteen (19) sites (or villages) were surveyed across the region and fifty-one (51) accessions collected. The study revealed that bell pepper cultivation is more common among the younger age group (18-45 years) with a frequency that varies from 50% (Diffa) to 77% (Nguigmi). This

crop is grown mainly by men in all the zones surveyed . The results also showed that the "kanuri" are the main producers of this crop with a frequency that varies from 84% (Nguigmi) to 100% (Bosso and Diffa). Production is declining in some localities (Departments of Diffa, Bosso and Maine Soroa) due to certain biotic (pests) and abiotic (flooding, insecurity) constraints. Finally, materials for bell pepper improvement programs are available in Niger.

---

**Keywords:** *Capsicum annuum* L., prospection, collection, Accessions, Diffa, Niger

## Introduction

Le poivron (*Capsicum annuum* L.) est une espèce de la famille des Solanaceae qui regroupe d'autres espèces comme la tomate, l'aubergine et la pomme de terre (Eric *et al.*, 2020). C'est une plante herbacée annuelle (Segnou *et al.*, 2012 ; Fernando *et al.*, 2016), qui est présente sur tous les continents (Eric *et al.*, 2020). Le poivron est une plante polyvalente utilisé soit comme épice, soit comme légume-fruit dans la plupart des mets (Bosland *et al.*, 2001). Les feuilles, les fruits et les racines sont utilisés dans la préparation des sauces. Parmi les légumes c'est la deuxième solanacée la plus importante au monde après la tomate (Hasan *et al.*, 2014). Sa poudre communément appelée paprika est un condiment largement consommé dans le monde. A cause de sa saveur plus ou moins piquante des certaines variétés, le poivron est utilisé comme condiment pour relever le goût des aliments et stimuler l'appétit, rehausser la saveur des aliments, généralement les viandes (Kouassi, 2012). Il est aussi utilisé à des fins industrielles, avec plusieurs applications, comme colorant naturel dans l'industrie alimentaire principalement à corriger, voire à renforcer la couleur des denrées alimentaires ou pour fournir un certain assaisonnement (Dixita *et al.*, 2015). Le poivron (*Capsicum annuum* L.) est également utilisé dans les industries pharmaceutiques et cosmétiques (Materska *et al.*, 2015). L'agro-industrie du poivron a aussi une grande importance socio-économique, car elle englobe l'agriculture familiale ainsi que les petites industries familiales, moyennes et même multinationales (Finger *et al.*, 2012 ; Ulhoa *et al.*, 2014 ; Rêgo *et al.* 2015).

Au Niger, le poivron (*Capsicum annuum* L.) est cultivé dans toutes les régions sur une superficie de 9 876,75 ha et sa production est estimée à 193 106,43 tonnes. Il est essentiellement produit dans les régions de Diffa, Maradi, Tahoua, Zinder. Mais la forte production est observée dans la région de Diffa (MAE, 2018). Dans cette dernière, le poivron constitue une source de revenus monétaires appréciables pour quelques 6.000 exploitants, et une population agricole d'environ 25.000 à 30.000 personnes (CRA/D, 2016). Comparativement à la production de certaines régions du Niger, la production

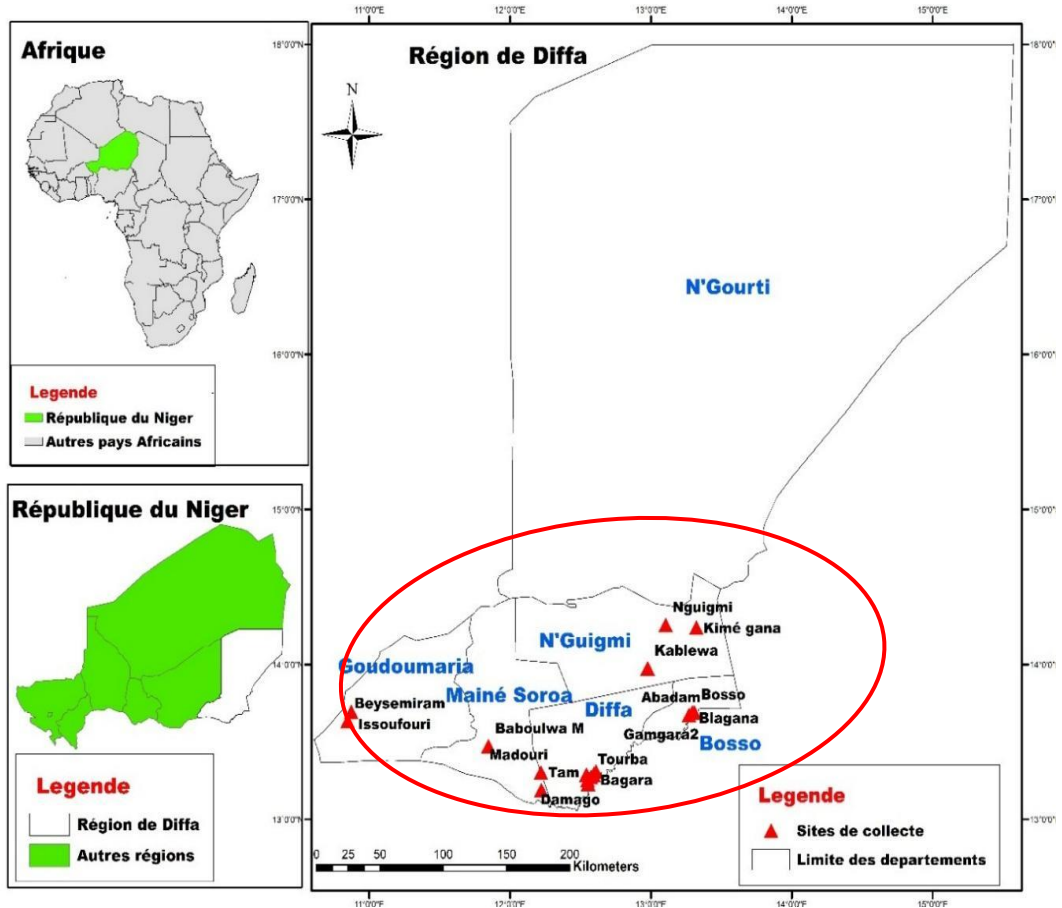
de poivron de la région de Diffa représente 80% de la production nationale (RECA, 2005), soit environ 10.000 tonnes, représentant une valeur de 7 à 10 milliards de francs par année (CRA/D, 2016).

Cette spéculation constitue ainsi une source importante de devises qui améliore par conséquent le pouvoir d'achat et le niveau de vie des producteurs. Cependant, La filière de poivron, poumon économique de la région, rencontre des difficultés liées à la baisse de la production. Très peu d'informations disponibles sur l'état de la culture dans la zone et pour prévenir un appauvrissement génétique ou même une disparition des variétés locales, une prospection dans différentes localités de production de la région s'avère nécessaire. La présente étude vise à répertorier les pratiques paysannes de gestion du poivron, collecter les différentes accessions cultivées dans la région et répertorier les contraintes liées à cette culture.

## **1. Matériel et Méthodes**

### **Zone de collecte**

La prospection et la collecte des accessions de poivron ont été réalisées dans la région de Diffa du sud-ouest au sud-est. Cette région est caractérisée par deux zones agro-écologiques, une zone sahélienne et une zone sahélo-saharienne, avec une formation pédologique variable. Cinq (5) départements ont été prospectés (Ce sont les Départements de production de poivron) il s'agit des départements de Goudoumaria, de Mainé Soroa, de Diffa, de Bosso et de N'guigmi. Plusieurs sites/villages de culture de cette espèce ont été prospectés à travers les différents départements à partir des informations recueillies lors d'enquêtes préliminaires établies auprès des services techniques agricoles de la région de Diffa (Direction Régionale d'Agriculture, Chambre Régionale d'Agriculture). Deux (2) missions de prospection et de collecte ont été réalisées. Une première mission en novembre 2020 pour prospecter le département de Goudoumaria, de Mainé Soroa et de Diffa, et une deuxième mission en juin 2021 pour le département de Bosso et de N'guigmi. La prospection et collecte ont concerné dix-neuf (19) sites/villages repartis dans les 5 départements à travers la région (Figure 1).



**Figure 1.** Les différents sites des départements sillonnés lors de la prospection et collecte des données de la région de Diffa

### Méthodes de collecte

La méthode d'obtention des données et de collecte des accessions a consisté en des entretiens directs avec les paysans et les commerçants du poivron, aléatoirement choisis dans les différents sites/villages prospectés. Cette méthode d'enquête est basée sur une liste de questions préalablement établies. Le questionnaire a été élaboré en tenant compte des objectifs attendus de l'enquête. Il concerne l'identification des producteurs du poivron, les informations sur les itinéraires techniques du poivron, les contraintes liées à la culture, la commercialisation des fruits, l'origine des semences cultivées. Une fiche de renseignement portant le nom du village (ou site) a été attribuée à chaque lot d'accession collectée. Les différentes accessions collectées sont ensuite mises dans des enveloppes étiquetées. Ces accessions ont été collectées soit dans le stock semencier du producteur, soit au marché du poivron de la région, soit au niveau des organisations paysannes.

## Analyse et traitement des données

Les fiches d'enquêtes ont fait l'objet d'un dépouillement manuel. Le Tableur Microsoft Office Excel a été utilisé pour traiter et analyser les données. Le logiciel Arc GIS version 10.3 a été utilisé pour la cartographie en utilisant les coordonnées des sites/villages prospectés.

## 2. Résultats et Discussion

### 2.1. Résultats

#### Bilan des prospections

Au total 150 paysans/commerçants ont été enquêtés dans les 5 départements de culture de poivron de la région de Diffa. Soit une moyenne des 30 paysans par département. L'échantillonnage a porté sur 51 accessions. Le tableau 1 montre les accessions collectées et coordonnées géographiques des sites prospectés dans les différents départements.

**Tableau 1.** Accessions collectées et coordonnées géographiques des sites prospectés dans les différents départements

| N° | Accessions | Départements | Villages/sites   | Latitude   | Longitude  |
|----|------------|--------------|------------------|------------|------------|
| 1  | Bo-001     | Bosso        | Bosso            | N13°41'53" | E13°18'40" |
| 2  | Bo-002     | Bosso        | Bosso            | N13°41'53" | E13°18'40" |
| 3  | Bo-003     | Bosso        | Bosso            | N13°41'53" | E13°18'40" |
| 4  | Bo-004     | Bosso        | Bosso            | N13°41'53" | E13°18'40" |
| 5  | Bo-005     | Bosso        | Blagana          | N13°41'46" | E13°17'58" |
| 6  | Bo-006     | Bosso        | Blagana          | N13°41'46" | E13°17'58" |
| 7  | Bo-007     | Bosso        | Blagana          | N13°41'46" | E13°17'58" |
| 8  | Bo-008     | Bosso        | Gamgara1         | N13°40'47" | E13°16'22" |
| 9  | Bo-009     | Bosso        | Gamgara2         | N13°40'47" | E13°16'22" |
| 10 | Bo-010     | Bosso        | Abadam           | N13°40'47" | E13°16'22" |
| 11 | Di-011     | Diffa        | Damago           | N13°15'27" | E12°32'96" |
| 12 | Di-012     | Diffa        | Loumbouram       | N13°13'82" | E12°33'27" |
| 13 | Di-013     | Diffa        | Loumbouram       | N13°13'82" | E12°33'27" |
| 14 | Di-014     | Diffa        | Loumbouram       | N13°13'82" | E12°33'27" |
| 15 | Di-015     | Diffa        | Kourou<br>Saleri | N13°17'42" | E12°32'51" |
| 16 | Di-016     | Diffa        | Kourou<br>Saleri | N13°17'42" | E12°32'51" |
| 17 | Di-017     | Diffa        | Madouri          | N13°18'18" | E12°33'13" |
| 18 | Di-018     | Diffa        | Madouri          | N13°18'18" | E12°33'13" |
| 19 | Di-019     | Diffa        | Madouri          | N13°18'18" | E12°33'13" |
| 20 | Di-020     | Diffa        | Bagara<br>Marché | N13°17'45" | E12°35'53" |
| 21 | Di-021     | Diffa        | poivron          | N13°18'58" | E12°36'57" |

|    |        |             |            |            |            |
|----|--------|-------------|------------|------------|------------|
|    |        |             | Marché     |            |            |
| 22 | Di-022 | Diffa       | poivron    | N13°18'58" | E12°36'57" |
| 23 | Di-023 | Diffa       | Tourba     | N13°16'51" | E12°34'43" |
| 24 | Di-024 | Diffa       | Tourba     | N13°16'51" | E12°34'43" |
| 25 | Go-025 | Goudoumaria | Issoufour  | N13°41'66" | E10°52'36" |
| 26 | Go-026 | Goudoumaria | Issoufour  | N13°41'66" | E10°52'36" |
| 27 | Go-027 | Goudoumaria | Beysemiram | N13°38'08" | E10°50'79" |
| 28 | Go-028 | Goudoumaria | Beysemiram | N13°38'08" | E10°50'79" |
| 29 | Ma-029 | Mainé Soroa | Baboulwa M | N13°28'40" | E11°50'80" |
| 30 | Ma-030 | Mainé Soroa | Baboulwa M | N13°28'40" | E11°50'80" |
| 31 | Ma-031 | Mainé Soroa | Tam        | N13°11'40" | E12°13'33" |
| 32 | Ma-032 | Mainé Soroa | Tam        | N13°11'40" | E12°13'33" |
| 33 | Ma-033 | Mainé Soroa | Tam        | N13°11'40" | E12°13'33" |
| 34 | Ma-034 | Mainé Soroa | Tam        | N13°11'40" | E12°13'33" |
| 35 | Ng-035 | N'guigmi    | Nguigmi    | N14°15'29" | E13°06'27" |
| 36 | Ng-036 | N'guigmi    | Nguigmi    | N14°15'29" | E13°06'27" |
| 37 | Ng-037 | N'guigmi    | Nguigmi    | N14°15'29" | E13°06'27" |
| 38 | Ng-038 | N'guigmi    | Nguigmi    | N14°15'29" | E13°06'27" |
| 39 | Ng-039 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 40 | Ng-040 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 41 | Ng-041 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 42 | Ng-042 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 43 | Ng-043 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 44 | Ng-044 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 45 | Ng-045 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 46 | Ng-046 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 47 | Ng-047 | N'guigmi    | Kimé gana  | N14°14'32" | E13°19'35" |
| 48 | Ng-048 | N'guigmi    | Kablewa    | N13°58'57" | E12°58'59" |
| 49 | Ng-049 | N'guigmi    | Kablewa    | N13°58'57" | E12°58'59" |
| 50 | Ng-050 | N'guigmi    | Kablewa    | N13°58'57" | E12°58'59" |
| 51 | Ng-051 | N'guigmi    | Kablewa    | N13°58'57" | E12°58'59" |

**Bo** : Bosso, **Di** : Diffa ; **Go** : Goudoumaria ; **Ma** : Mainé soroa ; **Ng** : N'guigmi

Le tableau 2 fait ressortir la répartition globale des différentes accessions collectées à travers 5 départements de la région.

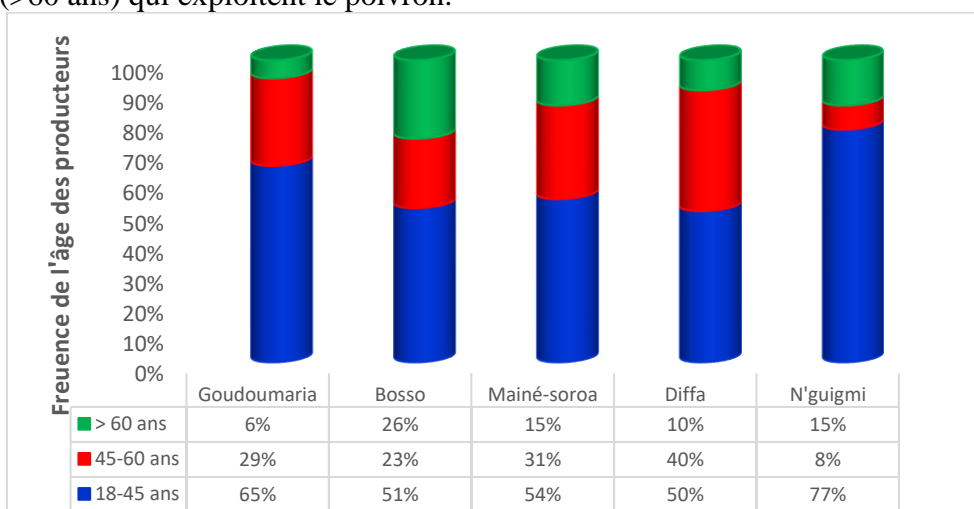


**Tableau 2.** Nombre de sites prospectés par département et nombre d'accessions collectées

| Départements | Nombre de sites/villages | Nombre d'accessions collectées |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|
| Bosso        | 5                        | 10                             |
| Diffa        | 7                        | 14                             |
| Goudoumaria  | 2                        | 4                              |
| Mainé soroa  | 2                        | 6                              |
| N'guigmi     | 3                        | 17                             |
| <b>Total</b> | <b>19</b>                | <b>51</b>                      |

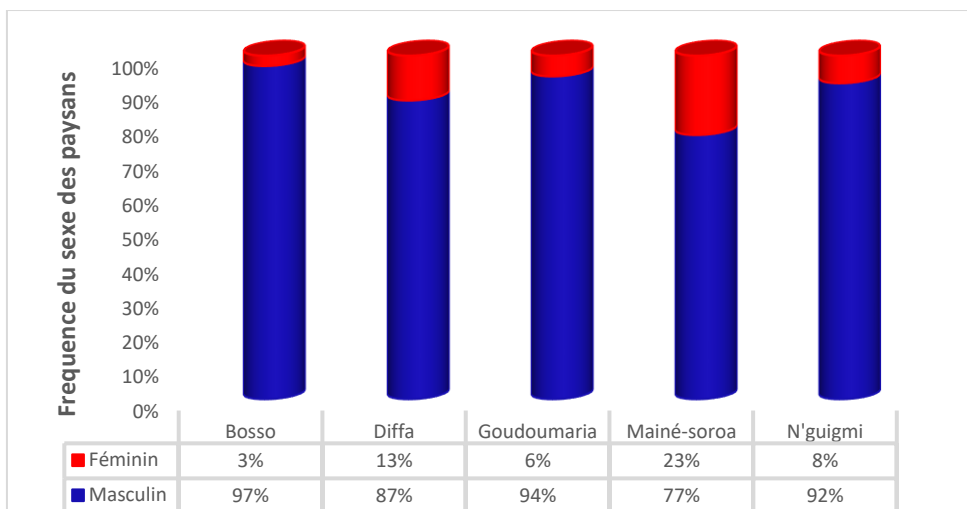
### Répartition des exploitants par sexe et modes de culture du poivron

La figure 2 montre la répartition par âge des différents départements. En effet, la majorité des individus questionnés sont âgés en moyenne de 18 à 45 ans, avec des fréquences qui varient de 50% (département de Diffa) à 77%(département de N'guigmi). Par contre, les enquêtés dont l'âge moyen est compris entre 45 à 60 ans sont majoritaires à Diffa (40%) et à Mainé soroa (31%). Cependant, le département de Bosso présente plus de personnes âgées (>60 ans) qui exploitent le poivron.



**Figure 2.** Répartition par classe d'âge des producteurs questionnés

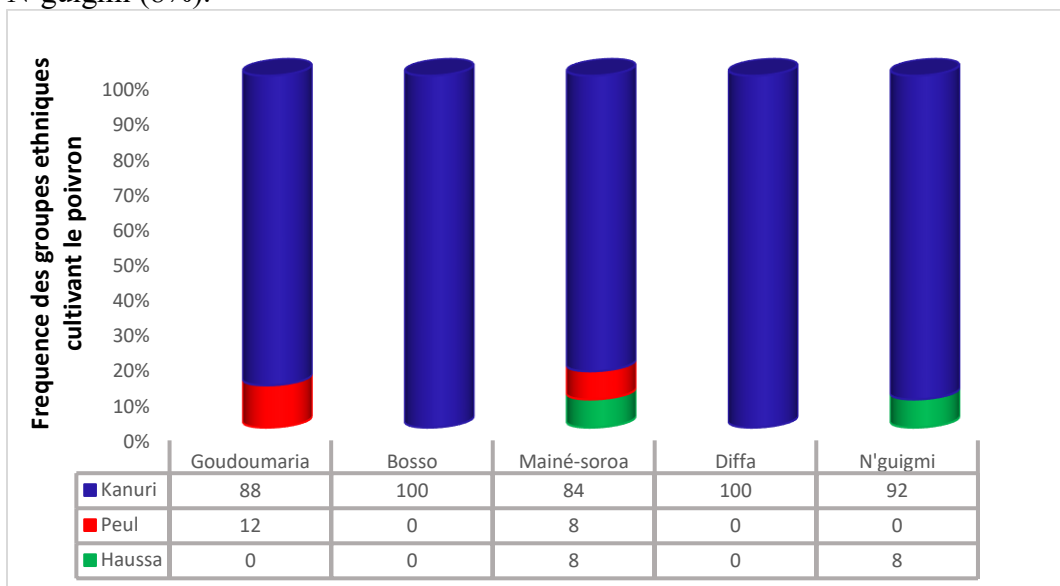
L'analyse de la figure 3 fait ressortir que dans la région de Diffa, la culture du poivron est en majorité pratiquée par des hommes, avec des proportions relativement très faibles des femmes. En effet, les proportions des hommes pratiquant cette culture varient entre 77% (département de Mainé soroa) à 97% (département de Bosso). Par contre les proportions des femmes varient entre 23% (département de Mainé soroa) à 3% (département de Bosso).



**Figure 3.** Répartition par sexe des producteurs questionnés en fonction de département

### Répartition des producteurs par groupes ethnolinguistiques

Selon les résultats de cette enquête, la culture de poivron est pratiquée exclusivement par trois (3) groupes ethniques (Kanuri, haoussa et peul) dans la région de Diffa (Figure 4). Les kanuri cultivent le poivron dans tous les départements prospectés avec une proportion de 84% (Mainé soroa) à 100% (Bosso). Ensuite, les peuls pratiquent cette culture exclusivement dans deux (2) départements à savoir le département de Goudoumaria (12%) et de Mainé soroa (8%). Et enfin les haoussas dans le département Mainé soroa (8%) et N'guigmi (8%).



**Figure 4.** Répartition des producteurs par groupes ethniques et par département

### Etat de la culture du poivron dans la région

L'analyse des résultats obtenus auprès des producteurs enquêtés montre que le nombre de ces derniers a diminué dans trois (3) départements sur cinq (5) prospectés (figure 5). Les proportions varient entre 96% (département de Bosso) à 69% (département de Mainé soroa) (Figure 5). Par contre, la culture du poivron est en augmentation significative dans le département de Goudoumaria (82%) et de N'guigmi (61%) contre une régression de 96 et 92% dans les départements de Bosso et Diffa, respectivement.

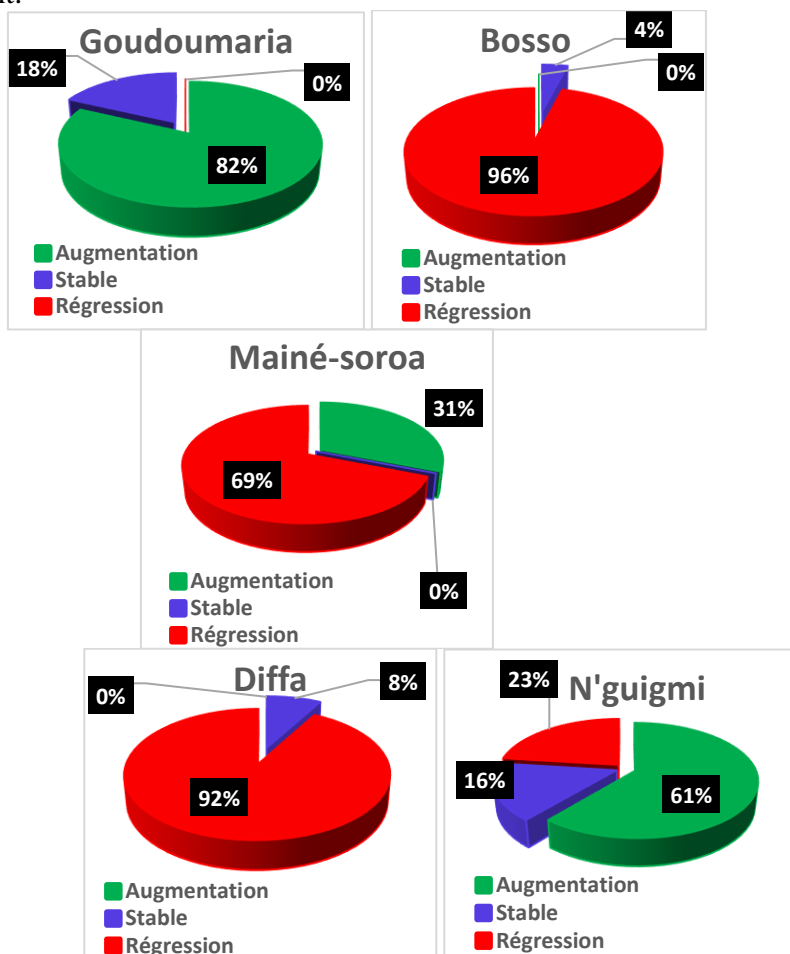
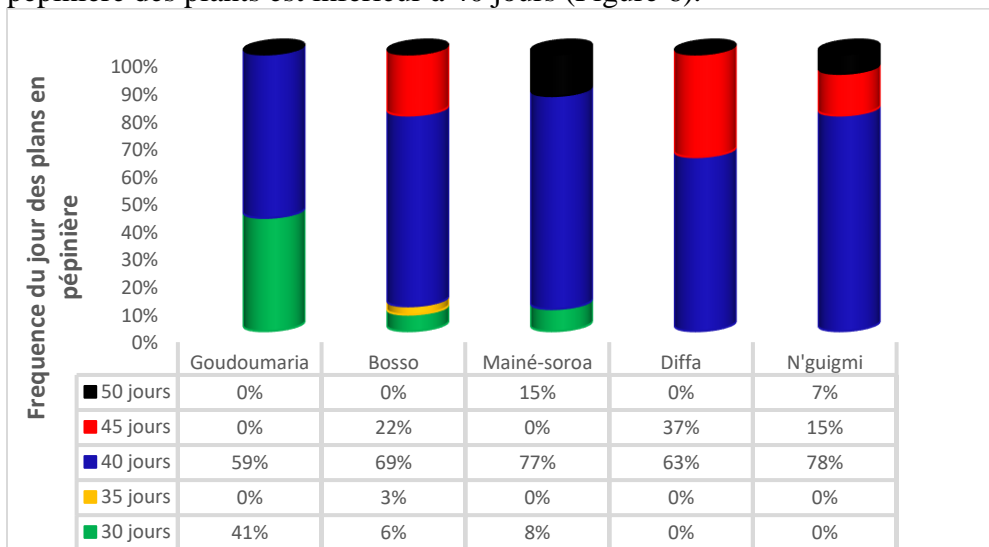


Figure 5. Répartition par département de l'état de culture

### Variation du nombre des jours des plants en pépinière

L'analyse des données de cette enquête montre que le séjour en pépinière des plants du poivron est de 40 jours chez la majorité des producteurs (Figure 6). En effet, les proportions sont de 59%, 69%, 77%, 63%, 78% respectivement dans les départements de Goudoumaria, Bosso, Mainé Soroa,

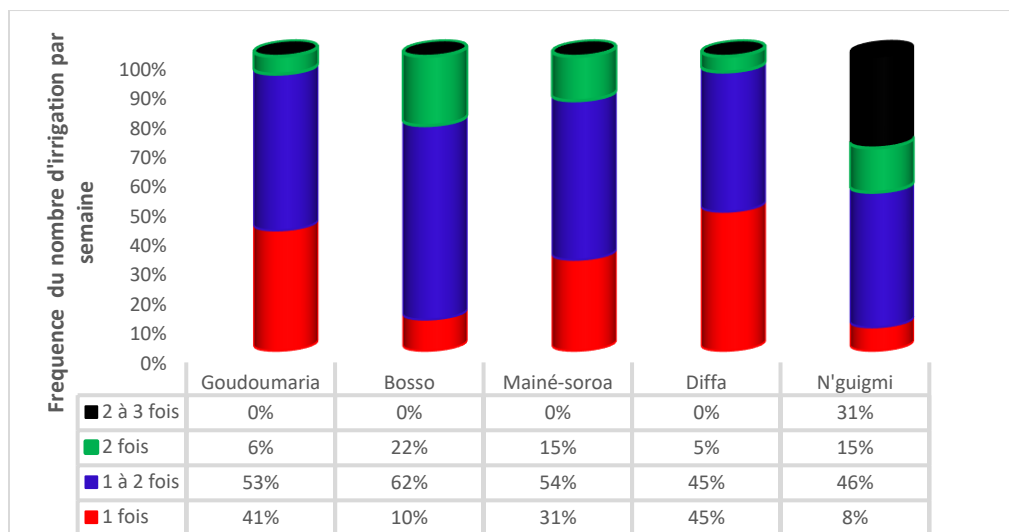
Diffa et N'guigmi. Néanmoins, chez certains producteurs le séjour en pépinière des plants est inférieur à 40 jours (Figure 6).



**Figure 6.** Répartition par département du séjour des plants en pépinière

### Fréquence d'irrigation chez les producteurs

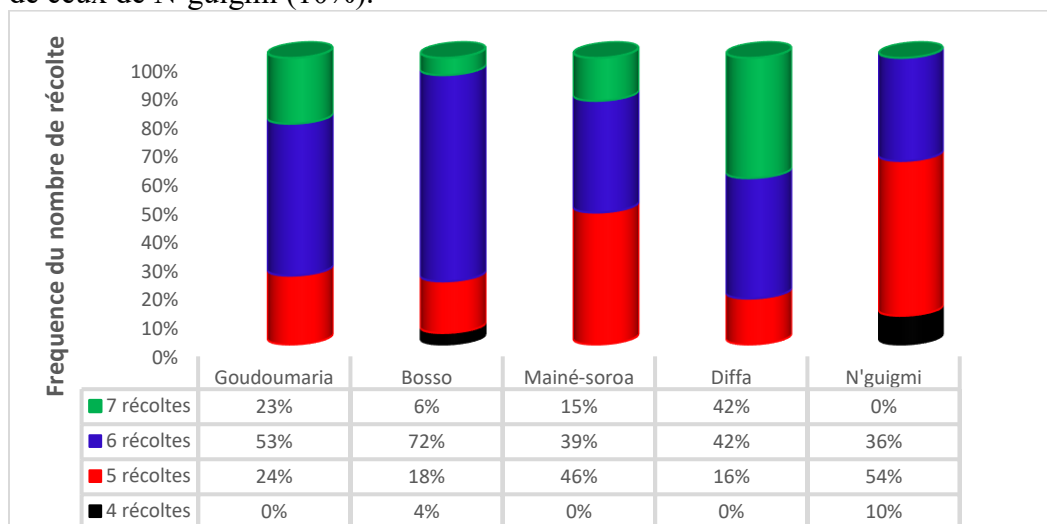
La fréquence d'irrigation des champs chez les producteurs du poivron varie en fonction du stade de développement des plants du poivron mais aussi des conditions pédoclimatiques. Les données de l'enquête montrent que dans tous les départements prospectés, une large partie des producteurs irriguent les champs une (1) à deux (2) fois par semaine (Figure 7). En effet, les proportions d'irrigation varient de 62% (département de Bosso) à 45% (département de Diffa). Souvent certains producteurs dont les proportions varient entre 45% (département de Diffa) à 8% (département de N'guigmi) irriguent exclusivement une (1) fois par semaine. Par contre, la fréquence de deux (2) fois par semaine est faible et varie de 5% (département de Diffa) à 22% (département de Bosso). Enfin 31% des producteurs (département de N'guigmi) irriguent deux (2) à trois (3) fois par semaine.



**Figure 7.** Répartition du nombre d'irrigation par semaine au niveau des départements

### Nombres des récoltes de poivron chez les producteurs

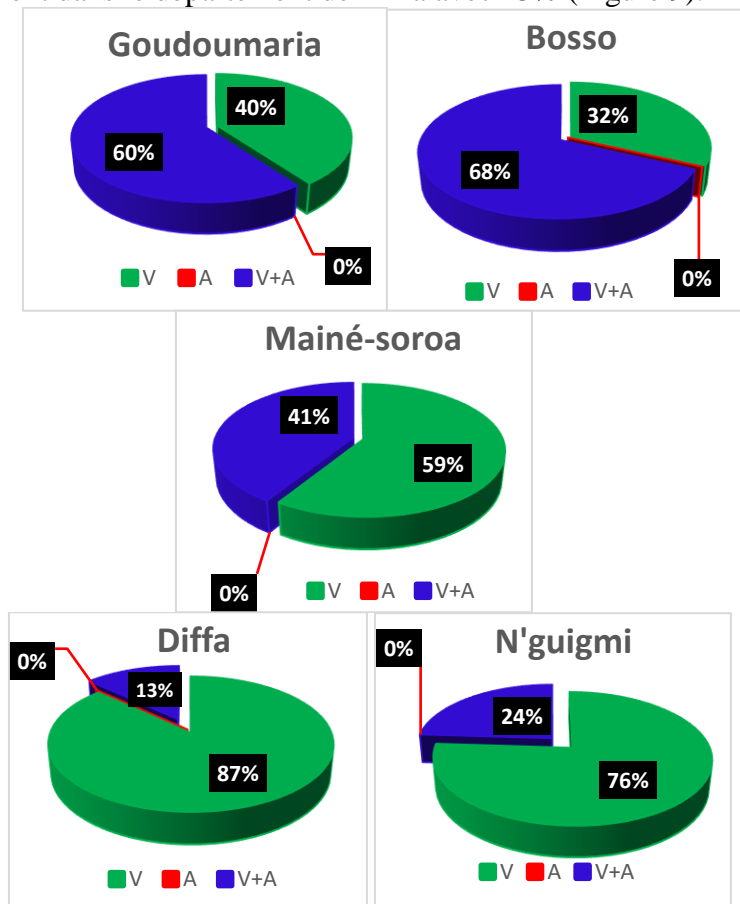
Le résultat des enquêtes montre une variation du nombre de récoltes du poivron par cycle. Ce nombre varie de 4 à 7 selon le département (Figure 8). En effet, les proportions des producteurs qui font 7 récoltes varient entre 42% (département de Diffa) à 6% (département de Bosso). Les fréquences de ceux qui font 6 récoltes sont de 72%, 53%, 42%, 39% et 36% pour le département de Bosso, Goudoumaria, Diffa, Mainé Soroa, et N'guigmi, respectivement. Cependant, le plus faible nombre de récoltes par cycle (4 récoltes) est observé chez les producteurs du département de Bosso (4%) suivi de ceux de N'guigmi (10%).



**Figure 8.** Proportion du nombre des récoltes par cycle et par département

### Destination de la production post-récolte et utilisation du poivron

Il faut noter que la production (en fruit) post récolte est soit vendue, consommée, ou les deux à la fois. La grande partie de cette production est vendue dans le département de Diffa (87%) et moins dans le département de Bosso (32%). Par contre, la production destinée à la vente et l'autoconsommation est plus observée dans le département de Bosso (68%) et très faiblement dans le département de Diffa avec 13% (Figure 9).



**Figure 9.** Proportion selon l'usage des fruits après la récolte  
 V = Vente ; A = Autoconsommation ; V+A=Vente +Autoconsommation

En générale dans la région de Diffa le poivron est conditionné et commercialisés sous forme séchée dans des sacs en jute. Néanmoins, une petite partie est commercialisée sous forme fraîche. En effet, les proportions des fruits secs commercialisés varient de 70% (Bosso) à 100% (Goudoumaria) Contre une commercialisation à fruits frais dans les marchés locaux qui varie de 15% dans le département de N'guigmi à 30% dans celui de Diffa (Figure 10).

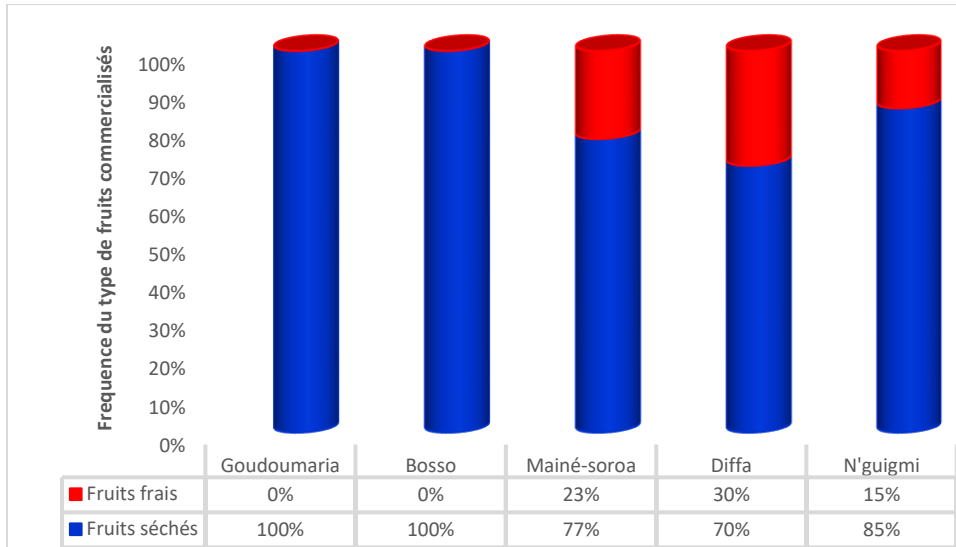


Figure 10. Proportion par département du type de fruits (frais/séchés) commercialisés

### Aspect économique

Le prix du sac de poivron sec sur les marchés de la région de Diffa varie d'une année à l'autre en fonction de la période de vente de l'année, mais aussi de la disponibilité du produit en quantité et en qualité. Ainsi la figure 11 renseigne les prix du sac de poivron sec d'environ 17 kg des différents départements. En effet, le prix du sac de poivron sec varie de 11 000 FCFA à 45 000 dans la région de Diffa. Le prix moyen le plus élevé a été observé à Goudoumaria (32 000 à 40 000 FCFA) et le plus faible à N'guigmi qui est de 11 000 à 44 000 FCFA en 2021.

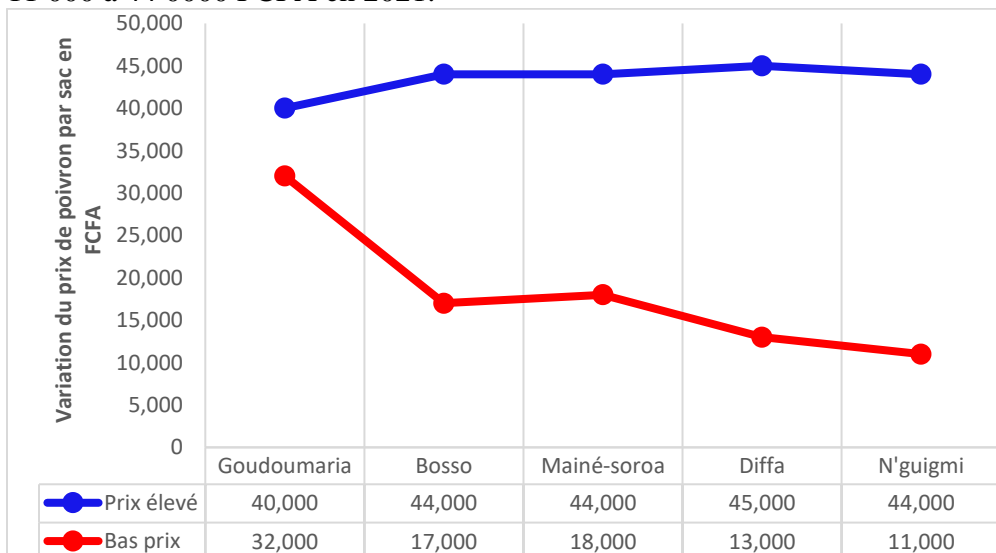


Figure 11. Variation du prix de sac de poivron sec par départements

### Contraintes liées à la culture du poivron

Dans la région de Diffa, la culture du poivron est confrontée à un certain nombre de contraintes biotiques et abiotiques. Les résultats de l'enquête montrent que l'insécurité et les inondations ont beaucoup impacté la culture du poivron dans certains départements de la région. Les inondations ont été observées exclusivement dans les départements de Bosso (60%), de Mainé soroa (61%) et Diffa (84%). La fréquence de l'insécurité varie de 30% (N'guigmi) à 100% (Bosso). D'autres contraintes comme le manque des moyens financiers, les maladies et insectes des cultures, le manque d'intrants, et les plantes adventices ont été soulignés par les producteurs avec des proportions plus ou moins élevées d'un département à un autre (Figure 12).

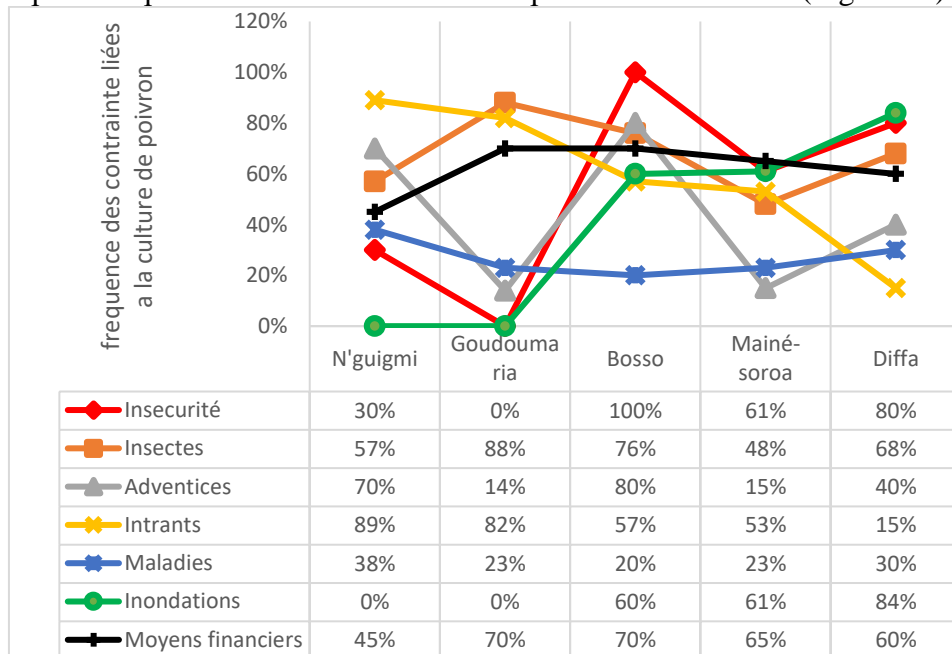


Figure 12. Proportions des contraintes liées à la culture du poivron dans la région de Diffa

### 2.2. Discussion

La prospection de terrain constitue la phase la plus importante pour la sauvegarde des ressources phytogénétiques. Ainsi, dans les cuvettes de Goudoumaria, de Mainé Soroa et dans le département de N'guigmi, on note un très faible taux de culture de cette espèce due à son introduction récente par la Chambre Régionale d'Agriculture et les Services Techniques Agricoles dans ces zones. Par contre, les départements de Diffa, de Bosso et le long de la Komadougou restent l'épicentre de la culture du poivron dans la région de Diffa car elle a une histoire ancienne et surtout à cause de sa meilleure adaptation dans ces zones. Sur les cinq (5) départements avec dix-neuf (19) sites prospectés, cinquante un (51) accessions ont été collectées et cela



permettra à la région de Diffa de disposer de sa propre collection de poivron, moyen d'étudier la diversité génétique de cette culture. Ces résultats corroborent ceux de Bautista, (2009) qui indique aussi la collecte de 54 accession du *pigeonpea* dans 5 localités au Pérou. Par contre ces résultats sont légèrement inférieurs de ceux de Charles *et al*, (2007) dont ses collectes sur niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] ont été réalisées dans 26 villages, avec 58 accessions collectées. Ces différences de résultat peuvent s'expliquer par le fait que la région de Diffa fait face à l'insécurité et que les zones de production sont en parti inaccessible.

Il faut noter que dans les départements de Goudoumaria et N'guigmi, les producteurs de poivron sont jeunes comme en témoigne l'introduction très récente de la culture dans ces deux départements (CRA/D, 2016), mais surtout du fait que la culture du poivron est une activité très exigeante en effort physique et moyens économiques. La pratique de la culture du poivron par des producteurs âgés à Bosso, Diffa et Mainé-Soroa pourrait s'expliquer par le fait que dans ces zones, la culture du poivron est pratiquée depuis plus de vingt cinquante ans (CRA/D, 2016). Ces résultats sont différents de ceux de Yaou (2014) dans une étude réalisée au Kayowa (région de Diffa) qui rapportant que l'âge des producteurs de poivron se situe en général entre 40-60 ans.

Dans la région de Diffa, la culture du poivron est une activité principalement exercée par le genre masculin avec un faible pourcentage de femmes (12%) impliqué dans les activités de production du poivron. La faible implication des femmes dans la production du poivron pourrait être expliquée par le statut foncier, qui traditionnellement donne la primauté aux hommes. La femme dans ces conditions ne peut jouir des lopins de terre qu'en cas de décès de son mari. Néanmoins la femme accomplit quelques tâches, dont l'apport du repas aux champs pour les travailleurs, la participation à certains travaux comme le repiquage et le désherbage, la récolte du poivron et l'enlèvement des pédoncules. Dans ce même ordre idée Yaou (2014) affirme que la femme est très peu impliquée dans les travaux pénibles de production du poivron mais elle la maitresse de la récolte, elle convie ses amies et ses sœurs à cette dernière.

Cette étude montre que la production du poivron est pratiquée majoritairement par le groupe ethnique Kanouri dans toutes les zones de production du poivron. Ceci pourrait être dû au fait que les Kanouri sont majoritairement cultivateurs et ce sont les premiers à s'adonner à la culture du poivron dans la région de Diffa, pendant que les peulhs se donnent aux élevages et les Haoussas aux commerces.

Durant ces dernières décennies, la culture du poivron a fortement régressé dans les départements de Bosso, de Diffa et Mainé-soroa. Cette diminution de la culture du poivron dans ces trois départements pourrait être due aux inondations récurrentes ces dernières années provoquées par les

changements climatiques et aux crises sécuritaires liées aux sectes Boko Haram qui ont contraint les producteurs à se déplacer dans des zones non productives loin de la rivière Komadougou Yobé. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par HEA, (2014) sur les zones de culture de poivron le long de la Komadougou. Par contre, la culture de cette espèce est en plein essor dans le département de Goudoumaria (82%) et de N'guigmi (61%).

En général, le séjour des plants en pépinière chez les cultivateurs du poivron dans la région de Diffa varie entre 30-45 jours avec des producteurs du poivron irriguant leurs champs une (1) à trois (3) fois par semaine. Ces résultats corroborent à ceux de la CRA Diffa en 2016 qui a rapporté que les producteurs de la région de Diffa irriguent en générale leurs champs deux (2) fois par semaine. En revanche ces résultats sont inférieurs de ceux observés par Yaou (2014) par rapport à la durée des plants en pépinière reportant une durée de 45-60 jours. Ces Les résultats des enquêtes montrent que le nombre de récolte varie de 5 à 7 avec une fréquence élevée d'apparition de 6 récoltes par cycle. Ces proportions varient entre 36% (N'guigmi) et 72% (Bosso). Ces résultats sont légèrement supérieurs à ceux observés au Maroc par Hakmaoui et *al.*, (2013) qui ont rapporté que les producteurs du piment rouge font 3 à 5 récoltes voire 6 récoltes par cycle.

Après les récoltes, le poivron est en majorité vendu au marché de la ville de production ou au marché régional de Diffa et une faible proportion est destinée à l'autoconsommation. Des résultats similaires ont été observés par Oumarou en 2005, qui rapporte que « le poivron est une culture de rente dans la région de Diffa, plus de 90% de la production est commercialisée. La part réservée à l'autoconsommation, à la distribution pour diverses raisons (religieuses et coutumières) n'excède guère 3% ».

Le poivron est en général vendu sec à Bosso et à Diffa. Ces résultats confirment ceux de la CRA de Diffa (2016), qui a mentionné que le poivron est vendu sous forme séchée dans des sacs en jutes dans la région de Diffa, mais ne corroborent pas ceux de CRA de Maradi, (2017) qui a rapporté que le poivron est en générale commercialisé sous forme frais dans la région de Maradi. Le prix d'un sac de poivron sec (17 kg) varie de 11 000 à 44 000 FCFA dans la région de Diffa. Ces résultats sont supérieurs à ceux d'Oumarou (2005) qui a rapporté que le sac de 17 Kg à la récolte ne dépasse pas 8.000 FCFA et 3 à 5 mois après la récolte le sac peut atteindre 35.000FCFA. Cette variation peut s'expliquer par le fait que, ces dernières années, le prix du poivron a augmenté dans la région. Toutes les contraintes sont recensées à des proportions relativement variables dans les départements. Ainsi Yaou, (2014) affirme que la culture généralisée et continue du poivron entraîne une très forte pression parasitaire et, malgré des traitements phytosanitaires, des nombreuses exploitations ne peuvent faire que 2 à 4 récoltes, ce qui compromet la rentabilité de la culture. Comme l'atteste Yaou, (2014) la culture généralisée

et continue du poivron entraîne une très forte pression parasitaire et, malgré des traitements phytosanitaires, des nombreuses exploitations ne peuvent faire que 2 à 4 récoltes, ce qui compromet la rentabilité de la culture.

### **Conclusion**

Cette étude a permis de collecter un grand nombre d'accessions de poivron exploitées par les producteurs de la région de Diffa. En effet. Ces accessions actuellement stockées à l'Université de Diffa (UDA) au Niger constituent la matière biologique de base de la collection du poivron de la région de Diffa et sera mise à la disposition de tous les chercheurs. Pour une augmentation de la productivité du poivron au Niger en général et dans la région de Diffa en particulier une caractérisation génétique cette collection s'avère nécessaire.

### **Remerciements**

Nous remercions très sincèrement l'autorité rectorale de l'Université de Diffa (UDA), le Programme de Développement de l'Agriculture Familiale (ProDAF) de Diffa pour le financement de la mission, les chefs de villages, les populations et les agents de la Chambre Régionale d'Agriculture (CRA) de Diffa pour leur parfaite collaboration.

### **References:**

1. Bautista, S.A.M., 2009. Caractérisation agro-morphologique et moléculaire d'une collection de *landraces* péruviennes de *pigeonpea* (*Cajanus cajan* L. Millsp.) pour l'analyse de sa diversité. En vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences. Facultés des Sciences, Département de Biologie, Unité de Recherche en Biologie cellulaire et moléculaire Végétale, Belgique, 244p.
2. Charles, K.K., Harold, R.M., Mame, C.G., Marie, C.O., Jean-François, R., Ndiaga, C., et Remi, S.P., 2007. Diversité génétique des variétés traditionnelles de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] au Sénégal : etude preliminaries. Plant Genetic Ressources Newsletter N° 152 : 33-44.
3. Cleide, M., Ferreira, P., Izabel, C., Dos Santos, Fernanda, F.A., et Tania, P.S., 2016. Pepper Importance and Growth (*Capsicum* spp.). Springer International Publishing Switzerland, New York Dordrecht London. ISBN 978-3-319-06532-8. 141p.
4. CRA/D (Chambre Régionale D'agriculture de Diffa), 2016. Le poivron rouge de Diffa, éléments techniques et économiques pour la culture. Fiche technique et économique. Niger. 3p.
5. CRA/M (Chambre Régionale D'agriculture de Maradi), (2017), Restitution des résultats 2017 du conseil de gestion aux producteurs de

- poivron de Gourgia-Laouni (commune de Gazaoua). Fiche technique et économique. Niger.10p.
6. Dixita, K., Patel, B.R., Patel, J.R., et Kuchhadiya, G.V., 2015. Genetic variability and character association studies for green fruit yield and quality component traits in chilli (*Capsicum annum* var. *longum* (dc.) sendt.). Electronic Journal of Plant Breeding, 6(2) : 472-478.
  7. Eric, C.L., Lys, A.A., Carlos, A.H., Rachidi, A.F., Nicodème, V.F.H., et Eroch, G. A., 2020. Fiche technique synthétique pour la production du poivron (*Capsicum annum* L.), Laboratory of Genetics Horticulture and Seed Science (GBioS) ISBN 978-99919-76-73-0. 6p.
  8. Fernando, L.F., Elizanilda, R.R., Mailson, M.R., 2016. Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.). Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. ISBN 978-3-319-06532-8. 141p.
  9. Finger, F.L., Rêgo, E.R., Segatto, F.B., Nascimento, N.F.F., 2012. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. Informe Agropecuário. 33 : 14-20.
  10. Ghalmi, N., 2011. Etude de la diversité génétique de quelques écotypes locaux de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Cultivés en Algérie. Thèse de doctorat, Ecole National supérieur Agronomique (ENSA) El Harrach-Algérie. 117p.
  11. Hakmaoui, A., Zaki, N., Baye, Y., et Outmane, A., 2013. Technique de production du piment rouge (*Niora*) au périmètre irrigué de Talda. ISSN : 1114-0852. 6p.
  12. Harouna, A.I., Bakasso, Y., Zoubeirou, A.M., Doumma, A., Maiboucar, I., 2014. Diagnostic participatif de la diversité de morphotypes et des connaissances locales en matière de culture du Voandzou (*Vigna Subterranea* L.) au Niger. International Journal of Innovation and Applied Studies. pp. 1915-1925.
  13. Hasan, M. J., Kulsum, M.U., Ullah, M.Z., Manzur, M.H et Eleyash, M.M. (2014). Genetic diversity of some chili (*Capsicum annum* l.) genotypes. Int. J. Agril. Res. Innov. & Tech. 4 (1) : 32-35.
  14. HEA (Household Economie Approach), 2014. Profil de référence de l'économie des ménages ruraux de la zone de Cultures de poivron de la Komadougou à Diffa/Niger. 21p.
  15. Kouassi, C., 2012. Potentialités bioactives et activité antimicrobienne des variétés de piment (*Capsicum*) cultivées en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat ; Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, 161 p.
  16. MAE (Ministère de l'agriculture et de l'élevage), 2018. Résultats définitifs de l'enquête sur les productions horticoles 2007-2017. 63p.

17. Marchay, Lagarde., 1987. A la recherche des variétés locales de plantes cultivées. Paris: France, Lavoisier. ISBN: 2-9501451-0-0. 211p
18. Materska, M., Konopacka, M., Rogolinsk, J., Slosarek, K., 2015. Antioxidant activity and protective effects against oxidative damage of human cells induced by X-radiation of phenolic glycosides isolated from pepper fruits *Capsicum annuum* L. Food Chem 168: 546–553.
19. Oumarou, K.H., 2005. Comportement du poivron sur sol salin aux bords de la Komadougou: Cas du site de Chétimari-Gréma-Artori». Mémoire ITA4, FA/UAM, Niger.55P.
20. RECA (Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger), 2005. Etude de l'impact de la production et de la commercialisation du poivron dans la région de Diffa au Niger. 44p.
21. Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Finger, F.L., 2015. Methodological basis and advances for ornamental pepper breeding program in Brazil. Acta Horticulturae. 1087 :309-314.
22. Rufi no, J.L.S., Penteadó, D.C.S., 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte 27 :7–15.
23. Segnou, J., Amougou, A., et Youmbi, A. (2012). Viabilité et développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annuum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences. TROPICULTURA, 30 (1) : 15-23
24. Ulhoa, A.B., Pereira T.N., Silva, R.N., Ragassi, C.F., *et al.*, 2014. Caracterização molecular de linhagens de pimenta do tipo Jalapeño amarelo. Horticultura Brasileira. 32 : 35-40.
25. Yaou, O.A., 2014. Etude économique de la culture du poivron dans les exploitations agricoles familiales de la région de Diffa, cas du village de Kayowa. Mémoire de fin de cycle, Université Abdou Moumouni, Faculté d'Agronomie, Niger. 83p.