

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

*March 2022*

**European Scientific Institute, ESI**

*The content is peer reviewed*

**ESJ Natural/Life/Medical Sciences**

*March 2022 edition vol. 18, No. 11*

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

**Tiffany T. Boury,**  
Franciscan University of Steubenville, USA

**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 Foggia, 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 Kvirikvaia,**  
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 Brajcic,**  
University of Split, Croatia

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

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

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

**Fatma Koc,**  
Gazi University, Turkey

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

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

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

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

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

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

**Amarjit Singh,**  
Kurukshetra University, India

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

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

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

**Rokia Sanogo,**  
University USTTB, Mali

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

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

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

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

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

**Leila Ghudushauri,**  
Tbilisi State University, Georgia

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

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

**Eyal Lewin,**  
Ariel University, Israel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Ilknur Bayram,**  
Ankara University, Turkey

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

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

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

**Camille Habib,**  
Lebanese University, Lebanon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Gamal Elgezeery,**  
Suez University, Egypt

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

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

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

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

**Alla Manga,**  
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 Jayewardenepura, Sri Lanka

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Nina Stankous,**  
National University, USA

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

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

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

**Elena Hunt,**  
Laurentian University, Canada

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

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

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

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

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

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

**Eveligh Cecilia 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 Yemmafou,**  
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

**Leonid Nakov,**  
“Ss. Cyril and Methodius University”, Republic of Macedonia

**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,**  
Dnoproetrovsk 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

European Scientific Journal, ESJ  
March 2022 edition Vol.18, No.11

ISSN: 1857-7881 (Print) e - ISSN 1857-7431

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

# Table of Contents:

**Study of Water Desorption Isotherms from Cocoa Beans (*Theobroma Cacao L.*) of Cameroon.....1**

*Bidias, J. B.*

*Mouthe Anombogo G. A.*

*Ndjeumi C. C.*

*Djomdi Djomdi*

*Tchaya G. B.*

*Nsouandele J. L.*

**Apport Nutritionnel Des Aliments Consommés Par Les Adolescents De L'école Congolaise De Basket Ball « Gametime » De Brazzaville.....21**

*Eddie Janvier Bouhika*

*Paul Roger Mabounda Nkouna*

*Florent Nsomp*

*Rhyne Andrée Chrysnette Bouhoyi Pambou*

*Calvin Burton Mbutou*

*Kalhede Penitencia Mboussi Nsougani*

*Sedrick Bodrova Bouhika Mpandi*

*Michel Elenga*

*Etienne Nguimbi*

*François Mbemba*

**Mortalité Néonatale dans le Service de Pédiatrie du Centre Hospitalier  
Universitaire de Kara de 2016 à 2020.....39**

*Segbedji Kokou Agbékogni René*

*Tchagbele Ouro-Bagna*

*Takassi Ounoo Elom*

*Agbeko Foli*

*Talboussouma Sollim Myriam*

*Kombieni Kadji*

*Atakouma Yawo Dzayissé*

*Djadou Koffi Edem*

*Gbadoe Adama Dodji*

*Azoumah Komi Deladem*

**Alarming Mortality of Biliary Atresia in Two Senegalese Tertiary  
Hospitals: A Plea For Early Diagnosis.....51**

*Ibrahima Bocar Wellé*

*Pape Alassane Mbaye*

*Ndeye Aby Ndoye*

*Faty Balla Lo*

*Ndeye Fatou Seck*

*Doudou Gueye*

*Dior Ndiaye*

*Florent Tshibwid A Zeng*

*Aminata Mbaye*

*Oumar Ndour*

*Gabriel Ngom*

**Études De Lithostabilisation De La Latérite Avec La Dolérite De Mansadala (Sud-Est Du Sénégal) Pour Une Utilisation En Couche De Base De Chaussée.....59**

*Ndiaye Massamba*

*Magnan Jean-Pierre*

*Cissé Lamine*

**Perception Et Stratégies D'adaptation Des Producteurs Face À La Salinisation Des Vallées Rizicoles De La Commune d'Enampore En Basse Casamance.....71**

*M. Yaya Diatta*

*Sire Diédhiou*

*Arfang Ousmane Kémo Goudiaby*

*M. Jean Bassene*

*M. Yves Paterne Sagna*

*M. Mamadou Sow*

*Mariama Dalanda Diallo*

**Influence of Certain Nutritional Products On Periodontal Status.....90**

*Tefiku Urim*

*Popovska Mirjana*

*Cana Amella*

*Lindita Zendeli Bedxeti*

*Recica Bilbil*

*Ana Spasovska-Gjorgovska*

*Spiro Spasovski*

**Influence de la BAP et de l'ANA sur l'évolution des teneurs en sucres solubles et acides aminés totaux dans les tiges des vitroplants du Manihot esculenta Crantz variété TMS 96/1762 au cours de la régénération in vitro directe.....102**

*Eliau Hubert Dieu Béni*

*Fotso Fotso*

*Touckia Gorgon Igor*

*Djamndo Djasbé Mathurin*

*Djeuani Astride Carole*

**Evaluation of Facial Soft-Tissue Morphology among Different Vertical Skeletal Profile.....117**

*Ghadir Abdulal*

*Aly Osman*

*Ahmed Abyad*

**Régime Méditerranéen Et Prévalence Des Facteurs De Risque Cardio-  
Métabolique Au Maroc Oriental.....135**

*Abdelhay Benyaich*

*Mohamed Analla*

*Kaouthar Benyaich*

*Nihal Habib*

*Abdelhafid Assou*

*Abderazzak Hormis*

**Effects Of Environmental Factors And Atmospheric Pollution in the  
Incidence of Hospital Admissions of Patients With Stroke In São Paulo  
City By Stroke In São Paulo City.....157**

*André Akira Ramos Takahashi*

*André Costa Corral Ponce*

*Italla Maria Bezerra*

*João Antonio Correa*

*Luis Eduardo Werneck de Carvalho*

*Rodrigo Daminello Raimundo*

*Laércio da Silva Paiva*

*Fernando Luiz Affonso Fonsec*

*Luiç Carlos de Abreu Carlos de Abreu*

*Luiç Vinicius de Alcantara Sousa Alcantara Sousa*

*Fernando Adami*

**Les Facteurs Individuels Et Contextuels De Risque De L'anemie Chez Les  
Enfants De 6-59 Mois Au Burkina Faso.....170**

*Yelbi Karim*

*Chouapi Kouam Nadège*

*Moussa Bougma*

**Valoración Del Miedo Ante La Muerte En Estudiantes De Enfermería.....195**

*Ana Yareli Guerrero Olalde*

*Gabriela Palomé Vega*

*Alberto Juárez Lira*

**Evaluation De L'utilisation Des Huiles Essentielles De Six Plantes Aromatiques Collectées Au Benin Dans La Lutte Alternative Contre Les Aflatoxins.....207**

*Yann Christie Sissinto Adjovi*

*Prince Joli Fossou*

*Akimath Tahirou*

*Hilarion Ulrich Ahehehinnou*

**Effects of Two Cover Crops [Arachis Repens (L.) Handro And Desmodium Adscendens (SW.) DC.] on The Density of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Soils Under Industrial Banana Plantations in Côte d'Ivoire.....222**

*Nina Reine Kosso Boka*

*Mamadou Cherif*

*Koffi Fernand Jean-Martial Kassi*

*Konan Didier Kouame*

*Seydou Tuo*

*Kra Frederic Kouame*

*Ler-Nogn Dade Georges Elisee Amari*

*Brahima Camara*

*Edouard Yves Gilchrist Kouadio*

*Acka Emmanuel Dick*

**Geophysical and Hydrochemical Studies to Map Saltwater Infiltration into Freshwater aquifers: A case study of Ikoyi, Lagos State, Nigeria.....240**

*O. J. Airen*

*D. A. Babaiwa*

**Valoración Del Nivel De Ansiedad En La Persona Con Diabetes Durante La Pandemia.....256**

*Damaris Rodríguez Isassi*

*María José Perusquía Mendoza*

*Sarket Gizeh Juárez Nilo*

*Adriana Martínez Díaz*

*René Rico Sánchez*

*Ruth Magdalena Gallegos-Torres*

**Influence Du Statut De La Femme Sur L'enregistrement A L'etat Civil Des Enfants De Moins De 5 Ans Au Cameroun.....269**

*Simo Sepewou Henri*

*Honoré Mimche*

*Hamidou Kone*

**Tendances des inégalités socioéconomiques et spatiales de la santé des enfants de moins de 5ans au Niger.....297**

*Habila Adamou Djibo*

*Magloire Alexandre Schouame*

*Hamidou Kone*

**Impacts de l’envahissement de *Sida cordifolia* L. sur la diversité herbacée  
d’un parcours pastoral sahélien : la vallée du Goulbi N’Kaba de Mayahi  
au Niger.....319**

*Abdou Laouali*

*Sani Tari Abdoul Razak*

*Moutari Achirou*

**Thyroid check-up of people over 18 living with Human  
Immunodeficiency Virus (HIV), malnourished followed at Notre Dame  
des Apôtres Hospital in Sarh / Chad.....331**

*Justin G. Behanzin*

*Odile Soudonou*

*Clarisse Sogan*

*Evrard Agbo*

*Alphonse Sezan*



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Study of Water Desorption Isotherms from Cocoa Beans (Theobroma Cacao L.) of Cameroon

*Bidias, J. B.,  
Mouthe Anombogo G. A.,  
Ndjeumi C. C.,  
Djomdi,  
Tchaya G. B.,  
Nsouandele J. L.*

Department of Renewable Energy, National Advanced School of  
Engineering- University of Maroua , Maroua, Cameroon

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p1](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p1)

Submitted: 21 July 2021  
Accepted: 04 January 2022  
Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)  
Under Creative Commons BY-NC-ND  
4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bidias, J. B., Mouthe Anombogo G. A., Ndjeumi C. C., Djomdi, Tchaya G. B & Nsouandele J. L.,(2022). *Study of Water Desorption Isotherms from Cocoa Beans (Theobroma Cacao L.) of Cameroon* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 1.  
<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p1>

### Abstract

The aim of this work was the determination of desorption isotherms from cocoa beans at different temperatures (20°C, 30°C, 35°C, 40°C and 45°C), moisture ratio (10% and 90%). Gravimetric method and different temperatures were used to get the experimental moisture ratio at equilibrium. Experimental data were adjusted to mathematical isotherm models frequently used for the hygroscopic representation of agricultural products. Cocoa beans varied from 0 to 13% moisture ratio equilibrium. Obtained results showed that the moisture ratio at equilibrium decreases as temperature increases for the same relative humidity. Statistical parameters, modified the Oswin model, GAB, Iglesias Chirife Hasley and Chung's Pfoest modified model better represented hygroscopic balance for cocoa beans than Henderson modified and Harkings Jura models. Desorption isotherm models are important for the determination of desorption energy and drying models. The desorption isotherms of cocoa beans were satisfactorily modeled by modified Oswin, GAB, Iglesias, Chirife, Halsey, and modified Chung's Pfoest, which can be used

as tools in the prediction and optimization of storage conditions in a wide range of water activities and temperatures.

---

**Keywords:** Desorption Isotherm, Moisture Ratio At Equilibrium, Relative Humidity, Temperature, Mathematical Models, Cocoa Beans.

## **Introduction**

Cocoa is an agricultural product that occupies a very important place in world market. This opportunity brings out an important added value during marketing by mastering drying techniques and product preservation. This is why the knowledge of water activity in cocoa beans is of considerable interest to the conservation technology of the latter (Akmel et al., 2015). Hence the determination of the desorption isotherm of cocoa beans is an essential step in the drying and conservation process when facilitating the determination of moisture ratio at equilibrium. However, relatives who work on desorption isotherm of cocoa beans from the Sub Saharan Africa particularly from Cameroon are very scare (Kakou et al., 2015). Perfect knowledge of desorption isotherm imposes to improve cocoa beans properties while producing them. This desorption isotherms offer precious information on hygroscopic balance of coca beans (Ahouannou et al., 2010).

This step is essential and improves the relation between moisture ratio of cocoa beans at equilibrium, relative humidity and temperature. Deduction of drying and conservation time is by the way possible (Ahouannou et al., 2010; Domian et al., 2018).

This work presents experimental and theoretical analysis of desorption isotherm data at 25°C, 30°C, 35°C, 40°C and 45°C. Different mathematical equations are used as adjusted theoretical models to represent desorption isotherms of cocoa beans. Theoretical models are established to discuss desorption isotherms (Nsouandélé et al., 2018; Benhamou et al., 2010).

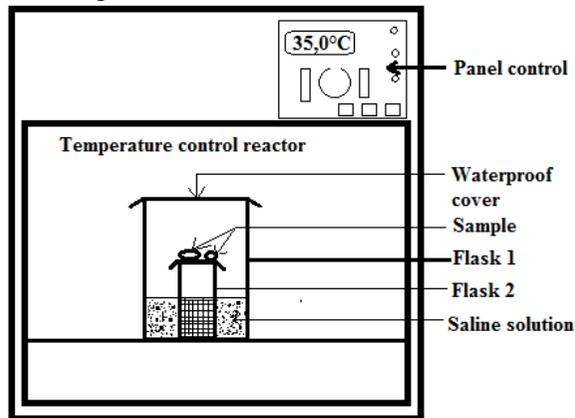
## **2. Material And Methods**

### **2.1. Description Of Experimental Device**

The gravimetric static method with discontinuous control of sample mass was used for the determination of desorption isotherms (Kakou et al., 2015; Ahouannou et al., 2010; Nsouandélé et al., 2018; Simo-Tagne et al., 2016; Martinez-Las Heras et al., 2014; Wolf et al., 1985). This method uses saline solutions to keep constant water activity, while atmospheric conditions (Temperature and relative humidity) of the flasks and samples are at equilibrium. Saline solutions cover an interval between 10 to 90% as indicated by Prette et al., 2013 and Koua et al., 2014.

Two samples of cocoa beans fermented under banana leaves for six (06) days from the harvest of Kiiki (village situated in the Mbam and Inoubou

Sub Division in the Centre Region of Cameroon) producers, were put in each flask above the saline solutions, in a stabilized atmosphere and relative humidity. This experiment was carried out using a brand electronic balance with  $\pm 0.01\text{g}$  precision, and an oven operating in forces convection for drying test  $\pm 1^\circ\text{C}$  precision (Figure 1).



**Figure 1:** Experimental device for the determination of isothermal desorption point

## 2.2. Determination of desorption isotherms

The procedure followed to obtain these points consisted of varying relative humidity of the air in the enclosure at a constant temperature. Thus, from pair value ( $T, Hr$ ), climatic environment conditions are defined. Since it is about desorption isotherms, relative humidity value is considered in the range of 92 to 10% (Kakou et al., 2015; Prette et al., 2013; Koua et al., 2014). To each atmospheric relative humidity value is associated a new climatic environment condition: new equilibrium point ( $Hr, X_{eq}$ ). When different equilibrium masses are obtained, tested samples are taken again and then immediately put in the oven at  $100^\circ\text{C}$  (Figure 2). This operation favors the obtention of dry extracts, which under this condition undergo the total loss of free and bound water molecules (Collazos-Escobar et al., 2019; Kouhila et al., 2001). Samples are regularly weighed until their mass no longer varies: dry extract is obtained. Measured mass ( $M_s$ ) of each sample is considered as anhydrous. From this parameter, different moisture ratio at equilibrium for each sample was defined. Product equilibrium moisture content is estimated using mathematical relation (1) (Kakou et al., 2015; Nsouandélé et al., 2018; Benhamou et al., 2010; Wolf et al., 1985).

$$X_{eq} = \frac{M_{eq} - M_s}{M_s} \quad (1)$$

$X_{eq}$  : Sample moisture ratio at equilibrium on dry basis (%),

$M_{eq}$  : Mass of tested cocoa beans at equilibrium (g),

$M_s$  : Mass of anhydrous tested cocoa beans at equilibrium (g),

For given temperature, different pairs ( $X_{eq}$ , Hr), enable to draw experimental desorption isotherms of studied products. ( $X_{eq}$ , Hr) pairs gave adsorption isotherms points.

**Table 1:** Standard values of sulphuric acid for each Aw sample

Sulphuric acid (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Hr (25°C)	0.9342	0.8785	0.7410	0.6452	0.5626	0.3538	0.2639	0.1124	0.0480
Hr (30°C)	0.9380	0.87384	0.74390	0.6496	0.5656	0.3551	0.2700	0.1520	0.0580
Hr (35°C)	0.9407	0.87592	0.74780	0.6584	0.5671	0.3592	0.2735	0.1568	0.0607
Hr (40°C)	0.9492	0.87856	0.74873	0.6675	0.5748	0.3669	0.2780	0.1870	0.0690
Hr (45°C)	0.9545	0.88157	0.7541	0.6712	0.5832	0.3704	0.2854	0.1886	0.0706



**Figure 2:** Experimental apparatus for desorption isotherms

### 2.3 Modelization of isotherms

To facilitate experimental sorption points analysis, six (6) mathematical models were used to describe and fit desorption isotherms of cocoa beans (Mousa et al., 2012; Bhourri et al., 2014; Akoy et al., 2013; Trignan, 1991). Table 2 presents different mathematical sorption isotherms models used for cocoa beans study. To obtain parameter related to immersed samples under defied conditions, a linear form is deduced, except for the GAB model where a polynomial of power 2 model is used as suggested by Akoy et al., 2013.

**Table 2:** Mathematical sorption models

Isotherms	Expression	linear and nonlinear forms and plot	References
<b>GAB</b> (Guggenhei m- Anderson- de-Boer)	$X_{eq} = \frac{K.C.X_0.Hr}{(1-K.Hr)(1-K.Hr+C.k)}$ $C = C_0 \exp(\Delta H_c / RT)$ $K = K_0 \exp(\Delta H_k / RT)$ $X_m = X_0 \exp(E_a / RT)$	$\frac{Hr}{X_{eq}} = \frac{1}{CKX_m} + \frac{C-2}{CX_m} Hr + K \frac{1-C}{CX_m} Hr^2$ Plot : $\frac{Hr}{X_{eq}}$ vs $Hr$	Kamenan et al., 2017 ; Kouhila et al., 2001&2002
<b>Iglesias, Chirife, Halsey</b>	$X_{eq} = A(T \ln(1 / Hr))^{-B}$	$\ln(X_{eq}) = \ln A - B \ln(T) - B \ln(-\ln(Hr))$ Plot : $\ln(X_{eq})$ vs $\ln(-\ln(Hr))$	Ahouamou et al., 2010; Kamenan et al., 2017 ; Kouhila et al., 2001
<b>Modified Oswin</b>	$X_{eq} = (A + BT) \left( \frac{Hr}{1 - Hr} \right)^{1/C}$	$\ln(X_{eq}) = \ln(A + BT) + \frac{1}{C} \ln\left(\frac{Hr}{1 - Hr}\right)$ Plot : $\ln(X_{eq})$ vs $\ln(Hr / (1 - Hr))$	Kamenan et al., 2017 ; Ahouamou et al., 2010 ; Kouhila et al., 2002
<b>Modified Henderson</b>	$Hr = 1 - \exp(-A.(T + B) X)$	$\ln(-\ln(1 - Hr)) = \ln(A(T + B)) + C \ln X$ Plot : $\ln(-\ln(1 - Hr))$ vs $\ln(X_{eq})$	Koua et al., 2014 Brou et al., 2013 ; Kouhila et al., 2001
<b>Modified Chungs, Pfof</b>	$Hr = \exp\left(\frac{A.\exp(-BX_{eq})}{T + C}\right)$	$X_{eq} = -\frac{1}{B} \ln\left(\frac{T + C}{A}\right) - \frac{1}{B} \ln(-\ln(Hr))$ Plot : $X_{eq}$ vs $\ln(-\ln(Hr))$	Kamenan et al., 2017 ; Koua et al., 2014 ; Kouhila et al., 2001
<b>Harkings, Jura</b>	$X_{eq} = \left( \frac{-B}{\ln(Hr) - A} \right)^{1/2}$	$\frac{1}{\ln(X_{eq})} = \frac{2A}{B} - \frac{2}{B} \ln(Hr)$ Plot : $\frac{1}{\ln(X_{eq})}$ vs $\ln(Hr)$	Brou et al., 2013; Ahouamou et al., 2010; Kouhila et al., 2001

### 2.3.1 Determination of different parameters (X<sub>0</sub>, C<sub>0</sub>, K<sub>0</sub>, A, B et C)

Parameters X<sub>0</sub>, C<sub>0</sub>, K<sub>0</sub>, A, B et C, of different mathematical model where determined by identification at experimental desorption points, minimizing the sum of Mean Square Deviation (MSD) (2).

$$EQM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_{eqi,exp} - X_{eqi,pre}|^2 \quad (2)$$

With :  $X_{eqi,exp}^{i^{th}}$  : Experimental moisture ratio at equilibrium (% ms : dry substance),

$X_{eqi,pre}^{i^{th}}$  : Predicted moisture ratio at equilibrium (% ms), N: quantity of experimental points.

To evaluate the reliability of each model to represent experimental isotherms, the square Mean Error (SME) given in equation (4) is used and evaluated for the entire experimentation at studied temperatures.

### 2.3.2 Statistical analysis

Statistical correlation methods and regression analysis are used to evaluate the reliability of each model to represent experimental isotherms. Regression analysis was estimated via Excel 2013 software using non-linear GRG algorithm. The correlation ratio (r) and SME were the main selective criteria of the best desorption isotherm mathematical model (Ahouannou et al., 2010; Nsouandélé et al., 2018; Simo-Tagne et al., 2016; Benhamou et al., 2010). The best model will be the one presenting the highest r value and the lowest SME value (Benhamou et al., 2010; Trignan, 1991).

$$r = \frac{\sum (X_{eqi,exp} - \bar{X}_{eqi,exp})(X_{eqi,pre} - \bar{X}_{eqi,pre})}{\sqrt{\sum (X_{eqi,exp} - \bar{X}_{eqi,exp})^2 (X_{eqi,pre} - \bar{X}_{eqi,pre})^2}} \quad (3)$$

$$EMR = \frac{100}{N} \sum_1^N \left| \frac{X_{eqi,exp} - X_{eqi,pre}}{X_{eqi,pre}} \right| \quad (4)$$

With :  $X_{eqi,exp}^{i^{th}}$  : Experimental moisture ratio at equilibrium (% ms),

$\bar{X}_{eqi,exp} = \frac{1}{N} \sum_1^N X_{eqi,exp}^{i^{th}}$  : Mean square experimental ratio,

$X_{eqi,exp}^{i^{th}}$  : Predicted moisture ratio at equilibrium (% ms),

$\bar{X}_{eqi,pre} = \frac{1}{N} \sum_1^N X_{eqi,pre}$  : Predicted moisture ratio,

$N$  : Number of experimental points,  $d_f$  : Regression model degree of freedom

$d_f = N - n$  : Number of variables for each model.

## 3. Results And Discussion

### 3.1. Experimental Results

Experimental moisture ratio values at equilibrium for two (02) samples of fermented cocoa beans as function of relative humidity of the medium for the five (05) studied temperatures 25°C, 30°C, 35°C, 40°C et 45°C, are illustrated in figures 3 and 4. Isotherms at these different temperatures look same with a sigmoidal form. The graphs were obtained from experimental desorption isotherms shows two inflection points that limit three zones of

different desorption. These results are as those obtained by (Kakou et al., 2015; Ahouannou et al., 2010; Oliveira et al., 2011). These observations accordingly to other authors look same and concordant desorption isotherms of agro-industrial product, aromatic and medicinal plants, (Akmel et al., 2015; Kakou et al., 2015; Kouhila et al., 2001; Oliveira et al., 2011; Kouhila et al., 2002; Iglisias et al., 1976).

Experimental graphs obtained showed that for, specific water activity, moisture ratio at equilibrium goes different considering relative humidity and temperature. This is perfectly in agreement with many results from other authors with biological products (Oliveira et al., 2011).

Figures 3 and 4 show respectively, the graphs of experimental desorption isotherms (samples 1 and 2) of cocoa beans, according to relative humidity for the five-given temperatures.

Desorption isotherms decrease with temperature. Hence, moisture ratio decreases when temperature increases. These results show that, for specific water activity, moisture ratio at equilibrium decreases when temperature increases, according to obtained results on agri-food products (Domian et al., 2018). This behavior can explain how temperature affects the mobility of water molecules and dynamic equilibrium between water vapor and adsorbed phase. Moisture ratio at equilibrium increases by the way when there is a high activity of water at all temperatures. This status can be associated to excitation state of water molecules. This behavior is characteristic for products with high soluble components, such as sugars.

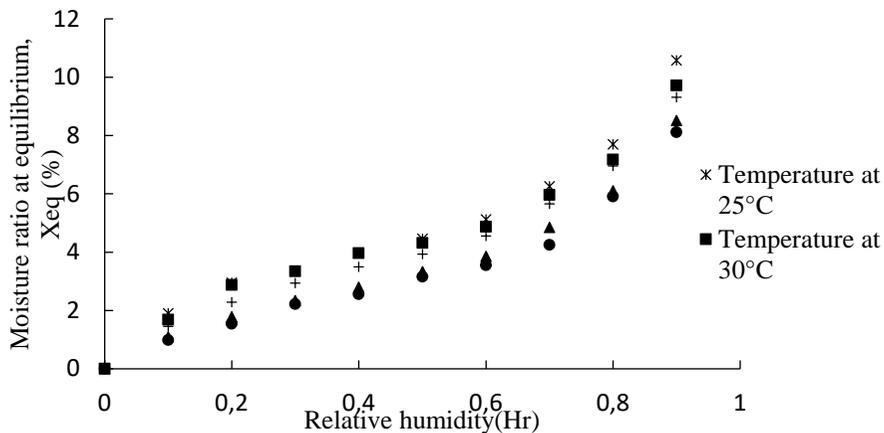
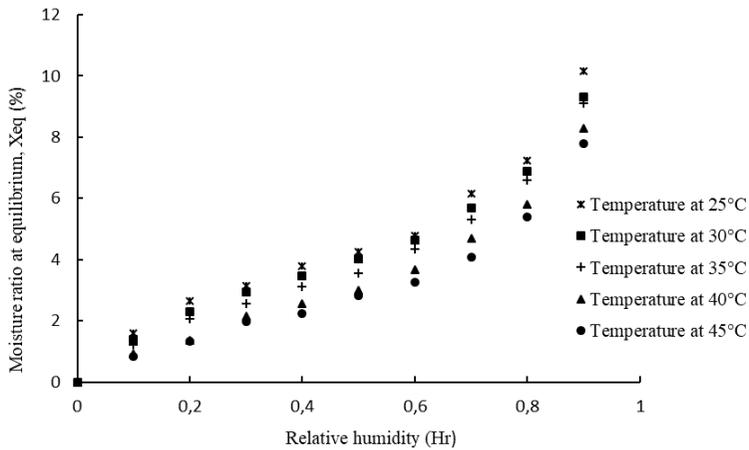


Figure 3: Desorption isotherms of cocoa beans at different temperatures for sample 1



**Figure 4:** Desorption isotherms of cocoa beans at different temperatures for sample 2

Figures 3 and 4 showing the desorption process on cocoa beans samples require and force to find mathematical models to take into account during drying process of cocoa beans at different temperatures. Within the most used mathematical models, Oswin modified models, GAB, Iglesias Chirife Halsey model, Henderson modified model, Chung's Pfoest modified model, Harkings Jura model with  $X_0$ , A, B et C parameters, usually optimize the fitting of experimental points for almost all agri-food products in water specific activity. Hence experimental results enable the determination of basic parameters from a required estimation method.

### 3.2 Estimation of model's parameters

Table 3 presents mathematical model's parameters of desorption isotherms used and studied statistical criteria applied to cocoa beans. It appears correlation ratio  $r$ , adjusted MSD and SME corresponding to each mathematical model. As temperature increases, there is a decrease in number of parameters.

Five temperatures (25, 30, 35, 40 et 45°C) for Iglesias Chirife Halsey, and Chung's Pfoest models, Oswin and GAB models present low estimation errors MSD, SME than modified Henderson and Harkings Jura models. However, MSD and SME estimation errors values for GAB model are similar to those of Halsey. Hence, Iglesias Chirife Halsey, and Chung's Pfoest models, followed by Oswin and GAB models seem to be more appropriate to describe desorption isotherm of dried cocoa beans.

Table 3 analysis shows that tested models give good results as different correlation ratio  $r$  are very high at different temperatures. By the way correlation ratio values close to 1 confirmed that experimental results fit very well the different models. They varied from 0.9342 to 0.9969 at 25°C, from

0.9417 to 0.9968 at 30 °C, from 0.9956 to 0.9972 at 35°C, from 0.9406 to 0.9980 at 40°C, and from 0.9312 to 0.9950 at 45 °C. However, modified Oswin, GAB, Iglesias Chirife Halsey, and modified Chung's Pfof models, have the most interesting results and closer to the experimentation. They give the best correlation ratio  $r$  and MSD value close to 0 at all the considered temperatures comparatively to modified Henderson and Harkings Jura models. In addition, the past models give wide range of validity integrating relative humidity obtained during processes comparatively to modified Henderson and Harkings Jura models.

### 3.3. Desorption isotherms modeling of cocoa beans

Figures 5 to 10 show moisture ratio experimental value at equilibrium for each sample and respectively theoretical graphs models of Oswin, de GAB, Iglesias, Chirife, Halsey, Chung's Pfof, Henderson and Harkings Jura at different temperatures as function of relative humidity. Most theoretical models' parameters are similar to experimental ones especially concerning relative humidity between 10 to 80%.

**Table 3:** Statistical criteria and adjusted parameters

Models	Parameters	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
<b>Modified Oswin</b>	A	4.318	3.962	3.874	3.595	3.562
	B	0.004	0.008	0.015	0.259	0.161
	C	0.459	0.451	0.436	0.421	0.415
	$r$	0.9825	0.9947	0.9912	0.9896	0.9850
	MSD	3.18 E-04	1.45 E-04	1.92 E-04	2.07 E-04	7.40 E-05
	SME	8.894	8.525	8.161	8.498	8.716
<b>GAB</b>	$X_0$	2.432	2.235	2.218	2.127	2.123
	$C_0$	16980.21	78401.24	78615.35	78624.36	78709.91
	$n$	4	5	1	1	5
	$K_0$	0.898	0.881	0.876	0.871	0.870
	$r$	0.9695	0.9683	0.9628	0.9666	0.9619
	MSD	4.35 E-03	9.69 E-03	5.26 E-03	1.01 E-03	7.40 E-03
<b>Iglesias, Chirife, Halsey</b>	SME	10.456	10.652	10.817	10.211	10.324
	A	4146.563	3918.593	3819.712	3742.283	3687.189
	B	2.452	2.418	2.341	2.298	2.256
	$r$	0.9967	0.9968	0.9952	0.9946	0.9950
	MSD	1.52 E-04	1.15 E-04	1.39 E-04	2.25 E-04	4.32 E-05
	SME	6.257	6.428	6.427	6.318	6.142
<b>Modified Henderson</b>	A	0.243	0.221	0.208	0.193	0.184
	B	0.915	1.017	1.125	1.177	1.203
	C	1.245	1.326	1.453	1.498	1.519
	$r$	0.9512	0.9647	0.9488	0.9556	0.9559
	MSD	2.35 E-03	1.10 E -03	3.45 E-03	8.86 E-04	1.68 E-04
	SME	6.118	9.815	9.098	9.030	9.251
<b>Modified Chung's Pfof</b>	A	54.840	69.577	91.754	120.518	135.473
	B	0.433	0.451	0.478	0.482	0.497
	C	-207.205	-187.805	-178.95	-169.183	-158.993

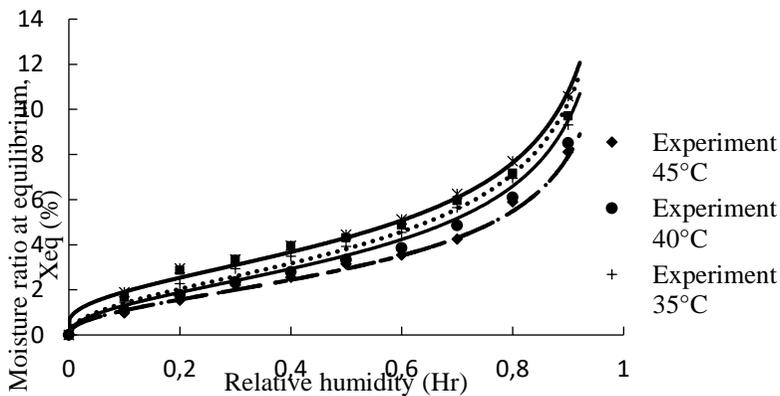
	r	0.9969	0.9967	0.9972	0.9980	0.9910
	MSD	1.49 E-04	1.45 E-04	1.92 E-04	2.07 E-04	7.40 E-04
	SME	6.465	6.445	6.282	6.241	6.121
	A	13.654	16.525	10.629	10.829	10.629
	B	0.1308	0.0698	0.0618	0.0598	0.0618
<b>Harkings, Jura</b>	r	0.9342	0.9447	0.9356	0.9456	0.9312
	MSD	5.12 E-03	1.10 E - 03	5.32 E-03	8.86 E-03	1.68 E-03
	SME	11.423	11.586	11.602	11.459	11.237

There a good description of experimental values by theoretical models. These figures showed that moisture ratio at equilibrium and temperature follow opposite directions. The above six figures presented the best description of sigmoidal form between [0%, 20%] intervals for concave curves, [20%, 70%] for linear curves and [70%, 100%] for convex curves.

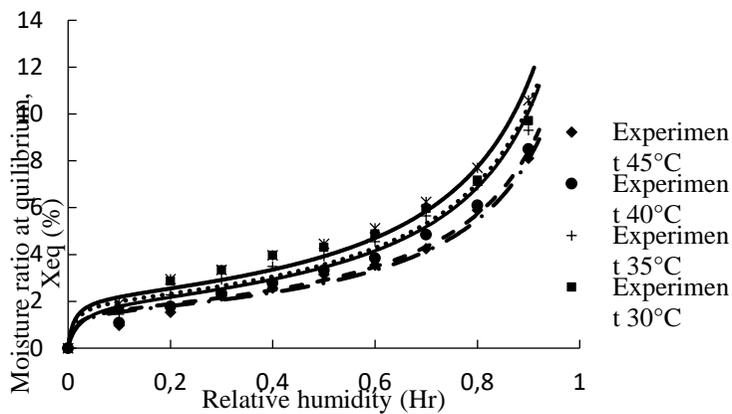
Modified Oswin, GAB, Iglesias, Chirife, Halsey, modified Chung's Pfof, desorption isotherms models presented in figures 10 to 13 are similar to those obtained by Ahouannou et al., 2010; Kamenan et al., 2017; Akmel et al., 2015. Modified Henderson and Harkings Jura models obtained are by the way similar to (Akmel et al., 2015).

Desorption isotherms models presented in figures 5 to 8 are fitted experimental models when those on figure 14 and 15 do not fit exactly on modified Henderson and Harkings Jura desorption isotherms models. Figures 6 and 7 graphs are identical to those of other authors (Kakou et al., 2015; Kamenan et al., 2017; Ahouannou et al., 2010; Medeiros et al., 2006) who used Harkings, Oswin and de GAB as functions of relative humidity between 15% and 85%.

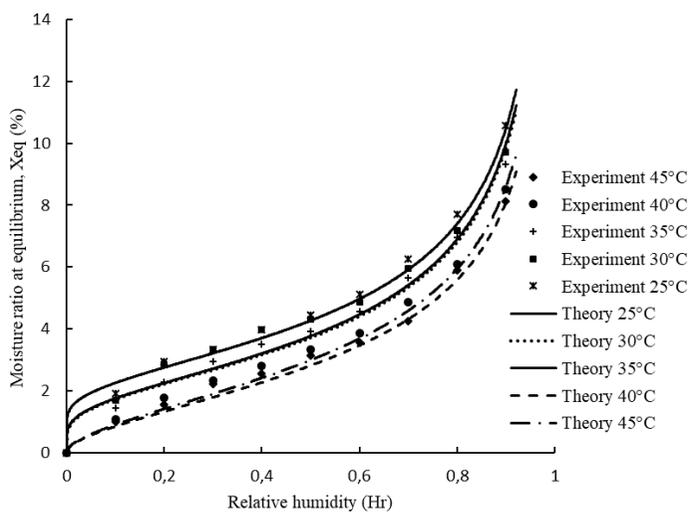
Using same temperature, desorption isotherms models of Iglesias, Chirife, Halsey, and modified Chung's Pfof (figures 7 and 8) fit experimental ones than modified Henderson and Harkings Jura models (figures 9 and 10). Days of fermentation of cocoa beans can then be explained using desorption isotherms models. These results accordingly to literature lead to undergo the importance of desorption isotherms and the determination of desorption heat drying models.



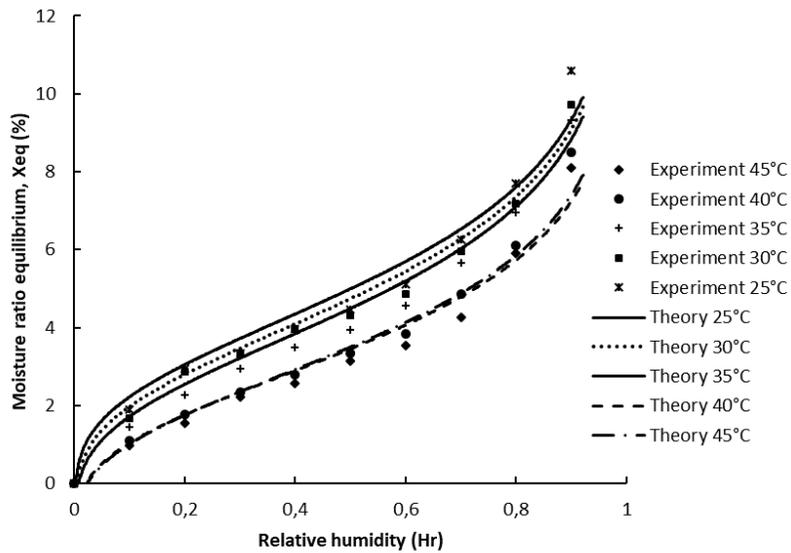
**Figure 5:** Experimental values vs adjusted modified Oswin model at different temperatures



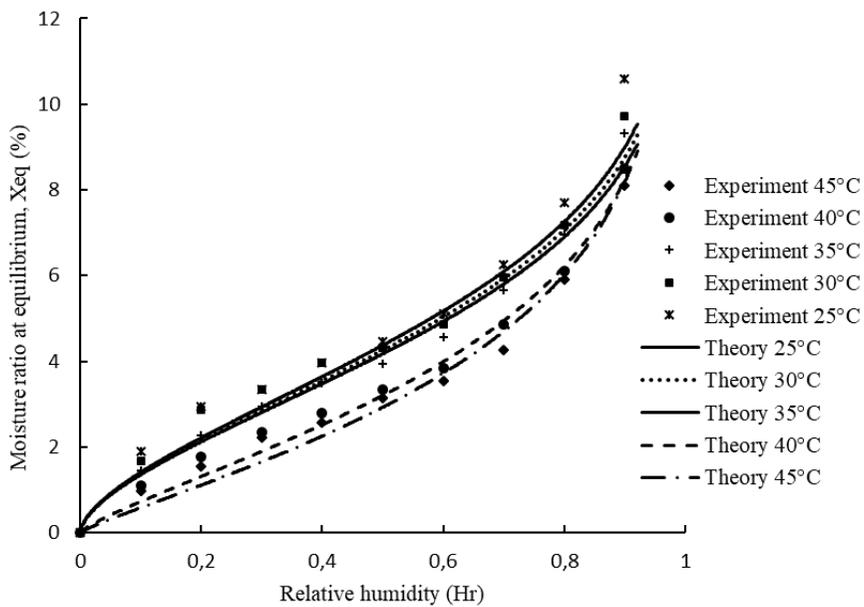
**Figure 6:** Experimental values vs adjusted GAB model at different temperatures



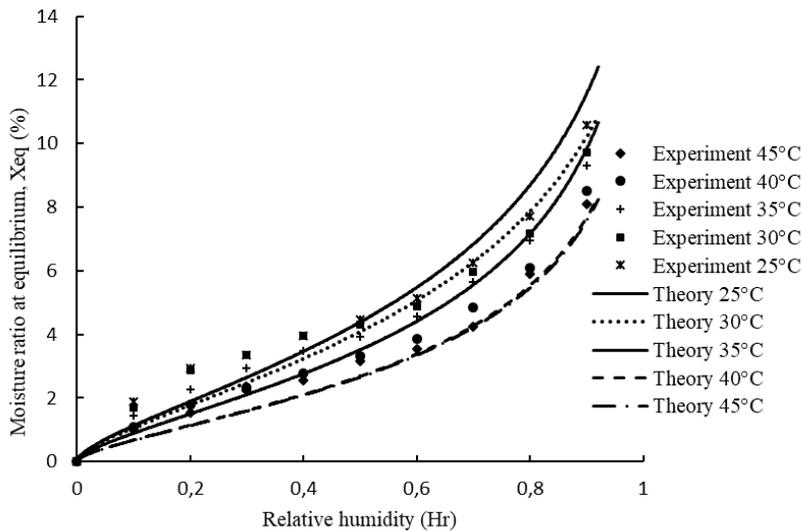
**Figure 7:** Experimental values vs adjusted Iglesias, Hasley model at different temperatures



**Figure 8:** Experimental values vs adjusted Chung and Pfof model at different temperatures



**Figure 9:** Experimental values vs adjusted modified Henderson model at different temperatures



**Figure 10:** Experimental values vs adjusted Harkings and Jura model at different temperatures.

### 3.4 Cocoa beans theoretical modeling desorption isotherms

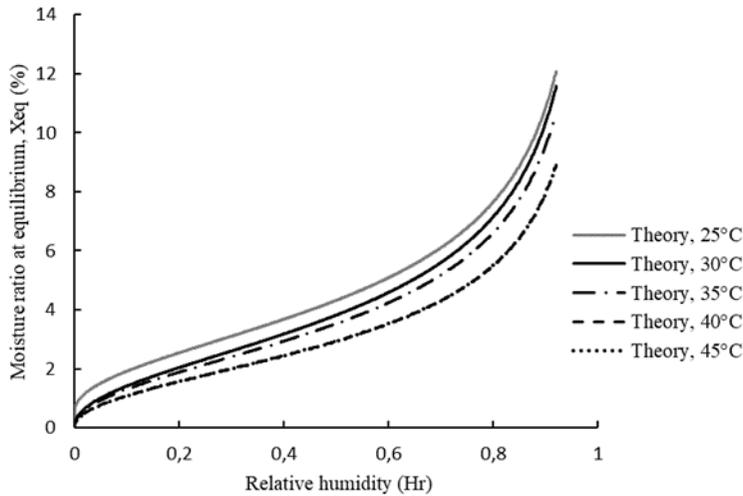
Figures 11, 12, 13, 14 and 15 show theoretical curves at different temperatures of Oswin modified, GAB, Iglesias, Chirife and Halsey, Chung's Pfof modified, Henderson modified, and Harkings Jura models. It appears that hygroscopic equilibrium of cocoa beans varies between 0 and 14% of relative humidity. Theoretical results predict well cocoa beans behavior. These graphs show for low relative humidity values (less than 20%) concave curves. These explain the first layer diffusion of water molecules on the surface of the solid skeleton, binding energy is very important as water is diffused. At intermediate relative humidity (between 25 and 85%) curves seem to be linear. The slope explains water molecules behavior that are fixed to others, binding energy being low. Finally, high relative humidity (close to 100%) presents convex curves. The last molecules of water are bonded on surface irregularities, hence capillary condensation and low binding energy. These desorption isotherms showed an inflection point and split into three different desorption regions, (Oswin, 1946; Pfof et al., 1976; Harking et Jura, 1944; Henderson, 1952; Brou et al., 2013).

- The first region ( $Hr < 20\%$ ) corresponds to water action highly bonded to the microporous structure. Water molecules are bonded on surface functional groups.

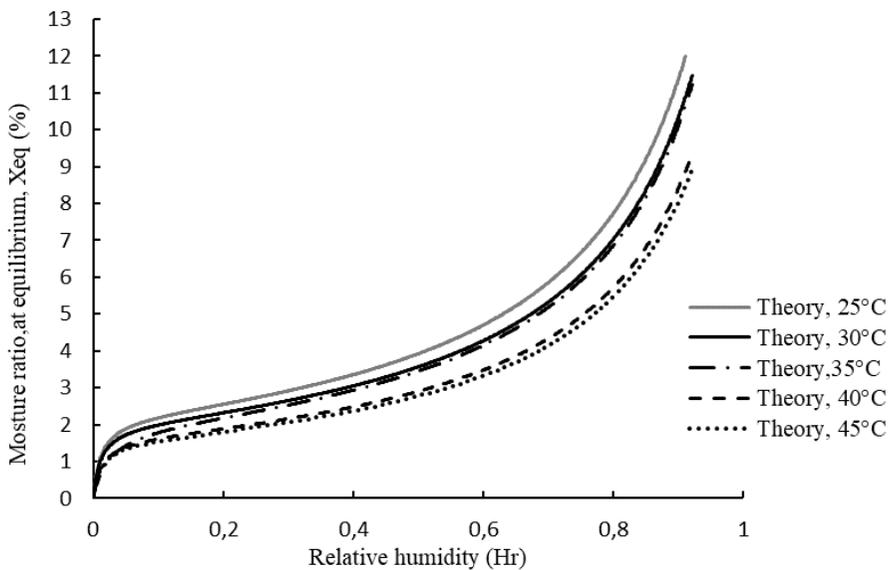
- On the second region ( $20\% < Hr < 70\%$ ) **monolayer formation continues when water molecules are bonded on those previously adsorbed to form**

**a poly molecular layer. Water adsorbed mass molecules seemed to increase linearly.**

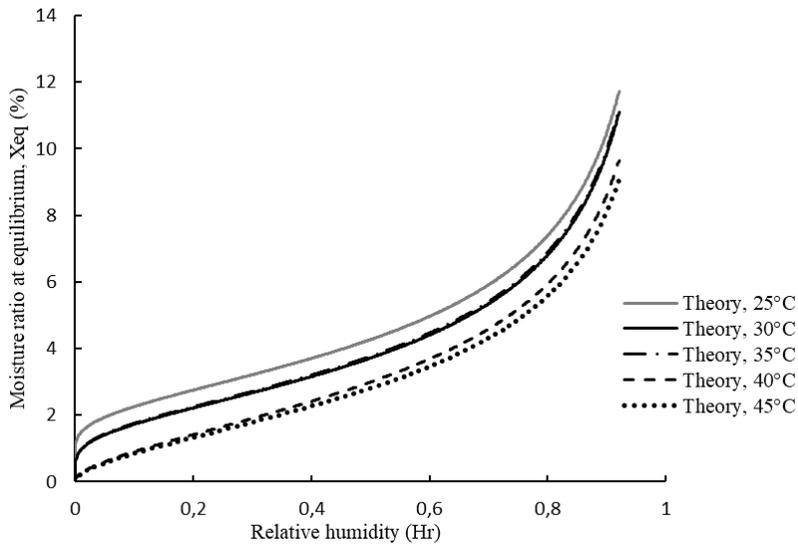
- A third region ( $H_r > 70\%$ ) is where the partial water vapor pressure is high and porous solid structure is occupied by multilayer water molecules. Water bonds with the solid becomes weak and multilayer on micropores join to form capillary water.



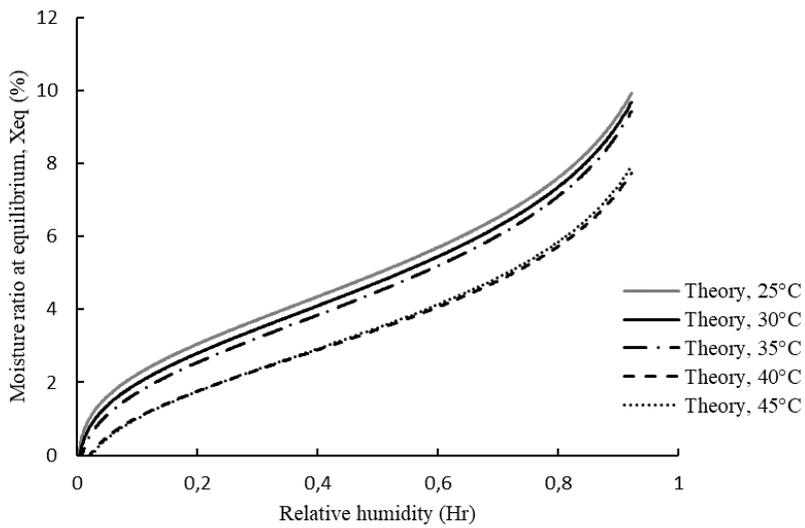
**Figure 11:** Oswin modified models at different temperatures



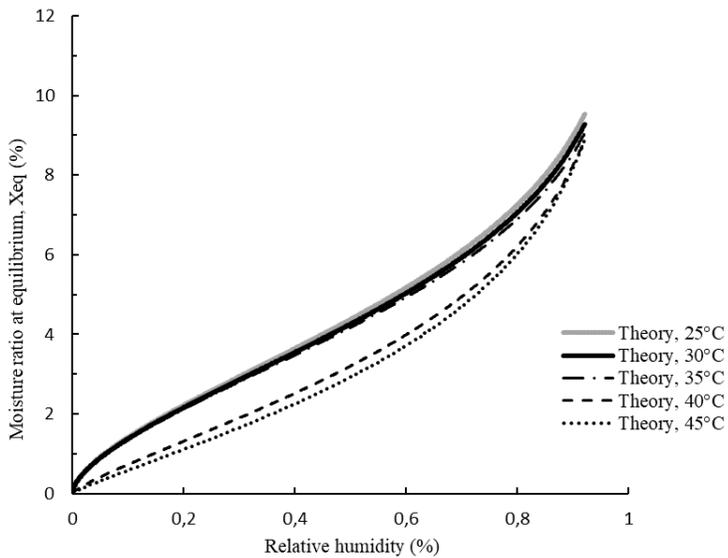
**Figure 12:** GAB models at different temperatures



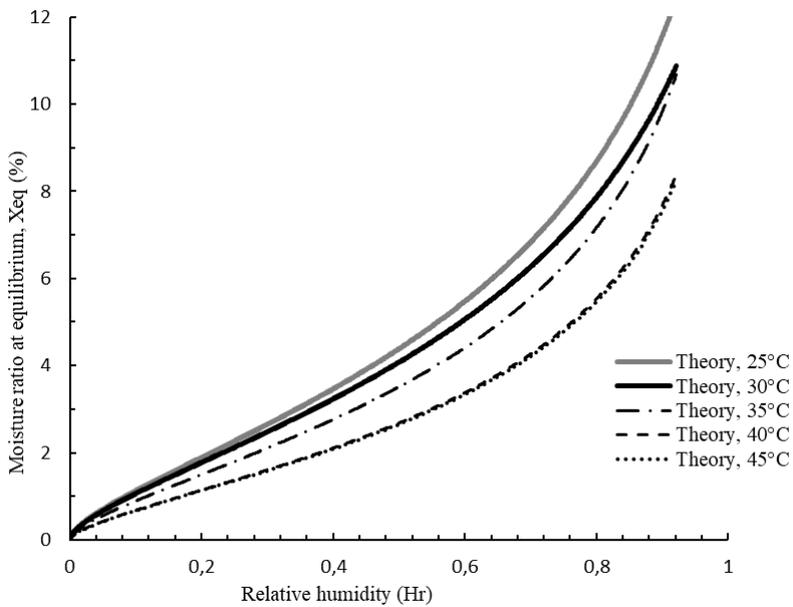
**Figure 13:** Iglesias, Hasley models at different temperatures



**Figure 14:** Chung Pfoest modified models at different temperatures



**Figure 15:** Henderson modified models at different temperatures



**Figure 16:** Theoretical Harkings et Jura models at different temperatures

#### 4. Conclusion

Desorption isotherms of cocoa beans were experimentally and theoretically obtained using six different mathematical models at five temperatures (25°C, 30°C, 35°C, 40°C and 45°C).

These desorption isotherms are theoretical mathematical models of Oswin,

GAB, Iglesias, Chirife, Halsey, Chung's Pfof, Henderson, and Harkings Jura plotted considering experimental values.

It is observed that predicted Iglesias, Chirife, Halsey, and modified Chung's Pfof fitted well experimental values for activities between 10 to 90% followed by modified Oswin and GAB considerably fitting experimental values for activities between 10 to 30% even more for activities between 30 to 70% , and finally modified Henderson and Harkings Jura models which fitted very well experimental values that requested more fermentation days. Relations between moisture ratio at equilibrium and relative humidity of cocoa beans at different temperatures were established. It appears from those results that for specific water activity, moisture ratio at equilibrium decreases when temperature increases; hence moisture ratio at equilibrium increases when water activity increases at all considered temperatures. These theoretical mathematical models favored the estimation of moisture ratio at equilibrium values of cocoa beans at different relative humidity values from studied ones. Obtained results facilitates the utilization of mathematical desorption isotherms models as a function of humidity at equilibrium for cocoa beans.

The unanimous consideration of previous results is the small moisture ratio value at equilibrium and relative humidity for cocoa beans. Water vapor pressure will always be lower than saturation water vapor pressure for a given temperature. It appears that the behavior of hygroscopic equilibrium of cocoa beans varies between 0% and 14% of humidity.

This behavior that influences desorption isotherms is further related to capillary forces which seem to keep water in the liquid phase. Moisture ratio at equilibrium increases as relative humidity increases. The increase in molecules pressure which lays the increase of relative humidity is due to the increase of water molecules which favor their diffusion in pores.

All the collected results in the work permits to constitute a data basis for modeling and simulation of cocoa beans drying processes. Desorption isotherms of cocoa beans were satisfactorily modeled by the modified Oswin, GAB, Iglesias, Chirife, Halsey and modified Chung's Pfof, which can be used as tools in the prediction and optimization of storage conditions in a wide range of water activities and temperatures. They allow a physical interpretation of desorption phenomena from considered hypothesis. However, it was considered that all sorption sites are homogenous (same affinity) and independent.

## References:

1. Ahouannou C, Jannot Y, Sanya E & Degan G, (2010). Détermination expérimentale et modélisation des isothermes de désorption de produits agricoles tropicaux, *Afrique Science*, 6, 1–17.

2. Akmel, C. D.; Kakou, E. K.; Koné, Y. K.; Assidjo, E. N.; Kouamé, P (2015). Desorption Isotherms and Isotheric Heats of Fermented Cocoa Beans (Theobroma Cocoa). *Journal of Food Research*. 4(3). DOI:10.5539/jfr.v4n3 p138.
3. Akoy E, Von Hörsten D. & Ismail M (2013). Moisture adsorption characteristics of solar-dried mango slices', *International Food Research Journal*. 20, (2), 883 - 890.
4. Benhamou A, Kouhila M, Zeghmati B, Benyoucef B. (2010). Modélisation des isothermes de sorption des feuilles de marjolaine. *Revue des Energies Renouvelables*. 13 (2), 233–247.
5. Bhourri N, Houngan C A, Ben N S, Vianou A, & Perré P,( 2014). Lissage des Isothermes de Sorption d'un Tissu en Coton par la méthode du Simplexe, *Revue CAMES Science Appliquée et de l'Ingénieur*, 1 (1), 13–20.
6. Brou Kouakou J., Bi Zahouli I., Emmanuel Dick, Gnopo Nemlin, Bomisso L. E. (2013). Caractérisation des techniques de séchage du cacao et influence sur la qualité de fèves commercialisées, *Journal of Applied Biosciences*, 64, 4797 – 4812.
7. Clément Ahouannou, Yves Jannot, Emile Sanya et Gérard Degan (2010). Détermination expérimentale et modélisation des isothermes de désorption de produits agricoles tropicaux, *Afrique Science*. 6 (3), 1–17.
8. Collazos-Escobar G.A. Gutiérrez-Guzmán N., Váquiro-Herrera H.A., & Amorocho-Cruz C.M. (2020). Water dynamics adsorption properties of dried and roasted cocoabeans (theobroma cacaoL.). *International Journal of Food Properties*. 23 ( 1), 434–444.
9. Collazos-Escobar, G. A.; Gutiérrez-Guzmán, N.; & Vaquiro, H. H. A. (2019). Modeling Dynamic Adsorption Isotherms and Thermodynamic Properties of Specialty Ground Roasted-coffee (Coffee ArabicaL.). *Coffee Science*. 14–1. DOI:10.25186/cs.v14i1.1532.
10. Domian, E.; Brynda-Kopytowska, A.; Ciesla, J.; & Górska, A. (2018). Effect of Carbohydrate Type on the DVS Isotherm-induced Phase Transitions in Spray-dried Fat-filled Pea Protein-based Powders. *Journal of Food Engineering*. DOI:10.1016/j.jfoodeng. 2017. 11.012.
11. Harking W. & Jura G. (1944). Surfaces of solids. XIII, A vapor method for the determination of the area of a solid without the assumption of a molecular area, and they are as occupied by nitrogen and other molecules on the surface of a solid, *Journal of the American Chemical Society*. 66, 1366-1381.
12. Henderson S. M. (1952) A basic concept of equilibrium moisture, *Agricultural Engineering* 33, 29-32.

13. Iglisias H M et Chirife J.(1976). Prediction of the effect of temperature on water sorption isotherms of food material, *International Journal of Food Science & Technology*, 11, 109-116.
14. Kakou Kouassi E, Akmel Djédjro C, Abouo N'Guessan V, Assidjo Nougou E, Niamké Lamine S(2015). Isotherme d'adsorption d'eau des fèves de cacao (*Theobroma Cacao L.*) marchand, *European Scientific Journal*, 11 (12), 355–370.
15. Kamenan Blaise Koua, Ekoun Paul Magloire, Prosper Gbaha (2017). Séchage des fèves de cacao dans un séchoir solaire indirect à circulation forcée d'air, *Revue CAMES Science Appliquée et de l'ingénieur*, 2(2), 15–19.
16. Koua K B , Koffi E P M, Gbaha P and Toure S, (2014). Thermodynamic analysis of sorption isotherms of cassava (*Manihot esculenta*). *Journal of Food Science & Technology*. 51(9), 1711–1723.
17. Kouhila M, Belghit A, Daguinet M, & Boutaleb B C (2001). Experimental determination of the sorption isotherms of mint (*Mentha viridis*), sage (*Salvia officinalis*) and verbena (*Lippia citriodora*). *Journal of Food Engineering*. 47, 281-287.
18. Kouhila M., Kechaou N., Otmani M., Fliyou M. & Lahsasni S. (2002). Experimental Study of Sorption Isotherms and Drying Kinetics of Moroccan Eucalyptus Globulus, *Drying Technology*. 20, 2027-2039.
19. Martínez-Las Heras, R. A.; Heredia, M. L.; & Castelló, A. A. (2014). Moisture Sorption Isotherms and Isotheric Heat of Sorption of Dry Persimmon, *Food Bioscience*. 7, 88–94. DOI:10.1016/j.fbio.2014.06.002.
20. Medeiros M L, Ayrosa A M I B, Pitombo R N M & Lannes S C S (2006). Sorption isotherms of cocoa and cupuassu products, *Journal of Food Engineering*. 73, 402-406.
21. Mousa, W.; Ghazali, M. F.; Jinap, S.; Ghazali, M. H.; & Radu, S. (2012). Sorption Isotherms and Isotheric Heats of Sorption of Malaysian Paddy. *Journal of Food Science and Technology*. DOI:10.1007/s13197-012-0799-4.
22. Nkouan B G (2007). Conservation des fruits du karate (*Vitellaria paradoxa Gaertn.*) et de l'aiélé (*Canarium schweinfurthii Engl.*) : isothermes de sorption d'eau et extraction des matières grasses stockés, *Thesis University of Ngaoundéré*; 207.
23. Nsouandélé J L, Tamba J G & Bonoma B. (2018). Desorption isotherms of heavy (AZOBE, EBONY) and light heavyweight tropical woods (IROKO, SAPELLI) of Cameroon, *Heat and Mass Transfer*; 54, 3089–3096.
24. Oliveira G H H, Corrêa P C, Santos E S, Treto P C and Diniz M D M. (2011). Evaluation of Thermodynamic properties using GAB model to

- describe the desorption process of cocoa beans. *International Journal of Food Science & Technology*, 46, 2077-2084.
25. Oswin C. R.(1946). The kinetic of package life III. The Isotherm, *Journal of the Society of Chemical Industry* .65, 419-421.
  26. Pfost H B, Maurer S G., Chung D S & Milliken G A (1976). Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains, *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*. 76, 3520-3532.
  27. Prette A P, Almeida F A C & Villa-Vélez A (2013). Thermodynamic properties of water sorption of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) as a function of moisture content. *Food Science and Technology*. 33(1), 199-208.
  28. Simo-Tagne M., Zoulalian A., Rogaume Y., Rémond R. et Bonoma B. (2016). Modélisation des isothermes de sorption, caractérisation des propriétés thermodynamiques et détermination des humidités d'équilibre d'usage des bois tropicaux, *Revue des Energies Renouvelables*. 19 (1), 79 – 96.
  29. Trignan J. (1991). Probabilités statistiques et leurs applications, *Breal*.
  30. Wolf W., Speiss W. E. L. & Jung G. (1985). Standardization of Isotherm measurements. In *Properties of Water in Foods*, (D. Simatos and J. L. Multon, eds.), Martinus Nijhoff pub., *Netherlands*. 661-679.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Apport Nutritionnel Des Aliments Consommés Par Les Adolescents De L'école Congolaise De Basket Ball « Gametime » De Brazzaville**

***Eddie Janvier Bouhika,***

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation Humaine (LaNAH), Faculté des Sciences et Techniques (FST), UMNG, Brazzaville, République du Congo  
Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire de la Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

***Paul Roger Mabounda Nkouna,***

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

Unité de Recherche Explorations Respiratoire, Hormonale et Gérontologique du Sportif. Institut de la Jeunesse et de l'Education Physique et du Sport (INJEPS), Université d'Abomey Calavi Porto-Novo (Bénin)

***Florent Nsompi,***

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

Unité de Recherche Explorations Respiratoire, Hormonale et Gérontologique du Sportif. Institut de la Jeunesse et de l'Education Physique et du Sport (INJEPS), Université d'Abomey Calavi Porto-Novo (Bénin)

***Rhyné Andrée Chrysnette Bouhoyi Pambou,***

Ecole congolaise de Basket Ball(ECB) Game time, Brazzaville, République du Congo

***Calvin Burton Mbutou,***

Laboratoire de Biologie Moléculaire. Ecole de kinésiologie, Université de sport de Shanghai. Rue Heng ren n°188, District de yang pu, Shanghai (République populaire de chine)

***Kalhede Penitencia Mboussi Nsougani,***

Faculté des Sciences de la Santé. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

***Sedrick Bodrova Bouhika Mpandi,***

Ecole congolaise de Basket Ball(ECB) Game time, Brazzaville, République  
du Congo

**Michel Elenga,**

Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation Humaine (LaNAH), Faculté des  
Sciences et Techniques (FST), UMNG, Brazzaville, République du Congo

**Etienne Nguimbi,**

Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire de la Faculté des Sciences  
et Techniques, Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du  
Congo

**François Mbemba,**

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur  
d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI,  
Brazzaville, République du Congo

Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation Humaine (LaNAH), Faculté des  
Sciences et Techniques (FST), UMNG, Brazzaville, République du Congo

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p21](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p21)

---

Submitted: 20 October 2021

Accepted: 12 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bouhika E.J., Nkouna P.R.M., Nsompfi F., Pambou R.A.C.B., Mbutou C.B., Nsougani  
K.P.M., Mpandi S.B.B., Elenga M., Nguimbi E., & Mbemba F. (2022). *Apport nutritionnel  
des aliments consommés par les adolescents de l'école Congolaise de Basket Ball « Gametime  
» de Brazzaville* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 21.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p21>

---

## Résumé

Notre étude avait pour objectif d'évaluer l'énergie apportée par les aliments consommés par les adolescents de l'école congolaise de Basket-ball (GAMETIME) pendant la période d'entraînement et comparer ces apports aux normes recommandées par les nutritionnistes. Une enquête de consommation alimentaire a été menée auprès de 10 joueurs dont l'âge moyen était de  $15,03 \pm 3,65$  ans. Le poids moyen était de  $41,57 \pm 5,18$ kg, tandis que la taille moyenne des sujets était de  $1,69 \pm 0,09$ m. La méthode utilisée était celle de rappel de 24 heures. Les résultats ont indiqué que 70% des sujets prennent 2 repas par jour et ces repas sont constitués de déjeuner (60%) et du dîner (30%). Toutefois, l'apport nutritionnel trouvé était de 3717,12 kilocalories. Tandis que la dépense énergétique était estimée à  $2827,29 \pm 128,87$  kilocalories. Par ailleurs, les pourcentages des apports étaient respectivement de 68,95 % en glucides (> à 60 %), de 19,52 % en lipides (< à 30 %) et de 11,53 % en protides (< à 15 %). Cependant, les apports énergétiques trouvés étaient

supérieurs aux dépenses énergétiques, soit une différence de  $889,83 \pm 3,38$  kilocalories a été constatée. La balance énergétique était plus dominée par des apports que des dépenses. Ces apports répondaient superficiellement aux normes recommandées. En conclusion, l'apport en macronutriment a montré des pourcentages incohérents par rapport aux normes recommandés. L'alimentation des basketteurs adolescents congolais était non seulement hyper glucidique mais malheureusement hypo lipidique et hypo protéique. Ces macronutriments déséquilibrés sont considérés comme facteurs limitants de performance.

---

**Mots clés :** Apport Nutritionnel, Alimentation, Adolescent, Basketball, Préparation Physique.

## **Nutritional Support Of Food Consumed By Adolescents At The Congolese Basketball School “Gametime” In Brazzaville**

*Eddie Janvier Bouhika,*

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation Humaine (LaNAH), Faculté des Sciences et Techniques (FST), UMNG, Brazzaville, République du Congo  
Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire de la Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

*Paul Roger Mabounda Nkouna,*

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

Unité de Recherche Explorations Respiratoire, Hormonale et Gérologique du Sportif. Institut de la Jeunesse et de l'Education Physique et du Sport (INJEPS), Université d'Abomey Calavi Porto-Novo (Bénin)

*Florent Nsompi,*

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

Unité de Recherche Explorations Respiratoire, Hormonale et Gérologique du Sportif. Institut de la Jeunesse et de l'Education Physique et du Sport (INJEPS), Université d'Abomey Calavi Porto-Novo (Bénin)

*Rhyne Andrée Chrysnette Bouhoyi Pambou,*

Ecole congolaise de Basket Ball(ECB) Game time, Brazzaville, République du Congo

***Calvin Burton Mboutou,***

Laboratoire de Biologie Moléculaire. Ecole de kinésiologie, Université de sport de Shanghai. Rue Heng ren n°188, District de yang pu, Shanghai (République populaire de chine)

***Kalhede Penitencia Mboussi Nsougani,***

Faculté des Sciences de la Santé. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

***Sedrick Bodrova Bouhika Mpandi,***

Ecole congolaise de Basket Ball(ECB) Game time, Brazzaville, République du Congo

***Michel Elenga,***

Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation Humaine (LaNAH), Faculté des Sciences et Techniques (FST), UMNG, Brazzaville, République du Congo

***Etienne Nguimbi,***

Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire de la Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

***François Mbemba,***

Unité de Recherche Nutrition, Santé et Motricité Humaine, Institut Supérieur d'Education Physique et Sportive. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

Laboratoire de Nutrition et d'Alimentation Humaine (LaNAH), Faculté des Sciences et Techniques (FST), UMNG, Brazzaville, République du Congo

---

**Abstract**

Our study aimed to evaluate the energy provided by the foods consumed by adolescents from the Congolese basketball school (GAMETIME) during the training period and to compare these contributions to the standards recommended by nutritionists. A food consumption survey was conducted among 10 players whose average age was  $15.03 \pm 3.65$  years. The average weight was  $41.57 \pm 5.18$  kg, while the average height of the subjects was  $1.69 \pm 0.09$  m. The method used was the 24 hour callback. The results indicated that 70% of the subjects took 2 meals per day and these meals consisted of lunch (60%) and dinner (30%). However, the nutrient intake found was 3717.12 kilocalories. While the energy expenditure was estimated at  $2827.29 \pm 128.87$  kilocalories. In addition, the percentages of intakes were respectively 68.95% in carbohydrates ( $>$  to 60%), 19.52% in lipids ( $<$ 30%) and 11.53% in proteins ( $<$ 15%). However, the energy intake found was greater than the energy expenditure, a difference of  $889.83 \pm 3.38$  kilocalories was observed. The energy balance was more dominated by intakes than expenditures. These contributions superficially met the recommended standards. In conclusion, the macronutrient intake showed inconsistent

percentages compared to the recommended standards. The diet of Congolese adolescent basketball players was not only high in carbohydrates but unfortunately low in fat and low in protein. These imbalanced macronutrients are considered as performance limiting factors.

---

**Keywords:** Nutritional intake, diet, teenager, basketball, physical training

## **Introduction**

Les installations sportives créées et réhabilitées au Congo avant les 11èmes jeux africains sont d'une grande importance. Ce grand rendez-vous sportif avait permis d'ériger des grands stades et des gymnases règlementaires faisant du Congo une source infrastructurelle sportive pas la moindre (Trésor Kibangula, 2015). Malgré tous ces efforts, le basketball n'avait remporté aucune médaille pendant les 11èmes jeux africains de Brazzaville 2015 (Wikipedia, 2015). Or, pour l'ensemble de la population active comme pour les sportifs de haut niveau, la réussite en compétition, tout comme les bénéfices tirés de l'entraînement physique sont très largement multifactoriels (American College of Sports Medicine, 2009). Parmi tous les facteurs qui entraînent l'optimisation des capacités physiques, la nutrition occupe une part importante et joue un rôle non négligeable (Dietitians of Canada, 2000), (Creff et al., 2004), (ACF, 2014).

En effet, les apports alimentaires contribuent à l'expression des capacités physiques du sportif, et ce, à différents niveaux (Mbemba F. et al., 2007). Le mode nutritionnel s'avère important à tous les temps de la préparation physique du professionnel comme de l'amateur, non seulement pendant les différentes phases d'entraînement, mais aussi à l'approche ou pendant des compétitions et durant toute la période de récupération (Milk & Move, 2020). De plus, la nutrition impacte sur les performances, soit en assurant la disponibilité en substrats énergétiques ou en maintenant l'homéostasie de l'organisme, par le biais de certains macro ou micronutriments aux effets potentiellement ergo géniques (Bigard et al., 2014). Toutefois, le rôle joué par la nutrition doit être envisagé suivant les grandes catégories de sports. Car, les problèmes nutritionnels étant différents, suivant que l'on s'adresse à des sportifs de longue durée (disciplines d'endurance) ou de force-puissance (disciplines de force ou de vitesse).

Par ailleurs, l'apport énergétique alimentaire est le point focal de cette étude qui s'inscrit dans le domaine de la motricité humaine pour atteindre une performance optimale dans la pratique du basket Ball.

Différents acteurs interviennent dans la réussite de la performance sportive à savoir les entraîneurs ou encadreurs, les parents, les dirigeants et les nutritionnistes.

Tout comme la compétition et la récupération, l'énergie alimentaire est un facteur déterminant pour la performance sportive. Un apport suffisant d'énergie à chaque repas et à l'entraînement ou à la compétition présente de nombreux effets bénéfiques pour le sportif (Pedrotti, 2001).

Il est donc avéré qu'il faut une stratégie nutritionnelle bien organisée et équilibrée pour maintenir l'organisme en forme et surtout bien favoriser sa récupération (Marc F., 2005). En effet, une alimentation équilibrée contribue à l'optimisation de la performance sportive. Chercher toujours un apport énergétique alimentaire suffisant au quotidien est un bon moyen pour améliorer ses chances de réussite sportive.

C'est pourquoi, nous avons voulu vérifier si l'énergie apportée à travers les aliments consommés chez les jeunes basketteurs de l'école congolaise de basketball Game time peut répondre pour améliorer leur performance?

### **Problématique**

La quantité d'énergie fournie par les aliments consommés par les jeunes basketteurs en République du Congo est-elle suffisante et favorable pour produire des bons résultats ?

Pour mener à bien notre étude, nous nous sommes fixés l'objectif suivant : déterminer la quantité d'énergie apportée par les aliments des jeunes basketteurs tout en la comparant aux normes des nutritionnistes.

Cependant, pour tenter de répondre à cette interrogation, nous avons émis l'hypothèse suivante : les aliments consommés ne permettent pas de produire des quantités importantes d'énergie afin de réaliser les bonnes prestations sportives.

### **Methodologie Adoptee**

#### **Type et cadre de l'étude**

Notre étude transversale s'est déroulée à Brazzaville, capitale de la République du Congo, du 20 au 30 août 2021.

#### **Échantillonnage**

Notre échantillon était constitué de 10 joueurs masculins dont l'âge varie de 12 à 16 ans.

#### **Critères d'inclusion**

Furent inclus dans notre étude, tous les jeunes basketteurs appartenant à l'école congolaise de Basket Ball(GAMETIME) ayant une licence en cours de validité et participant aux différentes séances d'entraînement.

#### **Critères d'exclusion**

Ont été exclus dans notre étude les joueurs qui ne répondaient pas aux critères d'inclusion.

## Enquête alimentaire

La consommation des denrées alimentaires des joueurs a été enregistrée en utilisant la méthode du « Rappel des 24 heures » (Cubeau J, Pequignot G., 1980). C'est une méthode rétrospective par entretien qui consiste à décrire qualitativement et quantitativement tous les aliments et boissons consommés par le sujet depuis son réveil pendant 24 h, le jour de l'enquête.

## Méthode d'investigation

### Les données alimentaires

A l'aide de la méthode du rappel de 24 heures (Cubeau J, Pequignot G., *Op cit*), un questionnaire d'enquête adapté de Cupisti (2002) a été mis à la disposition des enquêtés.

**Le questionnaire** une fois rempli et retourné, la conversion des aliments en nutriments a été effectuée à l'aide d'une table de composition des aliments pour 100g de partie comestible compilés (Cubeau J, Pequignot G., *Op cit*), synthétisant celle de la FAO (1970) et de Ciqual (2017).

Pour trouver le **grammage** des différents aliments consommés, les quantités ont été appréciées à l'aide d'unités ménagères (cuillères, bols, verres, tranches, parts) (Diabeno, 1991).

**Les apports énergétiques** (1 kcal = 4,18 kJ), ainsi que les valeurs des macronutriments (glucides, protéines, lipides) ont été comparés aux apports conseillés respectivement par la **FAO (1970)**, ainsi que ceux proposés par DOROSZ (2000) et le Centre National de Coordination des Etudes et des Recherches (CERNA) de France (Emmanuel, 2002), Henri (1992).

**Les dépenses énergétiques journalières** ont été calculées à l'aide des formules adaptées par Bonchard et Belanger (Black A E. et al., 1993), en tenant compte des dépenses du Métabolisme de Base (MB) et celles liées à l'activité c'est-à-dire, les Dépenses Énergétiques selon l'Activité (DEA).

### Les données anthropométriques

**La taille et le poids** ont été mesurés selon la technique préconisée par Fidanza (1991).

**Le Calcul de l'indice de masse corporelle (IMC)** nous a permis de situer la masse corporelle à travers les valeurs obtenues du poids et de la taille selon la formule suivante :

$$IMC = \frac{m}{T^2} \text{kg/m}^2$$

**Les valeurs de l'IMC** ont été comparées selon la classification de l'état nutritionnel en fonction de l'indice de masse corporelle par l'OMS (1995).

<b>Indice de masse corporelle (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Etat nutritionnel</b>
> 40	Obésité très sévère
35,3 - 39,99	Obésité sévère
30,0 - 34,99	Obésité modérée
25,50 - 29,99	Embonpoint (Excès de poids)
18,50 - 24,99	Normaux
17,0 - 18,49	Maigreur légère
16,0 - 16,99	Maigreur modérée
< 16,00	Maigreur sévère

Source : OMS, 1995.

### **Considération d'éthique**

Un consentement éclairé et écrit a été obtenu par les parents après une explication complète de leur rôle dans l'étude.

### **Analyse statistique**

Les données de cette étude ont été enregistrées et reportées sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type et sous forme de fréquence. L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS 2.1 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Les fréquences ont été comparées par un test de Khi deux. Un test t indépendant a permis de comparer les valeurs anthropométriques. Le seuil de significativité était fixé à  $p < 0,05$ .

### **Resultats**

**Tableau 1 : Etat nutritionnel des Joueurs**

<b>Etat nutritionnel</b>	<b>Joueurs (n = 10)</b>	<b>%</b>
Obésité très sévère	/	/
Obésité sévère	/	/
Obésité modérée	/	/
Embonpoint	/	/
Normaux	10	100
Maigreur légère	/	/

Maigreur modérée	/	/
Maigreur sévère	/	/

Ce tableau montre que la majorité de joueurs sont normaux, soit 100 % des joueurs étaient rangés dans l'intervalle de la normalité.

**Tableau 2: Données anthropométriques des joueurs**

Variables	Joueurs (n = 10)
	$\bar{X} \pm \delta$
Age (an)	15,03 ± 3,65
Poids (Kg)	41,57 ± 5,18
Taille (m)	1,69 ± 0,09
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21,06 ± 1,61

Le tableau 2 indique que l'âge moyen des joueurs était de 15,03 ± 3,65 ans tandis que le poids moyen était de 41,57 ± 5,18 kg. Par ailleurs, la taille moyenne était de 1,69 ± 0,09 m et l'IMC moyen était de 21,06 ± 1,61kg/m<sup>2</sup>.

**Tableau 3 : Nombre de repas pris par jour**

Variables	Joueurs (n = 10)	%
1 repas	00	00,00
2 repas	07	70
3 repas	03	30
4 repas	00	00,00

Ce tableau montre que 07sujets soit (70 %) des joueurs mangent 2 repas et 03 soit (30 %) des joueurs mangent trois repas par jour.

**Tableau 4 : Repas pris la journée**

Variables	Joueurs (n=10)	%
Petit déjeuner	01	10
Déjeuner	06	60
Collation	0	00
Diner	03	30

Dans ce tableau, 06 athlètes (60 %) privilégient le déjeuner ; 03 (30 %) privilégient le dîner et 01 (10 %) privilégie le petit déjeuner. Par contre, aucun sujet n'avait pris la collation.

**Tableau 5 : Apport journalier des macros-nutriments chez les basketteurs**

macronutriments	Glucides	Lipides	Protides	Total
-----------------	----------	---------	----------	-------

Energie recommandée pour l'alimentation équilibrée (Kcal) en pourcentage Hoch AZ et al., 2008 Otten JJ et al., 2006	1650 55 % - 65 %	900 25 %- 35 %	450 10 % -30 %	3 000 100 %
Energie apportée (Kcal) en pourcentage (notre étude)	2562,95 68,95 %	725,58 19,52 %	428,59 11,53 %	3717.12 100 %

Ce tableau indique que les glucides ont apporté 2562,95 kilocalories soit 68,95 %. Par contre, les lipides ont apporté 725,58 kcal, soit 19,52 % et les protides ont donné 428,59 kilocalories, soit 11,53% d'énergie. Le total d'énergie apportée était de 3717,12 kilocalories.

**Tableau 6 : Pourcentage des macronutriments trouvé chez les basketteurs**

Variables	A.N.T en macronutriments	ANR(Vidailhet M.,2004)
Glucides	68,95	50 - 55 % voire 60%
Lipides	19,52	25- 30 %
Protéines	11,53	15 – 20 %

*ANR : Apport nutritionnel Recommandé ; ANT : Apport nutritionnel Trouvé*  
 Ce tableau indique que l'apport nutritionnel trouvé est respectivement de 68,95 % en glucides, 19,52 % en lipides et 11,53 % en protéines.

**Tableau 7 : Différence entre apport et dépense énergétique chez les joueurs**

Variables	Joueurs (n = 10)	
	A.E (kilocalorie) des joueurs	D.E (kilocalorie) <i>Ribeyre et al.(2000) ; D.E au basket (3000 kcal), Yamauchi et al. (2007), Anne(2013).</i>
$\bar{X} \pm \delta$	3717,12 ± 125,49	2827,29 ± 128,87
<b>Difference</b> <b>P</b>		889,83 ± 3,38 S***

*A.E= Apport énergétique ; D.E= Dépense énergétique*

Ce tableau montre une différence de 889,83± 3,38 Kilocalories entre les apports et les dépenses énergétiques chez les jeunes joueurs adolescents

## Discussion

Les résultats obtenus indiquent que, sur les données anthropométriques, nos sujets ont présenté un âge moyen de 15,03 ± 3,65 ans. Cette fourchette d'âge a été trouvée dans les travaux menés par Bouhika et al.

( 2016) chez les basketteurs congolais débutants. Tandis que le poids moyen était à  $41,57 \pm 5,18$ kg, la taille moyenne était à 1,69m et l'IMC était à  $21,06 \pm 1,61$ kg/m<sup>2</sup>.

### **Appréciation de l'état nutritionnel**

Nos sujets présentent un état nutritionnel normal (100 %) avec un I.M.C. moyen de  $21,06 \pm 1,61$  kg/m<sup>2</sup>. Toutefois, il est à noter que l'état nutritionnel normal est encouragé et recherché pour la pratique des activités physiques et sportives. De même, l'I.M.C. demeure un élément de base de l'évaluation du statut nutritionnel, non seulement des patients, mais aussi des sportifs (HAS., 2011).

Nos résultats en I.M.C. sont conformes à ceux rapportés par Bintou (2007), Diakité (2000) et Welham et al. (1942). De même, nos résultats sont identiques à ceux trouvés par Anne (2013) sur la dépense énergétique liée à l'activité physique et à la composition corporelle chez les jeunes suisses. Ces résultats qui stipulent que toutes les variables morphologiques sont significatives selon l'âge chez les garçons ; à savoir le poids ( $p=0.001$ ), la taille ( $p=0.002$ ), l'IMC ( $p=0.001$ ). En effet, les garçons subissent donc d'importants changements morphologiques entre 12 ans et 14 ans par rapport aux femmes.

En ce qui concerne le nombre de repas pris la journée, nos résultats indiquent que 70 % des jeunes consomment deux (02) repas par jour alors que 30 % ont déclaré prendre 3 repas par jours. Or le nombre de repas pris la journée peut influencer négativement ou positivement l'apport énergétique du sujet. Ces résultats montrent que la prise de nourriture chez tout homme est réglée à la fois par un système physiologique complexe qui régule la faim et la satiété et en même temps par des normes sociales qui vont intervenir sur le rythme des repas et la composition des menus (INRA, 2012). Les travaux sur l'alimentation des adolescents insistent, de fait, surtout sur la dimension sociale des repas pris "avec des copains" en restauration scolaire ou commerciale. Le lien entre la présence de fast-food à proximité des écoles, et la probabilité d'être obèse a été démontré de manière significative à l'aide d'une étude sur 500 000 jeunes californiens. En effet, une forte proximité des fast-foods (mais pas des autres restaurants) a été associée à une augmentation de l'IMC chez les enfants plus que les adultes (un rapprochement de 0,1 mile de l'école augmente l'obésité des enfants de 5,2 %) (INRA, 2010). Pour notre étude, le nombre de repas pris a certes favorisé une bonne balance énergétique, mais n'a pas causé la présence de l'obésité car, l'IMC de nos joueurs était normal.

Cependant, les repas pris la journée étaient constitués en majorité du déjeuner (60 %) et un peu du dîner (30 %). Ce qui démontre que nos sujets recevaient les apports suffisants (AS) plus à travers leur déjeuner que le petit déjeuner, la collation et le dîner.

## **Apport nutritionnel en macronutriments**

Concernant l'apport énergétique, il est important de souligner que tous les macronutriments ont chacun donné des valeurs aboutissant aux apports énergétiques totaux. De ce fait, nos sujets ont présenté un apport énergétique total de 3717,12 kcals.

Or, sur la base des nombreuses études existantes à ce jour, on peut estimer que les apports énergétiques des sportifs adolescents entraînés pratiquant des sports de longue durée, varient de 40 à 65 kcal/kg/j, soit de 3000 à 3300 kcal/j (Hoch et al., 2008) ; (Otten et al., 2006) pour un sujet de plus de 40 kg comme l'indique Bigard et al. (2007). Cependant, Bintou (2007) a rapporté que cette importante variation dépend de la période de mesure dans la saison, de la charge de travail à l'entraînement ou à la compétition et de la méthode utilisée, 3800-6000 Kcal (soit 50 à 60 Kcal par Kg) pour les adultes. Nos résultats sont conformes aux recommandations formulées par Bigard et al (op cit). En effet, les apports trouvés (3717, 12 kcal) sont favorables pour la réalisation d'une bonne performance. Aussi, ces apports sont supérieurs à ceux retrouvés par Rieth et al.(1999) chez les coureurs de fond de 35 à 60 ans et qui s'élevaient à 2451,9 Kcal. Toutefois, l'apport énergétique total de leurs repas correspondait à la somme des apports énergétiques trouvés.

Concernant les Glucides, principale source d'énergie quand l'apport en oxygène aux muscles actifs est insuffisant. En plus de sa contribution en condition anaérobie, les glucides fournissent aussi beaucoup d'énergie aux cours d'exercices de longue durée (course de demi-fond et de fond (Cole et al., 2014) ; (Hawley et al., 1995). Dans cette perspective, Creff et al. (2004) ont rapporté que la ration alimentaire moyenne doit être constituée de 55 % de glucides. De même, ANSES ou AFSSA (2014) situe l'équilibre alimentaire des macronutriments comme les glucides de 50 à 55 %. Ainsi, dans notre cas, nous constatons que nos sujets ont présenté un apport énergétique en glucides de 2562,95 kilocalories soit 68,95 %. Il sied de noter que l'alimentation de nos athlètes est hyper glucidique. Les données obtenues sont élevées et montrent un certain déséquilibre du point de vue glucidique.

Aussi, lorsque nous tenons compte des recherches menées par Dietitians of Canada (2000) ( $\geq 60$  %), Bigard et al. (2014) ; Comité Internationale Olympique (2013) (65 %-70 %) ; Bacquaert et al. (2009) et IMNA (2006) (55 à 65 %) chez le sportif, soit 5 à 8g.kg-1.j-1 sans oublier Daniel et al. (2013), nos résultats peuvent s'avérer favorables d'autant plus que la quantité des glucides trouvée (68,95 %) est susceptible d'accompagner la réalisation de la performance.

Concernant les lipides, nos sujets ont présenté un apport lipidique très faible : 725,58 Kcal, soit 19,52 %. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Mbanzoulou et al. (2017) qui étaient de 542,8 Kcal soit (12,77 %), Zacharie et al. (2016) qui étaient de 9.37 % chez les sprinters et Bouhika et al. (2017)

qui étaient de 11.57 % chez les athlètes de demi-fond. Cependant, les normes recommandées sont situées entre 20 et 30 % de l'AETQ (Bacquaert et al., 2009), Daniel et al. (2013) soit 1,5 à 1,7g.kg-1.j-1. Or, le CIO (2013), Bigard et al. (2007) et ANSES (2014), recommandent 15-25 % d'Apport Énergétique Total Quotidien (AETQ) chez le sportif. En effet, les lipides s'avèrent une source d'énergie irremplaçable pour notre équilibre physique et pour la pratique d'une activité physique importante (Lasserre et al., 2016). L'alimentation de nos sujets est hypo lipidique, or le niveau faible du taux de lipide est une cause probable de frein dans la réalisation des performances, ce qui confirme notre hypothèse.

Concernant les protides, nos sujets ont présenté un apport protéique de 428,59 Kcal, soit 11,53 %. Ces valeurs sont, en effet, au-dessous des recommandations des nutritionnistes. Par exemple, il est recommandé un apport protéique de 1,2 à 1,6 g/kg par jour, soit 12-15 % (Rodriguez, 2009); (Burke et al., 2010). De même, Bigard et al. (2007) encouragent un apport d'environ 15 % de protéines. Toutefois, les protéines en tant que nutriments clés dans la récupération post-effort et de l'adaptation à l'entraînement ou la compétition, sont également importantes pour les athlètes ou joueurs, bien qu'elles interviennent peu dans la fourniture énergétique (Moore, 2014). Cependant, nous constatons que l'alimentation de nos athlètes est hypo protéique. Or, non seulement la présence des acides aminés et les protéines est indispensable, mais aussi leur quantité doit être suffisante, pour que l'augmentation des flux de synthèse protéique puisse s'exprimer et que la construction musculaire puisse se développer (Bigard et al., 2013).

Toutefois, nos résultats indiquent que l'apport nutritionnel trouvé (ANT) est supérieur en glucides mais, inférieur en lipides et en protides par rapport à l'apport nutritionnel recommandé(ANR) par vidailhet (2004). C'est à dire, 68,95 % de glucides sont supérieurs à 50-55 %. Cependant, 19,52 % de lipides sont inférieurs à 25-30 % et 11,53 % des protides sont inférieurs à 15-20 % trouvés par Vidailhet, Op cit).

Concernant la différence entre l'apport et la dépense énergétique chez nos joueurs adolescents, nous avons trouvé un apport de 3717,12 kilocalories, alors que la dépense énergétique était de 2827,29 kilocalories. Cette dépense est inférieure par rapport aux travaux de Ribeyre et al. (2008) qui avaient rapporté une dépense de 3000 à 3350 kilocalories chez les basketteurs. Leurs résultats sont en accord avec les recherches menées par Yamauchi et al. (2007) et Anne (2013). En effet, nous avons constaté une balance de 889, 29 kilocalories avec une différence hautement significative. Cette balance est constatée du fait que la dépense énergétique était moins importante par rapport à l'Apport Suffisant (AS). Ces sujets montraient néanmoins un apport nutritionnel légèrement plus optimal que la dépense énergétique. En l'état actuel des connaissances, une augmentation de l'activité physique est le seul

moyen susceptible d'augmenter les dépenses énergétiques de l'homme (Luc et al., 2000).

L'écart entre l'apport et la dépense peut se justifier par le fait que nos sujets ne respectaient pas le programme d'entraînement, ce qui justifie la faible pratique du basket par rapport à l'apport énergétique quotidien comme le souligne aussi INSEP (2015). Or, L'évolution du poids corporel dépend de l'équilibre entre les apports et les dépenses d'énergie (Luc et al, opcit).

### **Conclusion**

Cette étude a présenté quelques limites méthodologiques et nous a permis de dégager les caractéristiques en apports énergétiques des macronutriments de l'alimentation de ces joueurs adolescents. Bien que l'état nutritionnel de nos sujets était à 100 % normo pondéral, cette étude a révélé quelques incohérences au niveau des pourcentages des macronutriments.

Les macronutriments étaient hors normes pour certains apports nutritionnels conseillés. L'alimentation de nos sujets était non seulement hyper glucidique ; facteur permettant de reculer les limites de la fatigue mais malheureusement hypo protéique et hypo lipidique. Ces faibles taux de lipides et des protéines sont à l'origine de la fatigue nerveuse, de la mauvaise récupération et du frein pour l'adaptation à l'effort. Toutefois, les réponses physiologiques à l'entraînement ne peuvent se développer que si les apports protéique et lipidique sont suffisants et bien adaptés.

### **References:**

1. ACF. Assistance Alimentaire, Manuel Pour les Professionnels de Terrain, Département scientifique et technique Action Contre la Faim., International ACFI- France; 2014.
2. American College of Sports Medicine. Nutrition and Athletic Performance [Internet]. 2009. Disponible sur: Medscape. URL : <http://www.medscape.com/viewarticle/717046>.
3. Anne-Julie Vial. La dépense énergétique liée à l'activité physique et à la composition corporelle chez les jeunes [Internet]. 2013. Disponible sur: [https://doc.rero.ch/record/233017/files/Vial\\_Anne-Julie.pdf](https://doc.rero.ch/record/233017/files/Vial_Anne-Julie.pdf).
4. ANSES ou AFSSA. Les apports nutritionnels conseillés [Internet]. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.; 2014. Disponible sur: URL : <https://www.anses.fr/fr/content/lesapports-nutritionnels-conseill%C3%A9s>.
5. Bacquaert P., Maton F. La nutrition du sportif. Chiron, Magny-les-Hameaux.; 2009.
6. Bigard X., Guezennec Y. Alimentation en athlétisme. Conférence de consensus de l'AAF. IAAF, 2014.

7. Bigard X., Guezennec Y. Extrait de l'ouvrage «Médecine du sport pour le praticien», Coord. P. Rochcongar et D. Rivière, paru en novembre 2013
8. Bigard X., Guezennec Y. Nutrition du sportif. Masson, Issy-les-Moulineaux.; 2007.
9. Bintou Coulibaly. Etude de l'alimentation des basketteurs au cours des préparations précompétitives. [Mali]: Thèse de doctorat, Université de BAMAKO.; 2007.
10. Black A. E., Prentice A.M., Goldberg G.R. Measurement of total energy expenditure provide insights into the validity of dietary measurements of energy intake. *J Am DietAss.* 1993;93:572-9.
11. Bouhika E.J., Moussouami S.I., Tsiama P.J.A., Bazaba Kayilou J.M., Moyen R., Mizere MOUNGONDO M., Mbemba F. Food Ration and Mental Training for the Improvement of the Free Throw Performance in Congolese Beginners Basketball Players. *J Educ Train Stud.* 2016;4(11):119-24.
12. Bouhika E.J., Moussoki J.M., Mabounda KOUNGA P.R., GUIE G., Pambou MOUSSITOU J. D., Bouhika Mpandi B.S., Mboutou B.C., Milandou E.G., Nkaya NGOUAMBA A., Mokondji MOBE E., Mbemba F. Prevalence of carbohydrate ration in Congolese endurance runners : case of Brazzaville athletes. *Int J Food Sci Nutr.* 2017;2(3):26-31.
13. Burke L., Deakin V. Clinical Sports Nutrition 4eme ed. North Ryde : McGraw-Hill Australia; 2010.
14. CIQUAL (centre d'information sur la qualité d'aliments). Table de composition nutritionnelle. l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES); 2017.
15. Cole M., Coleman D., Hopker J., Wiles J. Improved gross efficiency during long duration submaximal cycling following a short-term high carbohydrate diet. *J Sports Med.* 2014;35(3): 265-9.
16. Comité Internationale Olympique (CIO). Manuel de Médecine de sport. Losane, Commission de Nutrition. 2013.
17. Creff A.F., Layani D. Manuel de diététique en pratique médicale courante. Paris; 2004. 301 p. (*Elsevier Masson, 5e éd.*).
18. Cubeau J., Pequignot G. La technique du questionnaire alimentaire quantitatif utilisée par la section nutrition de l'Inserm. *Rev Epidemiol Santé Publique.* 1980;28:367-72.
19. Cupisti A., D'Alessandro C., Castrogiovanni S., Barale A., Morelli E. Nutrition knowledge and dietary composition in Italian adolescent female athletes and non-athletes. *Int J Sport Nutr Metab.* 2002;12:207-19.
20. Daniel H., Kuhn F. Nutrition de l'endurance. Diététique, nutrition d'un sportif [Internet]. 2013. Disponible sur: URL : <http://tpe-sante-et-sport>

- ttg.emonsite.com/pages/nutrition-et-filiere-energetique-d-un-sportif.html.
21. Diabeno V. Détermination des mesures des aliments consommés au Congo en vue d'une étude sur les habitudes alimentaires. Mémoire. U. M. NG; 1991.
  22. Diakité Adama. Profil physiologique dans le sport d'élite au MALI. [Mali]: Thèse de MED Bamako.; 2000.
  23. Dietitians of Canada, the American Dietetic Association, and the American College of Sports Medicine. Nutrition and athletic performance. *Can J Diet Pract Res.* 2000;61(14):17692.
  24. Dorosz Ph. Table des calories. Paris: Maloine; 2000. 160 p.
  25. Emmanuel H. Validation d'un modèle d'enquête alimentaire simplifiée, utilisable en médecine générale. *Sci Vivant Q-Bio.* 2002;1162.
  26. FAO. Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique. Rome; 1970. 218 p.
  27. Fidanza F. Anthropometric methodology, Nutritional status assessment London: Chapman and Hall. 1991. 143 p. (in: Fidanza F. editor.).
  28. HAS (haute autorité de la santé). Recommandations de bonne pratique - Surpoids et obésité de l'adulte. Prise en charge médicale de premier recours, 2011.
  29. Hawley J. A., Hopkins, W. G. Aerobic glycolytic and aerobic lipolytic power systems. A new paradigm with implications for endurance and ultra endurance events. *Sports Med.* 1995;19(4).
  30. Henri D., Abraham J., Giachetti I. Centre national de la recherche scientifique (France); Centre national de coordination des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation (France). Paris: Tec & Doc.; 1992.
  31. Hoch A.Z, Goossen K., Kretschmer T. Nutritional requirements of the child and teenage athlete. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2008;19(2):373-98.
  32. Institute of Medicine of National Academies IMNA. Les apports nutritionnels de référence (ANREF). Le guide essentiel des besoins en nutriments. 2006.
  33. INSEP. Dossier : nutrition et performance sportive [Internet]. 2015 [cité 13 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.sante-sur-le-net.com/nutrition-bien-etre/activite-sportive/alimentation-du-sportif/>.
  34. INRA. Comportements alimentaires. Éditions Quæ. 2012. (Collection : Matière à débattre et décider).
  35. INRA. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ? Comportements alimentaires. Les Synthèses de l'expertise

- scientifique collective réalisée par l'INRA à la demande du ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche. 2010.
36. Lasserre, S., Bucher D.T., Kruseman M. Lipides et performance chez des athlètes d'endurance : optimisation et représentations. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nupar.2016.04.028> , Pages 116–117. 2016;30(2).
  37. Luc Tappy & Éliane Guenat. Dépenses d'énergie, composition corporelle et activité physique chez l'homme [Internet]. médecine/sciences; 2000 [cité 12 janv 2021]. Disponible sur: [http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/1526/2000\\_10\\_1063.pdf?sequence=1](http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/1526/2000_10_1063.pdf?sequence=1)
  38. Marc F. L'alimentation du joueur de football. Conclusions d'une Conférence Internationale de Consensus tenue au siège de la FIFA à Zurich; 2005.
  39. Mbanzoulou F.D., Mbemba F., Bouhika E.J., Guie G., Balou G.F., Nzambi Mikoulou D., Mboungou Z. Eating Habits of the Riders of Middle Distance in Training, Brazzaville, Congo. *Imp J Interdiscip Res*. 2017;3(3):1367-71.
  40. Mbemba F., Ouissika S.G., Senga P. Apports en hydrate de carbone dans l'alimentation des sportifs de haut niveau à Brazzaville : répercussions sur l'équilibre alimentaire. *Méd et nut*. 2007;43(2):80-87.
  41. Milk & Move. Préparation physique : comment aborder le retour à l'entraînement ? *Entraînement et nutrition*, [Internet]. 2020. Disponible sur: <https://www.produits-laitiers.com/preparation-physique-comment-aborder-le-retour-a-lentrainement/>
  42. Moore DR, Camera DM, Areta JL, Hawley JA. Beyond muscle hypertrophy: why dietary protein is important for endurance athletes. *Appl Physiol Nutr Metab*. sept 2014;39(9):98797.
  43. OMS. Classification de l'état nutritionnel en fonction de l'indice de masse corporelle. 1995.
  44. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD. Dietary reference intakes: The essential guide to nutrient requirements. National Academies Press, [Internet]. 2006 [cité 12 janv 2021]. Disponible sur: [http://nap.edu/openbook.php?record\\_id=11537](http://nap.edu/openbook.php?record_id=11537) (consulté le 28 juin 2012).
  45. Pedrotti. Alimentation-du sportive [Internet]. 2001. Disponible sur: <http://www.blog-Elsevier-masson.fr>.
  46. Ribeyre, J., Fellmann, N., Vernet, J., Delaître, M., Chamoux, A., Coudert, J., & Vermorel, M. (2000). Components and variations in daily energy expenditure of athletic and non-athletic adolescents in

- free-living conditions. *British Journal of Nutrition*, 84(4), 531-539.  
doi:10.1017/S0007114500001847
47. Rieth ; Koralsztein J.P. et Billat V. L. : Influence de l'entraînement sur le choix nutritionnel chez les coureurs de fonds de 35-60 ans. Cent Médecine Sport CCAS Paris Lab D'études *Mot Hum Fac Sci Sport*. L'éducation Phys Univ Lille 2, 8ème Congrès L'ACAPS-Macolin; 1999.
  48. Rodriguez, N. R., Dimarco, N. M., Langley, S., American Dietetic, A., Dietitians of, C., American College of Sports Medicine, N., & Athletic, P. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine : Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.*, 2009;109(3):509-27.
  49. Trésor Kibangula (jeune africain). Tout savoir sur les 50 ans des Jeux Africains; 2015.
  50. Vidailhet M. (coord.). Apports nutritionnels conseillés pour les enfants et adolescents sportifs de haut niveau de performance., éditions Tec & Doc Lavoisier / AFSSA, Paris; 2004.
  51. Welham, WC and AR. Beh J. R. I. The specific gravity of healthy Men.; Body weight divided by volume and other physical characteristics of exceptional Athletes and of naval personnels. *j.amMedAss.* 1942;118:498.
  52. Wikipedia. Basket-ball aux Jeux africains [Internet]. 2015.  
Disponible sur: [https://fr. wiki pe dia. org/ wiki/Basket-ball\\_aux\\_Jeux\\_africains\\_de\\_2015](https://fr.wikipedia.org/wiki/Basket-ball_aux_Jeux_africains_de_2015).
  53. Yamauchi T, Kim SN, Lu Z, Ichimaru N, Maekawa R, Natsuhara K, Ohtsuka R, Zhou H, Yokoyama S, Yu W, He M, wan Kim SH and Ishii M. Age and Gender Differences in the Physical Activity Patterns of Urban Schollchildren in Korea and China. *J Physiol Anthropol.*, 2007;26(2):101-7.
  54. Zacharie Mboundou, Daniel Massamba, Eddie Janvier Bouhika, Fulbert Distel Mbanzoulou, Donal Nzambi Mikoulou, Aubry Babain Loubelo, Gilles Freddy Mialoundama-Bakouetila, Doctromée Mboundou and François Mbemba. The Prevalence of Hypertension in Sprinter's Athletes in Training Congo-Brazzaville. *Imp J Interdiscip IJIR.* 2016;2(12):1059-64.



## **Mortalité Néonatale dans le Service de Pédiatrie du Centre Hospitalier Universitaire de Kara de 2016 à 2020**

*Segbedji Kokou Agbékogni René, Chu-Kara*

*Tchagbele Ouro-Bagna, Maître Assistant De Pédiatre, Chu-Kara*

Département de pédiatrie, CHU-Kara, Université de Kara, Togo

*Takassi Ounoo Elom, Maître Assistant De Pédiatre, Chu So Lomé*

*Agbeko Foli, Maître Assistant De Pédiatre, Chu So Lomé*

Département de pédiatrie, CHU- SO, Université de Lomé, Togo

*Talboussouma Sollim Myriam, Pédiatre, Chu-Kara*

*Kombieni Kadji, Médecin, Des De Pédiatrie, Chu-Kara*

Département de pédiatrie, CHU-Kara, Université de Kara, Togo

*Atakouma Yawo Dzayissé, Professeur De Pédiatrie, Chu So Lomé*

*Djadou Koffi Edem, Professeur De Pédiatrie, Chu So Lomé*

*Gbadoe Adama Dodji, Professeur De Pédiatrie, Chu So Lomé*

Département de pédiatrie, CHU- SO, Université de Lomé, Togo

*Azoumah Komi Deladem, Professeur De Pédiatrie, Chu-Kara*

Département de pédiatrie, CHU-Kara, Université de Kara, Togo

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p39](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p39)

Submitted: 22 December 2021

Accepted: 08 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Segbedji K.A.R, Tchagbele O-B, Takassi O.E, Agbéko F, Talboussouma SM, Kombieni K, Atakouma Y.D, Djadou K.E, Gbadoé A.D, & Azoumah K.D (2022). *Mortalité Néonatale dans le Service de Pédiatrie du Centre Hospitalier Universitaire de Kara de 2016 à 2020* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 39.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p39>

### **Résumé**

**Objectif :** décrire la mortalité néonatale dans le service de pédiatrie du CHU-Kara

**Matériel et méthode :** il s'agit d'une étude descriptive transversale portant sur les nouveau-nés décédés durant l'hospitalisation du 1er Janvier 2016 au 31 Décembre 2020 au CHU-Kara. Les principaux paramètres étudiés étaient les renseignements généraux, les caractéristiques de la mère, l'histoire et l'évolution de la grossesse, les données liées à l'accouchement, l'état du nouveau-né, la pathologie diagnostiquée et le traitement reçu avant le décès.

Résultats : le taux de mortalité néonatale était de 158,4 ‰ dont 87,8% dans la première semaine de vie. Les facteurs maternels associés aux décès néonataux étaient : l'âge maternel compris entre 18-35 ans, le lieu de provenance et le niveau bas d'instruction. Les facteurs obstétricaux et néonataux associés au décès néonataux étaient : le mauvais suivi de la grossesse, le sexe masculin, l'accouchement par voie basse, l'asphyxie périnatale, la primiparité, la prématurité et la détresse respiratoire néonatale.

Conclusion : la mortalité néonatale constitue un véritable fléau dans notre société. Le renforcement du suivi des femmes enceintes et de la prise en charge précoce du nouveau-né permettra de réduire cette mortalité.

---

**Mots clés** : Décès Néonataux, Nouveau-Né, Facteur De Risque, Accouchement, Togo.

## **Neonatal Mortality in the Pediatric Department of Kara Teaching Hospital from 2016 to 2020**

*Segbedji Kokou Agbékogni René, Chu-Kara*

*Tchagbele Ouro-Bagna, Maître Assistant De Pédiatre, Chu-Kara*

Département de pédiatrie, CHU-Kara, Université de Kara, Togo

*Takassi Ounoo Elom, Maître Assistant De Pédiatre, Chu So Lomé*

*Agbeko Foli, Maître Assistant De Pédiatre, Chu So Lomé*

Département de pédiatrie, CHU- SO, Université de Lomé, Togo

*Talboussouma Sollim Myriam, Pédiatre, Chu-Kara*

*Kombieni Kadji, Médecin, Des De Pédiatrie, Chu-Kara*

Département de pédiatrie, CHU-Kara, Université de Kara, Togo

*Atakouma Yawo Dzayissé, Professeur De Pédiatrie, Chu So Lomé*

*Djadou Koffi Edem, Professeur De Pédiatrie, Chu So Lomé*

*Gbadoe Adama Dodji, Professeur De Pédiatrie, Chu So Lomé*

Département de pédiatrie, CHU- SO, Université de Lomé, Togo

*Azoumah Komi Deladem, Professeur De Pédiatrie, Chu-Kara*

Département de pédiatrie, CHU-Kara, Université de Kara, Togo

---

### **Abstract**

Objective: describe neonatal mortality in the pediatric department of the CHU-Kara.

Material and method: It was a cross-sectional descriptive study on newborns who died during hospitalization from January 1st, 2016 to December 31st, 2020. The main parameters studied were general information, mother's characteristics of the mother, pregnancy's history, data related to childbirth, conditions/status of the newborn, diagnosed pathology and treatment received before death.

Results: the neonatal mortality rate was 158.4 ‰ with 87.8% in the first week of life. Maternal associated factors for neonate's death were: age between 18-35 years, place of origin and low level of education. The obstetric and neonatal factors associated with neonatal death were: weak pregnancy follow-up, male sex, vaginal delivery, perinatal asphyxia, primiparity, prematurity and neonatal respiratory distress.

Conclusion: neonatal mortality is a real scourge in our society. Strengthening the follow-up of pregnant women and early care of the newborn will contribute to reducing this mortality.

---

**Keywords:** Neonatal Death, Newborn, Risk Factors, Pregnancy Outcome

## **Introduction**

La mortalité néonatale demeure un problème de santé publique dans le monde particulièrement dans les pays en développement. C'est un indicateur de la qualité des soins obstétricaux et néonataux et qui reflète le niveau de développement d'un pays (Parazzini et al., 1996). Dans les pays africains, la mortalité néonatale reste élevée aussi bien en communauté qu'en milieu hospitalier (Zupan et al., 2005 ; Katamea et al., 2014 ; Yugbaré-Ouedraogo et al., 2016). Cette mortalité est en rapport avec les conditions de santé de la mère, du déroulement de la grossesse et de l'accouchement qui constituent encore des problèmes majeurs dans la plupart des pays en développement comme le Togo. Dans la région de la Kara (Nord Togo), le taux de mortalité néonatale est passé de 120 ‰ en 2018 à 108 ‰ en 2020 (Ministère de la Santé Togo, 2020). Cependant, en au Centre Hospitalier Universitaire de Kara (CHU-K), ce taux était de 330 ‰ en 2004 (Azoumah et al., 2010). Depuis 2004, aucun travail n'a été effectué afin d'apprécier les déterminants des décès néonataux. C'est dans cette optique que nous avons initié ce travail dont l'objectif était d'écrire les principaux déterminants de mortalité néonatale au CHU-K en identifiant les facteurs de risque obstétricaux, maternels et néonataux et le traitement reçu.

## **1. Matériels et méthode**

L'étude a été menée dans l'unité de néonatalogie du service de pédiatrie du Centre Hospitalier Universitaire de Kara. C'est le centre de référence à l'intérieur du Togo en matière de santé.

Il s'est agi d'une étude transversale descriptive qui s'est déroulée sur une période de 05 ans allant du 1<sup>er</sup> janvier 2016 au 31 décembre 2020. Tout nouveau-né (0 à 28 jours) admis à la pédiatrie du CHU-Kara et décédé a été inclus. La méthode d'échantillonnage était exhaustive. La collecte des données a été faite à l'aide d'une fiche de collecte. Elle nous a permis de recueillir, à partir du registre d'hospitalisation et des dossiers médicaux des

nouveau-nés décédés à la pédiatrie, les renseignements généraux, les caractéristiques de la mère, l'histoire et l'évolution de la grossesse dont est issue le nouveau-né, les données sur l'accouchement, l'état du nouveau-né, le diagnostic et le traitement reçu avant le décès. Les graphiques et tableaux ont été élaborés à l'aide du logiciel Excel et la saisie dans le logiciel Word version 2013. Les fiches de collecte étaient renseignées sous anonymat afin de respecter la confidentialité.

## **2. Résultats**

Concernant la fréquence de la mortalité néonatale, de janvier 2016 à décembre 2020, 2828 nouveau-nés ont été hospitalisés à la pédiatrie du CHU-Kara dont 448 étaient décédés soit un taux de mortalité néonatale hospitalière 158,4‰ (448/2828).

Les nouveau-nés étaient décédés dans les 24 premières heures de vie (34%), entre 1 et 7 jours (53,8%) et entre 8 et 28 jours (12,2%).

Les nouveau-nés décédés étaient de sexe masculin dans 65% des cas et 35% étaient de sexe féminin. Le sexe ratio était de 1,85.

Concernant le mode d'admission, 147 (32,8%) des nouveau-nés décédés étaient transférés directement de la maternité ou du bloc opératoire du CHU-Kara vers la pédiatrie (inborn), 230 (51,4%) référés d'une autre structure sanitaire, et 71 (15,8%) étaient amenés spontanément en pédiatrie par leurs mères ou par les accompagnants. La structure de référence était une Unité de Soins Périphériques (USP) (16,5%), un Centre Médico-Social (CMS) (15,4%), un Centre Hospitalier Préfectoral (CHP) (16%), et un hôpital (3,5%). Le motif d'admission des nouveau-nés décédés était des pleurs inexplicables (39,7%), la détresse respiratoire (31,7%), la prématurité (29,2%), l'infection néonatale probable (15,1%), l'anémie (2,9%) et l'ictère (1,8%).

Facteurs de risque sociodémographiques maternels associés à la mortalité néonatale

Les mères des nouveau-nés décédés avaient un âge inférieur à 18 ans (4,5%), un âge compris entre 18 et 35 ans (87,9%) et un âge supérieur à 35 ans (7,6%). Les mères étaient des ménagères (75,7%), des artisanes (12,5%), des apprenantes (10,0%), et des fonctionnaires d'état (1,8%).

Les mères vivaient en zones rurales (63,2%) ou urbaines (36,8%).

Les mères avaient un niveau primaire dans 194 cas (43,3%), secondaire dans 95 cas (21,2%), et supérieur dans 11 cas (2,5%). Les mères n'étaient pas scolarisées dans 148 cas (33%).

### **Antécédents médicaux des mères**

Les mères avaient une pathologie chronique : hépatite B (3,1%), l'infection au VIH (1,4%), la drépanocytose et l'épilepsie (0,4%).

Concernant la parité, 141 mères (31,5%) étaient des primipares, 213 (47,5%) des paucipares, et 94 (21%) des multipares.

La grossesse était suivie en consultation prénatale (CPN) chez 320 mères dont 281 (87,8%) avaient fait une à trois CPN, et 39 (12,2%) avaient fait au moins quatre CPN. Cent vingt-huit mères (28,6%) n'avaient réalisé aucune CPN.

Les nouveau-nés décédés étaient prématurés dans 249 cas (55,6%), des nouveau-nés à terme dans 196 cas (43,7%), et des post-matures dans trois cas (0,7%).

Selon le degré de prématurité, l'extrême prématurité était notée dans 46 cas (18,5%), la grande prématurité dans 92 cas (37%), la moyenne prématurité dans 56 cas (22,5%), et la petite prématurité dans 55 cas (22%).

Les complications au cours du travail et de l'accouchement étaient dominées par la souffrance fœtale aiguë (6,7%), la rupture prématurée des membranes (6%), la procidence du cordon battant (2,2%), la pré-éclampsie ou l'éclampsie (1,6%), la disproportion fœto-pelvienne (1,6%), et la fièvre maternelle (0,9%). L'accouchement a été fait par voie basse (84,8%) ou par césarienne (15,2%) dans un centre de santé (92,9%) ou à domicile (7,1%).

Concernant le type de présentation des nouveau-nés décédés, 96,0% étaient en présentation céphalique, 3% en présentation de siège et 1% en position transversale.

Un faible poids de naissance a été noté chez 264 nouveau-nés décédés (58,9%).

Une réanimation à la naissance a été effectuée dans 194 cas (43,3%). Le score d'Apagar à la cinquième minute était inférieur à 7 dans 94 cas (21,1%).

### Diagnostic à l'admission

Les trois premiers diagnostics à l'admission étaient l'asphyxie périnatale (31,7%), la prématurité (29,2%), et l'infection néonatale (28,9%) comme illustré au tableau I.

**Tableau I : Répartition des nouveau-nés décédés en fonction du diagnostic à l'admission**

	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Asphyxie périnéale	142	31,7
Prématurité	131	29,2
Infection néonatale	129	28,9
Malformation congénitale	15	3,3
Anémie néonatale	13	2,9
Ictère néonatal	11	2,5
Paludisme congénital	4	0,9
Maladies hémorragiques du nouveau-né	3	0,6
<b>Total</b>	<b>448</b>	<b>100</b>

### Traitement reçu par les nouveau-nés avant leur décès

Le traitement était fait à base d'antibiotiques dans 326 cas (72,8%), de solutés dans 75 cas (16,7%), d'oxygène dans 72 cas (16,1%), d'anticonvulsivants (Diazépam et Phénobarbital) dans 41 cas (9,2%), et de transfusion sanguine dans 17 cas (3,8%).

### Causes probables de décès

La première cause de décès était l'asphyxie périnatale dans 138 cas (30,8%) (Tableau II).

**Tableau II : Répartition des nouveau-nés décédés selon les causes probables de décès**

Causes probables de décès	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Asphyxie périnatale	138	30,8
Prématurité	102	22,8
Détresse respiratoire	93	20,8
Infection néonatale	82	18,3
Anémie néonatale	18	4,0
Ictère néonatal	8	1,8
Malformation congénitale	7	1,5
<b>Total</b>	<b>448</b>	<b>100</b>

### 3. Discussion

Nous avons déterminé la fréquence hospitalière de la mortalité néonatale à la pédiatrie du CHU-Kara et identifié les différents facteurs de risque maternels et néonataux associés à cette mortalité.

#### Fréquence hospitalière

La fréquence hospitalière de la mortalité néonatale était de 158‰ durant les 05 années (2016 à 2020). Ce résultat est deux fois plus faible que les 330‰ enregistrés dans le même service par en 2010 (Azoumah et al., 2010). Cette diminution remarquable la mortalité néonatale au CHU-Kara est la conséquence de la politique sanitaire du Togo basée sur la gratuité de la césarienne et le renforcement de compétences des prestataires dans la chaîne afin d'améliorer la prise en charge (Tchagbele et al., 2015). Cependant cette fréquence hospitalière reste loin des normes nationales, ce qui justifie ce travail pour déterminer les goulots d'étranglement et les solutions appropriées pour réduire davantage ce taux.

La mortalité néonatale très précoce (0 à 24 heures) et celle précoce (1 à 7 jours) ont représenté 88,7% de la mortalité néonatale dans cette étude. La mortalité néonatale précoce reste élevée au CHU Kara. Elle constituait 95,6% des décès enregistrés d'après Azoumah (Azoumah et al., 2010). Nos résultats sont similaires à ceux de Tchagbele et al. au CHU SO où la mortalité précoce représentait 84,4% (Tchagbele et al., 2020). L'analyse de la mortalité néonatale montre que les premiers jours de vie sont les plus meurtriers. Cela

pourrait s'expliquer par une gravité de l'état clinique du nouveau-né d'emblée à l'admission, suite à des complications obstétricales, un retard diagnostique et thérapeutique par faute d'un plateau technique adéquat.

Le sexe masculin a été majoritaire dans notre étude avec 65% tout de même que dans une étude récente à Lomé (Tchagbele et al., 2020). Les filles ont un avantage biologique de survie bien décrit pendant la période néonatale (Ulizzi et al., 2022). L'effet protecteur du sexe féminin est attribué à la maturation pulmonaire plus rapide que chez le sexe masculin et par conséquent le risque des complications respiratoires diminué surtout chez les prématurés (Ulizzi et al., 2002).

Les nouveau-nés décédés étaient référés d'une structure de soins vers le CHU Kara dans un peu plus de la moitié des cas (51,4%) . Cette part importante des décès néonataux s'explique par le choix du cadre de l'étude. En effet, le CHU-Kara est un centre de référence pour la région et donc les cas de pathologies néonatales graves y sont systématiquement référés. Le transfert inborn a eu lieu dans 32,8% des cas. Monebenimp et al avaient montré qu'un nouveau-né référé d'un centre périphérique à une unité de soins spécialisé a un risque de mortalité plus élevé que les nouveau-nés inborn (Monebenimp et al., 2005). Les nouveau-nés référés des centres périphériques au centre de référence courent un risque élevé de refroidissement et de délai de prise en charge inadéquat avec des conséquences néfastes pour leur survie (Monebenimp et al. 2005). Si la part des décès néonataux du transfert inborn est élevée dans notre étude, cela pourrait s'expliquer par le fait que les grossesses pathologiques constituant déjà un facteur de risque de décès sont référées vers le centre de référence de la région (CHU-Kara) pour une meilleure prise en charge.

### **Facteurs de risque maternels et sociodémographiques**

Dans les communautés, la connaissance maternelle et la maîtrise des soins s'acquièrent avec la maturité, l'expérience en matière de maternité et le niveau d'instruction.

L'âge moyen des mères était de 26,4 ans avec des extrêmes de 14 et 46 ans. Dans 62,3% des cas, l'âge des mères était compris entre 18 et 35 ans. Nos résultats concordent avec ceux rapportés par Azoumah et al. en 2010 (Azoumah et al., 2010). Les recommandations en matière de soins pendant la grossesse et la prise en charge du nouveau-né ne sont pas toujours respectées à cause du jeune âge maternel et du manque d'expériences. Selon Tchagbele et al. à Lomé, un antécédent de décès néonatal est un facteur protecteur de mortalité néonatale car les mères appréhende vite les signes de danger en s'appuyant sur leur expérience passée (Tchagbele et al., 2020).

Concernant la profession ou l'occupation, les ménagères représentaient 54,2%. Le niveau socio-économique des parents a un impact considérable sur

la santé du nouveau-né. Il est admis que le niveau socio-économique des parents est un facteur déterminant de la survie et la qualité de vie du nouveau-né (Azoumah et al., 2012). Dans notre étude, la majorité des mères (85,7%) n'avait pas de source de revenu et qu'elles devaient attendre l'aide financière de leurs maris avant de se faire soigner, elles et leurs enfants.

Les mères provenaient du milieu rural dans 63,2% des cas. Selon l'étude menée au CHU SO, la provenance rurale était un facteur de risque de mortalité néonatale précoce (Tchagbele et al., 2020). Dans notre étude, le milieu rural constituait également un facteur de risque de mortalité néonatale. Ces résultats s'expliqueraient par les tentatives d'accouchement en périphérie pour des grossesses à haut risque, par un plateau technique inadéquat, par un personnel pas toujours qualifié, par un retard de prise de décisions et de se faire consulter, ainsi que par des difficultés d'accès aux soins adéquats faute de moyens financiers.

### **Facteurs de risque obstétricaux**

Le taux des décès néonataux dans cette étude est plus élevé chez les primipares (31,5%) que chez les multipares (21%). Nos résultats sont similaires à ceux de Kozuki et de Azoumah (Azoumah et al., 2010 ; Kozuki et al., 2013). L'immaturation et la méconnaissance des signes de danger pendant la grossesse et chez le nouveau-né constituent autant de raisons qui peuvent expliquer la mortalité en lien avec la parité.

La prise en charge des nouveau-nés des mères ayant des pathologies au cours de la grossesse doit être spécifique.

Les pathologies maternelles les plus fréquentes au cours de la grossesse étaient l'hépatite B (3,1%), l'infection au virus de l'immunodéficience humaine (1,3%), la drépanocytose (0,4%) et l'épilepsie (0,4%). Ces pathologies maternelles nécessitent une collaboration pour une prise en charge pluridisciplinaire de la mère et du nouveau-né.

La prise en charge des gestantes et parturientes présentant ces pathologies passe par la prévention de la transmission mère-enfant d'agents infectieux et aussi par la prévention de leurs conséquences chez les nouveau-nés. Cependant, il faut souligner que les différentes mesures à prendre chez ces nouveau-nés ne sont pas connues de tous les prestataires de soins (Azoumah et al., 2017).

Les consultations prénatales restent le meilleur moyen de suivi des grossesses, mais les femmes les respectent peu à Kara (Azoumah et al., 2017). Cela pourrait s'expliquer par le niveau d'instruction bas des mères qui reste un facteur de risque de mortalité néonatale. Akinyemi en 2015 a trouvé que le suivi de grossesse diminuait le risque de décès néonataux de 30% (Akinyemi et al., 2015). En effet, les soins prénataux sont primordiaux car ils permettent de dépister les grossesses à risque et de prendre en charge leurs complications précocement. Il faudra assurer l'autonomisation et l'alphabétisation de la

femme, et l'accompagner financièrement dans le suivi de sa grossesse depuis la conception jusqu'à l'accouchement.

Une prématurité a été retrouvée dans 55,6% des cas, corroborant les données de la littérature (Kollmann et al., 2017). La prématurité est un facteur de risque de décès dans le contexte des pays à ressources limitées caractérisés par une absence des unités de néonatalogie et des unités peu équipées. Une meilleure assimilation et une bonne intégration des soins mères kangourou dans la prise en charge des prématurés et/ ou des nouveau-nés de faible poids de naissance en périphérie ainsi que dans les centres de référence aura un impact évident dans la survie de ces nouveau-nés.

Le déroulement de l'accouchement détermine la santé du nouveau-né. La souffrance fœtale aiguë était le facteur de risque le plus fréquent de la mortalité néonatale (6,7%). Cette souffrance fœtale aiguë traduit un mal être fœtal débouchant sur des pathologies graves si la prise en charge n'est pas faite à temps. En effet, elle est responsable d'une asphyxie périnatale mais surtout d'une inhalation du liquide amniotique méconial dont la prise en charge ne peut se faire à la maternité sans un personnel formé dans notre contexte. Ces situations néonatales peuvent être améliorées par une bonne surveillance en salle d'accouchement et l'utilisation adéquate du partogramme qui permet de détecter le plus précocement possible toute situation de souffrance fœtale et d'anticiper sur la prise de décisions (Zongo et al., 2012 ; Nagalo et al., 2013). Aussi, un pédiatre de maternité compétent permettrait-il d'améliorer la situation des nouveau-nés dans ces situations. Toutefois, une bonne formation continue ou le recyclage du personnel d'accouchement sur les modules du « Helping Babies Breath », « les soins essentiels aux nouveau-nés », permettra de suppléer provisoirement le manque d'un pédiatre de maternité. L'accouchement par césarienne représentait 15,2% des cas contre 74,1% par voie basse. La césarienne constituerait un facteur protecteur si elle est indiquée à temps et de façon adéquate basée sur un suivi de la grossesse et une surveillance du travail d'accouchement. L'accouchement par voie basse (74,1%) comporte probablement des indications de césariennes non réalisées par manque de surveillance, par retard de référence ou de décision, ou encore par manque de personnels qualifiés. Nos résultats sont similaires à ceux rapportés à Ouagadougou où l'accouchement par voie basse a été identifié comme facteur favorisant de mortalité néonatale (Nagalo et al., 2013).

### **Causes de décès néonatales**

La mortalité néonatale demeure un fléau mondial. Les causes sont nombreuses et plusieurs facteurs peuvent être intriqués. Les trois principales causes directes de mortalité néonatale en Afrique sont, par ordre de grandeur, la prématurité, l'infection néonatale et l'asphyxie néonatale (Nagalo et al., 2013). Dans notre étude, les causes prédominantes étaient par ordre de

fréquence l'asphyxie périnatale (30,8%), la prématurité (22,8%) et la détresse respiratoire (20,8%). Ngoc en 2006 a rapporté que les trois principales causes de mortalité néonatale étaient la prématurité (42%), l'asphyxie (23%) et les malformations (13%) (Ngoc et al., 2006). Edmond en 2008 au Ghana a rapporté que les trois premières causes de mortalité néonatale étaient l'asphyxie à la naissance (42%), la prématurité (24%) et les infections néonatales (24%) (Edmond et al., 2008).

Les principales causes de l'asphyxie périnatale sont les accouchements dystociques, la prématurité, les infections néonatales, les malformations et les causes métaboliques. Il est souvent impossible de prévoir les difficultés que pourrait éprouver un nouveau-né pour commencer à respirer (Kozuki et al., 2013). Une meilleure anticipation dans la prise en charge de l'asphyxie périnatale s'impose et passe par un accouchement sécurisé et recentré. Les causes évitables ou curables doivent être recherchées activement et traitées de façon adéquate.

La proportion élevée de la mortalité néonatale due à la prématurité dans ces études pourrait s'expliquer par un plateau technique inadéquat et des unités de néonatalogie inexistantes ou mal équipées. Ainsi, un bon suivi de la grossesse et une identification précoce des facteurs de risques pouvant entraîner un accouchement prématuré ainsi qu'un transfert in utero vers un centre hospitalier avec une unité de néonatalogie permettrait de réduire les décès liés à la prématurité. Le taux de décès lié à la prématurité (22,8%) en baisse dans cette étude pourrait s'expliquer par l'amélioration des compétences en soins essentiels aux nouveau-nés y compris le concept Helping Babies Breath (Aider le bébé à respirer) des différents prestataires en charge de la santé maternelle et néonatale au Togo (Tchagbele et al., 2015). Les soins essentiels aux nouveau-nés prématurés et ceux ayant un faible poids de naissance sont de mieux en mieux suivis.

### **Conclusion**

La mortalité néonatale reste un véritable problème de santé publique Les facteurs de risques étaient l'âge maternel, le lieu de provenance rural, le bas niveau d'instruction, le sexe masculin, l'insuffisance dans le suivi de la grossesse, la primiparité, et l'asphyxie périnatale. Une meilleure prise en charge de ces différents facteurs permettra de réduire la mortalité néonatale à Kara.

### **References:**

1. Akinyemi JO, Bamgboye EA, Ayeni. Trends in neonatal mortality in Nigeria and effects of bio-demographic and maternal characteristics. BMC Pediatrics 2015 ; 15: 36. doi.org/10.1186/s12887-015-0349-0.

2. Azoumah KD, Aboubakari KS, Douti K, Matey K, Balaka B, Bakonde B. Facteurs de risque de la mortalité au CHU-Kara (Togo). *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)* 2012; Serie D, 4: 21-25.
3. Azoumah KD, Agbeko F, Douti KN, Segbedji KAR, Tchagbele OB, Geraldo A. Evaluation des connaissances des prestataires en soins spécifiques au nouveau-né en situation de pathologies périnatales au Togo en 2015. *Rev Méd Périnat* 2017 ; 9 : 247-252. DOI 10.1007/s12611-017-0409-9.
4. Azoumah KD, Balaka B, Aboubakari AS, Matey K, Yolou A, Agbèrè AD. Morbidité et mortalité néonatales au CHU-Kara (Togo). *Méd Afr Noire* 2010; 5702: 109-112.
5. Edmond KM, Quigley MA, Zandoh C, Danso S, Hurt C, Agyei SO et al. Aetiology of stillbirths and neonatal deaths in rural Ghana: implication for health programming in developing countries. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2008; 22: 430-437. DOI:10.1111/j.1365-3016.2008.00961.x
6. Katamea T, Mukuku O, Kamona L, Mukelenge K, Mbula O, Baledi L et al. Facteurs de risque de mortalité chez les nouveaux-nés transférés au service de néonatalogie de l'Hôpital Jason Sendwe de Lubumbashi, République Démocratique du Congo. *PAMJ* 2014; 19 :169.
7. Kollmann TR, Kampmann B, Mazmanian SK, Marchant A, Levy O. Protecting the Newborn and Young Infant from Infectious Diseases: Lessons from Immune Ontogeny 2017; 46: 350-363. Doi: 10.1016/j.immuni.2017.03.009.
8. Kozuki N, Sonneveldt E, Walker N. Residual confounding explains the association between high parity and child mortality. *BMC Public Health* 2013; 13 :3-5 <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-13-S3-S5>
9. Monebenimp F, Tchio R, Nana AD. Morbidité et mortalité des naissances intra-hospitalières du Centre Hospitalier Universitaire de Yaoundé, Cameroun. *Clin Mother Child Health* 2005; 2: 355-358.
10. Nagalo K, Dao F, Housséini Tall F, Yé D. Morbidité et mortalité des nouveau-nés hospitalisés sur 10 années à la Clinique El Fateh-Suka (Ouagadougou, Burkina Faso). *PAMJ* 2013; 14: 153. doi:10.11604/pamj.2013.14.153.202
11. Ngoc NT, Merialdi M, Abdel-Aleem H, Carroli G, Purwar M, Zavaleta N et al. Causes of stillbirths and early neonatal deaths: data from 7993 pregnancies in six developing countries. *Bull World Health Organ* 2006; 84: 699-705. DOI: [10.2471/blt.05.027300](https://doi.org/10.2471/blt.05.027300)

12. Parazzini F, Levi F, Lucchini F, La Vecchia C - Tendances mondiales de la mortalité néonatale et infantile. *Rev Epidemiol Santé Pub* 1996, 44 : 376-381
13. République Togolaise. Ministère. Ministère de la Santé de l'Hygiène Publique et de l'Accès Universel aux Soins. Direction Régionale de la Santé de Kara. Rapport d'activités 2020, Kara.
14. Tchagbele OB, Azoumah KD, Segbedji KAR, Kpegouni MT, Djadou KE, Balaka B, et al. Evaluation des compétences des prestataires de soins exerçant dans les maternités en matière de réanimation néonatale au Togo. *Rev Méd Périnat* 2015 ; 7 : 245-53.
15. Tchagbele O-B, Segbedji KAR, Ganame MKL, Agrigna H, Talbousouma SM, Takassi OE, et al. Neonatal Risk Factors for Term Newborn Mortality at the Sylvanus Olympio University Hospital from 2013 to 2017. *Glob J of Ped & Neonatol Car.* 2(5): 2020. GJPNC.MS.ID.000546. DOI: 10.33552/GJPNC.2020.02.000546M.
16. K. Ulizzi L, Zonta LA. Sex differential patterns in perinatal deaths in Italy. *Hum Biol* 2002; 74: 879–88.
17. Yugbaré-Ouédraogo SO, Méda D, Dao L, Kouéta F, Ludovic K, Ouédraogo-Traoré R, Yé D. Facteurs associés aux décès des nouveau-nés suspects d'infections bactériennes au Centre Hospitalier Universitaire Pédiatrique Charles de Gaulle de Ouagadougou, Burkina Faso. *PAMJ* 2016; 24: 7. Doi : [10.11604/pamj.2016.24.7.6599](https://doi.org/10.11604/pamj.2016.24.7.6599)
18. Zongo A, Traoré M, Faye A, Gueye M, Fournier P, Dumont A. Effet de l'organisation des services de gynéco-obstétrique sur la mortalité maternelle hospitalière au Mali. *Rev Epidemiol Santé Publ* 2012 ; 60 : 265–74.
19. Zupan J. Perinatal Mortality in Developing Countries. *N Eng J Med.* 2005; 352: 2047-2048.



## **Alarming Mortality Of Biliary Atresia In Two Senegalese Tertiary Hospitals: A Plea For Early Diagnosis**

***Ibrahima Bocar Wellé,  
Pape Alassane Mbaye,  
Ndeye Aby Ndoye,***

Service of Pediatric Surgery, Albert Royer National Children's Hospital Center, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

***Faty Balla Lo,***

Service of Pediatric Surgery, Pikine National Hospital Center, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

***Ndeye Fatou Seck,  
Doudou Gueye,***

Service of Pediatric Surgery, Albert Royer National Children's Hospital Center, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

***Dior Ndiaye,***

Service of Pediatric Surgery, Diamniadio Children's Hospital, Dakar, Senegal

***Florent Tshibwid A Zeng,  
Aminata Mbaye,***

Service of Pediatric Surgery, Albert Royer National Children's Hospital Center, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

***Oumar Ndour,***

Service of Pediatric Surgery, Aristide Le Dantec University Teaching Hospital, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

***Gabriel Ngom,***

Service of Pediatric Surgery, Albert Royer National Children's Hospital Center, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p51](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p51)

Submitted: 24 January 2022

Accepted: 12 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bocar Wellé I., Alassane Mbaye, Alassane Mbaye N., Faty Balla L., Seck F.N., Gueye D., Ndiaye D. Tshibwid A Zeng F., Mbaye A., Ndour O., & Ngom G., (2022). *Alarming Mortality Of Biliary Atresia In Two Senegalese Tertiary Hospitals: A Plea For Early Diagnosis* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 51.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p51>

## Abstract

**Background:** The management of biliary atresia is challenging in low-income countries, with delayed diagnosis and its consequences. We aimed to report its epidemiological, diagnostic, therapeutic aspects and outcomes in Dakar, Senegal.

**Methods:** We conducted a 5-year retrospective review, which included 16 patients, admitted in the pediatric surgery services of Aristide Le Dantec University Teaching Hospital and Diamniadio Children's Hospital.

**Results:** The mean age at admission was 105.6 (1 - 420 days), with 10 girls. Cholestatic jaundice was found in all cases, discolored stools in 43.7%, dark urine and hepatomegaly in 31.2%. All patients had biological cholestasis and cytolysis syndromes. The ultrasound was performed in all patients with a sensitivity of 56.2%. The mean age at the time of surgery was 145 days (22 – 540 days). The surgical exploration was conducted in 10 cases and found type IV Biliary Atresia in 50%. The Kasai procedure was performed in 4 cases and liver biopsy in 9 cases. Mortality occurred in 75% (50% post-operatively and 25% pre-operatively). In two cases, the postoperative course was unremarkable with the success of the Kasai Procedure after a 42-months follow-up. Two patients were lost to follow-up.

**Conclusion:** Biliary atresia still has high mortality in our context. This is mainly due to delayed diagnosis, which is common in our environment. Multidisciplinary assessment of persistent neonatal jaundice is crucial to reduce biliary atresia-related mortality

---

**Keywords:** Biliary Atresia, Delayed Diagnosis, Mortality

## Introduction

Biliary atresia (BA) is a congenital malformation of unknown etiology. It is more common in the Pacific islands, its incidence ranges from 1/8000 to 1/17000 live births (**Lofberg et al., 2020**). In African countries, population-based studies are not available, however, some authors report a yearly in-hospital frequency of approximately 5 cases per year (**Kerkeni et al., 2015**). It is the leading surgical cause of neonatal jaundice and constitutes a surgical emergency (**Lillegard et al., 2017**). Its prognosis, which highly depends on early management, has changed with the development of biliodigestive shunts and with liver transplantation in high-income countries, while mortality is still high in low-income countries (**Cazares et al., 2020; Okoro et al., 2013**). Many factors impact outcome of BA surgery, of which age at surgery is of capital importance (**Cazares et al., 2020**). However, in the African setting,

delayed diagnosis is common, which in turns delay the surgical management and leads to high mortality (**Okoro et al, 2013**).

In the Sub-Sahara Africa, management of BA is challenging and the literature is scarce on this subject. we aimed to report the epidemiological, diagnostic, therapeutic aspects and their outcomes in Dakar, Senegal.

## **Patients and Methods**

We conducted a retrospective review over 5 years, from 2011 to December 2016, including all newborns and infants with documented biliary atresia or confirmed intraoperatively. The study was held in pediatric surgery services of Aristide Le Dantec University Teaching Hospital (ALD UTH) and Diamniadio Children's Hospital (DCH), both in Dakar, Senegal. A total of 16 patients were included in our study, with 6 (37.5%) coming from ALD UTH and 10 (62.5%) from DCH.

The following parameters were studied for each patient: age, sex, clinical findings and results of complementary investigations, age at surgery, type of biliary atresia (using the French Classification as shown in **table 1**), type of surgical treatment, and outcomes.

## **Results**

### ***Clinical data***

The mean age on admission was 105.6 days (1 – 420 days). Girls were more represented in our series with 10 cases (62.5%). Clinically, the general condition was good (absence of asthenia, fasting, and anorexia) in 8 patients (50%) whereas it was poor for the remaining 8. Cholestatic jaundice was found in all cases with acholic stools in 7 cases (43.8%), dark urine, and hepatomegaly in 5 cases (31.2%). The absence of reported acholic in the 9 remaining cases was not explained.

### ***Investigations***

Liver function tests showed cholestasis in all our patients. The mean total bilirubin was 201mg/l and which of direct bilirubin was 132.68 mg/l. The biological cytolysis syndrome was present in all cases with transaminase levels ranging from 1 to 17 times normal. The abdominal ultrasound was performed in all patients diagnosed BA in 56.2%. It revealed the absence of intrahepatic bile ducts dilatation in all cases. The gall bladder was not visualized in 7 cases (43.7%). The main bile duct was not visualized in 5 cases (31.2%) and hepatomegaly was found in 5 cases (31.2%).

### ***Surgical management***

The mean age at the time of surgery was 145 days (22-540 days). The mean time from diagnosis to surgery was 44.5 days. The surgical exploration was

realized in 10 patients (62.5%) and found macroscopically cholestatic liver in 4 patients (25%), a macroscopically cirrhotic liver in 5 patients (31.2%), and the presence of ascites in 2 patients (12.5%). Type IV was found in 5 patients (31.2%), type II in 3 patients (18.7%), and type III in 2 patients (12.5%). A surgical procedure was performed in 4 patients (25%) including cysto-enterostomy (anastomosis between the cyst at the porta hepatis and the Roux limb from proximal jejunum) in 2 patients with type II BA, hepato-porto-cholecystostomy (anastomosis between the porta hepatis and the patent gallbladder) and hepato-porto-enterostomy, the Kasai procedure, (anastomosis between the porta hepatis and the Roux limb prepared from the proximal jejunum) in a single patient each, with type III and IV respectively. Liver biopsy was performed in 9 cases, as the remaining patient was an open and close case.

### ***Outcomes***

Of the 16 patients, 12 deaths (75%) were registered, of which 4 (25%) occurred preoperatively and 8 (50%) postoperatively. The postoperative course was unremarkable, with the success of the surgical procedure in 2 cases (12.5%) after a 42-months follow-up. Two non-operated patients (12.5%) were lost to follow-up.

A delay of awakening after anesthesia, associated with hematemesis, due to ruptured esophageal varices, was noted in a patient, leading to their death. A sepsis occurred in a patient as well as a post-operative abdominal eventration (fascial dehiscence) in one case.

### **Discussion**

The incidence of biliary atresia ranges from a country to another, ranging from 1/8000 to 1/170000, but no population-based studies are available in Africa (**De Vries, 2012; Lofberg et al., 2020**).

In comparison to high-income countries, the diagnosis is delayed in our context as outlined in previous studies (**Benjamain et al., 2006; Chardot, 2013**), with a mean age ranging from 56 to 59 days. In our context, the delayed diagnosis can be explained by the lack of knowledge, by medical practitioners of primary care facilities, of the alert value of discolored or white stools during the first days of life. There is an underestimation of the emergency to establish the diagnosis of biliary atresia when patients present with jaundice. This leads to a delayed referral of these patients in tertiary centers. Our study outlined a female predominance, which is in line with most of the literature data (**Bjørnland et al., 2018**).

In the post-natal period, BA is suspected based on any neonatal cholestatic jaundice persisting beyond 2-3 weeks of life. Discolored stools and dark urine may settle progressively or later. Hemorrhagic signs, sometimes in the form

of intracranial hemorrhage (ICH), may be indicative (**Akiyama et al., 2006**). Jaundice was the most consistent sign in our series as well as in all the series consulted, as shown in other series (**Campion, 2001**).

The laboratory findings confirm the presence of cholestasis, hepatic cytolysis, and hepatocellular failure in delayed cases. According to the literature, there is no correlation between the extent of cholestasis and hyperbilirubinemia. Biliary atresia may be accompanied by a moderate and fluctuating increase in bilirubinemia. Its decrease between two successive examinations cannot lend support to rule out the diagnosis (**Cazares et al., 2020**). In **Campion's** series, the conjugated bilirubin assay was decisive in 4 cases where no clinical evidence of referral to cholestasis was noted by the physician in charge. In our series, predominantly conjugated hyperbilirubinemia and elevated transaminases were found in all our patients, by the data found in the literature (**Campion, 2001**).

Abdominal ultrasound after a fasting period of 6 to 8 hours, although not sufficient to establish the diagnosis with certainty, provides some strong arguments in favor of the condition. Its sensitivity and specificity can exceed 90% in specialized centers (**Li-ping, 2013**).

In our series, the ultrasound was performed on all our patients. It allowed the diagnosis of BA to be set in 56.2% of patients, with a similar sensitivity to the data in the literature (**Li-ping, 2013; Yang et al., 2009**).

In cases where the gallbladder appears normal on ultrasound, cholangiography is necessary to check the patency of the bile ducts (**Shanmugam et al., 2009**), unlike nuclear magnetic resonance, (**Chardot et al., 2009**). This technique was not performed in our study.

Percutaneous liver biopsy is the most accurate diagnostic test for confirming BA, with an accuracy of 90-95% when the sample taken is large enough and when it is examined by qualified pathologists (**Moyer et al., 2004**). Currently, liver biopsy done under ultrasound guidance is the most widely used and accurate diagnostic method (**Lillegard et al., 2017**). A percutaneous liver biopsy was not performed in our study. This can be explained by the lack of suitable facilities to perform this procedure.

The current treatment of BA is sequential. In the neonatal period, the Kasai procedure is performed to restore bile flow to the intestine. The liver graft is performed in case of failure to restore the flow and/or complications of biliary cirrhosis (**Chardot et al., 2009**). The success of the surgical procedure depends on the earliness of the procedure. Thus, 80% of patients who underwent surgery before 45 days are alive with a native liver three years after surgery (**Kasai et al., 1968**). In our study, we noted a significant delay in treatment when comparing our data with other series (**Nio et al., 2010**) in Japan and (**Chardot, 2013**) in France. This is explained by two facts: the great delay in diagnosis and a long time from diagnosis to treatment. In the latter

situation, no clear reason was found on patients' medical records. We believe that the main reason may be the cost of the surgical procedure, as parents needed to pay from their pocket. In our series, surgical exploration allowed us to find BA type IV in the majority of cases, according to the French classification, which is consistent with the data reported in the literature (**Chardot et al., 2009**). In our series, only 4 patients (25%) benefited from the biliary derivation procedure. This low number of patients who benefited from the Kasai procedure compared to the literature can be explained by the delayed diagnosis and management, which meant that complications were already established in the majority of cases at the time of surgical exploration.

In our series, the post-operative evolution was outlined by the success of Kasai in half of the cases. Our data are close to those in the literature. Stools that remain putty-white for more than two weeks are evidence of the probable failure of the operation. If they remain discolored after the sixth month and jaundice persists or increases, failure is certain (**Nio et al., 2010**).

In our series, we noted a lack of resumption of biliary flow after the biliary derivation procedure, in 2 patients who underwent surgery before 2 months. After hepato-porto-enterostomy early complications such as angiocholitis or late complications such as portal hypertension may occur. None of these major complications were noted in our series. The mortality rate is highly variable in the literature. It is very high in our series when comparing our results with those in the European literature, as shown by Bjørnland's study (**Bjørnland et al., 2018**) in Norway. This difference can be explained by time taken to diagnose and in the speed of treatment of BA, which was longer in our study, as well as by differences in the level of technical facilities, mainly with anesthetists, who were not fully trained in pediatric anesthesia, especially in children with biliary atresia. This high mortality may also be related to the absence of liver transplantation in our context since many children reach our services at the stage of liver cirrhosis, which would have a better prognosis if liver transplantation would be available.

## **Conclusion**

Diagnostic delay is the main challenge in the management of BA in our context, with very high mortality rate. Training pediatrician and general practitioners to its early diagnosis and referral would result in early surgery and better outcome in our setting.

## **References:**

1. Lofberg K, Sekabira J, Krishnaswami S. Biliary Atresia. In: Ameh EA, Bickler SW, Lakhoo K, Nwomeh BC, Poenaru D, editors. Pediatric Surgery- A Comprehensive Textbook for Africa, 2<sup>nd</sup> edition. Springer Switzerland. 2020: 845-855.

2. Kerkeni Y, Ksiaa A, Belghith M, et al. Biliary atresia: experience of a Nord African Center. *Tunis Med.* 2015;93:683–6.
3. Lillegard JB, Miller AC, Fleck AW. Biliary Atresia. In: Mattei P, editor. *Fundamentals of Pediatric Surgery*, 2<sup>nd</sup> edition. Springer International Publishing. 2017:629-636
4. Cazares J, Ure B, Yamataka A. Biliari atresia. In: Holcomb III GW, Murphy JP, St. Peter SD, eds. *Holcomb and Ashcraft's Pediatric Surgery*, 7<sup>th</sup> edition. Elsevier. 2020, 679-694.
5. Okoro PE, Igwe P, Opara PI. Pattern and survival of biliary atresia patients; experience in Southern Nigeria. *Niger J Surg.* 2013;19:4–6.
6. Dimmick J, Bove K, Mc Adams A. Extrahepatic biliary atresia and the polysplenia syndrome. *J Pediatr* 1975; 86(4): 644-45p.
7. Cowles RA, The Jaundiced Infant: Biliary Atresia. In: Coran AG ed. *Pediatric Surgery*, 7<sup>th</sup> edition. Elsevier Saunders, Philadelphia. 2012, 1321-1330.
8. Davenport M. Biliary Atresia. In: Davenport M, Heaton N, Superina R, eds. *Surgery of the liver, bile ducts and pancreas in children*, 3<sup>rd</sup> edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton. 2017, 71-86.
9. De Vries W. Biliary atresia in the Netherlands: outcome of patients diagnosed between 1987 and 2008. *J Pediatr* 2012; 638-44.
10. Vic P., Gestas P, Mallet EC, Arnaud JP. Atrésie des voies biliaires en Polynésie Française. Etude rétrospective de 10 ans. *Arch Pediatr* 1994; 1(7): 646-51.
11. Benjamain L Shneider. A multicenter study of the outcome of biliary atresia in the United States, 1997 to 2000. *J Pediatr* 2006; 148(4): 467-474.
12. Chardot C. Improving outcomes of biliary atresia: French national series 1986–2009. *J Hepatol* 2013; 58: 1209-1217.
13. Bjørnland K, Hinna M, Aksnes G, Stensrud KJ, Ertresvåg K, Bjørnstad-Østensen A, et al. Outcome for biliary atresia patients treated at a low-volume centre. *Scand J Gastroenterol* 2018; 1-4.
14. Akiyama H, Y O, Nagashima T, A Y, Muraji T, Y U. Intracranial hemorrhage and vitamin K deficiency associated with biliary atresia: summary of 15 cases and review of the literature. *Pediatr Neurosurg* 2006; 42: 362-7.
15. Champion A. Analyse du retard au diagnostic de l'atrésie des voies biliaires. *Arch pédiatr* 2001;8: 493-8.
16. Bernard O. Diagnostic précoce des ictères cholestatique chez le nouveau-né. *Arch Pédiatr* 1998; 5: 1031-5.

17. Li-Ping Jiang. The diagnostic value of high-frequency ultrasonography in biliary atresia. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int.* 2013; 12: 415-22.
18. Yang J, D M, Peng Y, L S, Chun-Lin L. Comparison of different diagnostic methods for differentiating biliary atresia from idiopathic neonatal hepatitis. *Clinical Imaging* 2009; 33: 439–446.
19. Shanmugam N, Harrison PM, J D, Peddu P, AS K, Davenport M. Selective use of endoscopic retrograde cholangiopancreatography in diagnosis of biliary atresia in infants younger than 100 days. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2009; 49(4): 435-41.
20. Chardot C, Darwish AA, Jacquemin E. Atrésie des voies biliaires. *Trait Chir Encycl Med Chiropr* 2009; 40–980.
21. Moyer V, DK F, Whittington PF. Guideline for the evaluation of cholestatic jaundice in infants: recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2004; 39: 115-28.
22. Kasai M, S K, Asakura Y, Y S, Ohashi E. Surgical treatment of biliary atresia. *J Pediatr Surg* 1968; 3: 665-75.
23. Nio M, Sasaki H, Wada M. Impact of age at kasai operation on short and longterm outcomes of type III biliary atresia at a single institution. *J Ped Surg* 2010;10. 1016.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Études De Lithostabilisation De La Latérite Avec La Dolérite De Mansadala (Sud-Est Du Sénégal) Pour Une Utilisation En Couche De Base De Chaussée

*Ndiaye Massamba, Enseignant-chercheur*

École Supérieure Polytechnique (ESP) de Dakar, Dakar, Sénégal

*Magnan Jean-Pierre, Professeur*

UPE, IFSTTAR, Marne-la-Vallée, France

*Cissé Lamine, Ingénieur*

Agence des Travaux et de Gestion des Routes du Sénégal (AGEROUTE-Sénégal), Dakar, Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p59](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p59)

Submitted: 22 February 2022

Accepted: 15 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Massamba N., Jean-Pierre M., & Lamine C., (2022). *Études De Lithostabilisation De La Latérite Avec La Dolérite De Mansadala (Sud-Est Du Sénégal) Pour Une Utilisation En Couche De Base De Chaussée* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 59.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p59>

### Abstract

Les sols latéritiques actuellement rencontrés sur le territoire sénégalais répondent mal aux exigences de qualité fixées par les règles de 2015 de l'Agence des Travaux et de Gestion des Routes du Sénégal (AGEROUTE-Sénégal) pour leur emploi en couche de base routière. Pour les utiliser dans cette couche, un traitement est nécessaire dans la plupart des chantiers courants au Sénégal.

Cet article étudie le comportement de ces matériaux latéritiques modifiés par traitement mécanique ou lithostabilisation par ajout de concassé de dolérite en provenance de Mansadala au sud-est du Sénégal. L'ajout de 20 % ou 25 % de ce matériau très peu utilisé en technique routière au Sénégal semble permettre l'utilisation du graveleux latéritique étudié en couche de base.

**Mots-clés:** traitement mécanique, lithostabilisation, latérite, dolérite, couche de base.

## **Lithostabilization Studies of Laterite with Dolerite From Mansadala (South-Eastern Senegal) For Use in Pavement Base Courses**

*Ndiaye Massamba, Enseignant-chercheur*

École Supérieure Polytechnique (ESP) de Dakar, Dakar, Sénégal

*Magnan Jean-Pierre, Professeur*

UPE, IFSTTAR, Marne-la-Vallée, France

*Cissé Lamine, Ingénieur*

Agence des Travaux et de Gestion des Routes du Sénégal (AGEROUTE-Sénégal), Dakar, Sénégal

---

### **Abstract**

The lateritic soils currently encountered on Senegalese territory meet very little the quality requirements set by the 2015 rules of the Senegalese Road Works and Management Agency (AGEROUTE-Senegal) for their use as a road base layer. To use them in this layer, a treatment is necessary in most of the current construction sites in Senegal.

This article studies the behaviour of these lateritic materials, modified by mechanical treatment or lithostabilization by adding crushed dolerite from Mansadala in southern Senegal. The addition of 20% or 25% of this very little used material in road engineering in Senegal seems to make it possible to use the lateritic gravel studied as a base layer.

---

**Keywords:** mechanical treatment, lithostabilization, laterite, dolerite, base layer.

### **1. Introduction**

L'utilisation des graveleux latéritiques en construction routière au Sénégal est conditionnée par les règles techniques définies dans le « catalogue de structures de chaussées neuves et guide de dimensionnement des chaussées » de l'Agence des Travaux et de Gestion des Routes du Sénégal (AGEROUTE-Sénégal) de 2015. Quand ils ne répondent pas à ces exigences, ces matériaux sont généralement traités au ciment pour les rendre aptes.

L'objet des travaux présentés dans cet article est d'étudier et de proposer la technique de traitement mécanique comme alternative au traitement au ciment, dans le but de valoriser et promouvoir certains types de matériaux jusqu'ici pas ou très peu utilisés en construction routière au Sénégal. Dans ce cadre, le comportement d'un graveleux latéritique prélevé dans la région de

Tambacounda (sud-est du Sénégal) et traité par ajout de concassé de dolérite a été étudié. Les résultats de ces études sont présentés dans ce qui suit.

## 2. Études de lithostabilisation de la latérite avec la dolérite de Mansadala (Sénégal) pour une utilisation en couche de base de chaussée

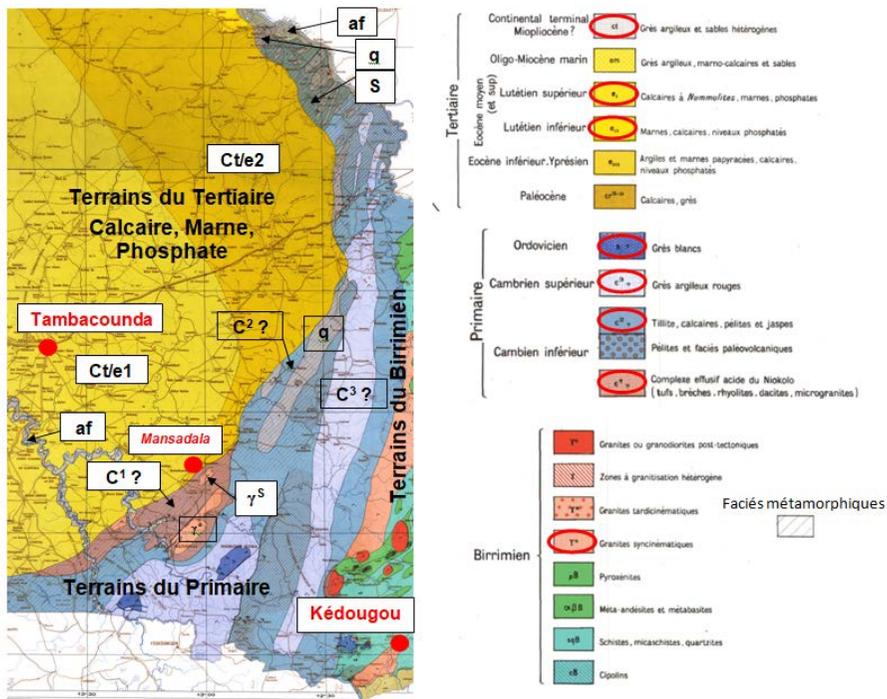
### 2.1. Localisation des prélèvements étudiés

Les matériaux étudiés proviennent de la région de Tambacounda du Sénégal (Figure 1).



**Figure 1 :** Origine des prélèvements utilisés pour les études de lithostabilisation

La carte géologique du Sénégal (Figure 2) indique l'âge et la nature des différentes roches présentes dans la région de Tambacounda, dont les plus anciennes datent du Birrimien (Précambrien moyen), d'autres de l'ère primaire et les autres de l'ère tertiaire. La dolérite de Mansadala, matériau d'origine volcanique, fait partie des roches du Birrimien.



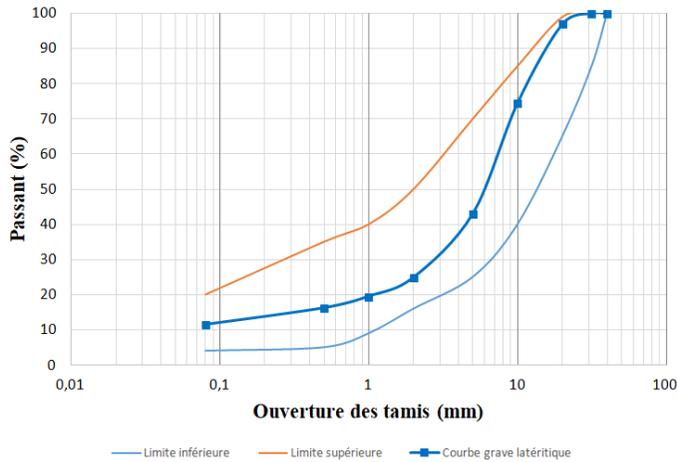
**Figure 2 :** Aperçu des différentes formations géologiques présentes dans la région de Tambacounda (extrait de la carte géologique du Sénégal établie par le BRGM en 1962)

## 2.2. Caractérisation géotechnique de la grave latéritique (GL) utilisée pour les études de lithostabilisation

Au Sénégal, le choix des matériaux devant constituer la couche de base se fait par référence aux spécifications du catalogue de structures de chaussées neuves et guide de dimensionnement des chaussées de l'Agence des Travaux et de Gestion des Routes du Sénégal (AGEROUTE-Sénégal) de 2015. Les critères de choix de ces matériaux sont :

- la granulométrie ;
- la valeur de l'indice de plasticité ( $I_P$ ) et
- les valeurs des caractéristiques de compactage Proctor ( $w_{OPM}$ ,  $\rho_{dOPM}$ ) et CBR ( $I_{CBR}$ ).

La figure 3 montre que la courbe granulométrique de la grave latéritique étudiée s'inscrit dans les fuseaux normatifs de l'AGEROUTE-Sénégal.



**Figure 3 :** Représentation de la courbe granulométrique de la grave latéritique étudiée dans le fuseau granulométrique recommandé par l'AGEROUTE-Sénégal pour une utilisation en couche de base de chaussée

Le tableau 1 montre également la conformité des caractéristiques d'indice de plasticité ( $I_P$ ) et de compactage ( $w_{OPM}$ ,  $\rho_{dOPM}$  et  $I_{CBR}$ ) de la grave latéritique étudiée aux exigences fixées en couche de base par le catalogue de l'AGEROUTE-Sénégal.

**Tableau 1 :** Conformité des caractéristiques d'indice de plasticité et de compactage de la grave latéritique étudiée aux exigences fixées en couche de base par l'AGEROUTE-Sénégal

Caractéristiques de la latérite étudiée	Indice de plasticité ( $I_P$ )	Essai Proctor		$I_{CBR}$ à 4 jours d'immersion (%)
		$w_{OPM}$ (%)	$\rho_{dOPM}$ (g/cm <sup>3</sup> )	
	11,60	9,5	2,052	53
Spécifications AGEROUTE-Sénégal	< 15	-	> 2	- > 60 si trafic faible (NE < 10 <sup>7</sup> ) - > 80 si trafic fort (NE > 10 <sup>7</sup> )
NE = nombre de cycles de chargement des pneumatiques des véhicules				

Ces résultats montrent que les valeurs d'indice de plasticité et de densité sèche sont toutes conformes aux règles fixées par l'AGEROUTE.

Ils montrent également que la valeur de l'indice CBR ( $I_{CBR}$ ) obtenue sur le prélèvement est inférieure aux valeurs de 60% (si le trafic est faible) et de 80% (si le trafic est fort) recommandées et qu'il est nécessaire de l'améliorer pour qu'il puisse être utilisé en couche de base.

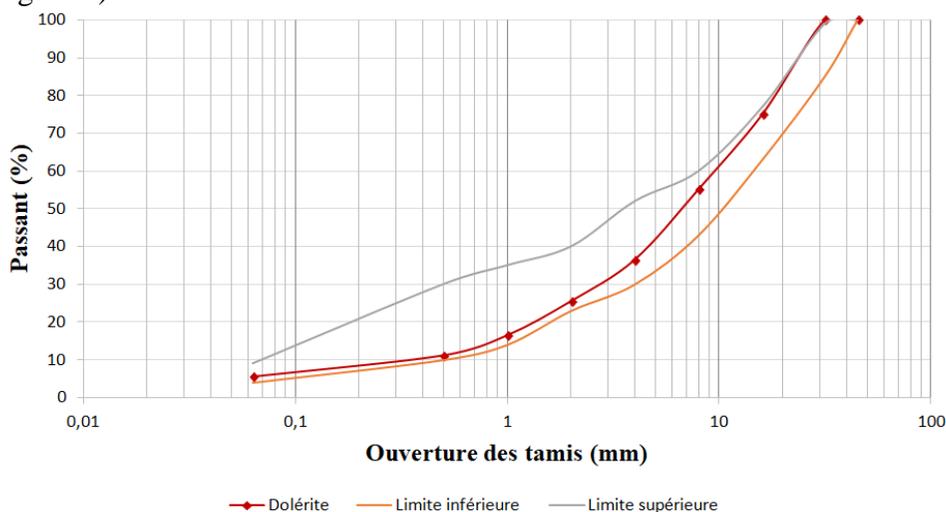
Dans le cadre de cette étude, la technique de la lithostabilisation avec la dolérite de Mansadala, très présente dans la région de Tambacounda, a été adoptée. Les caractéristiques géotechniques de ce matériau puis les résultats des études de lithostabilisation sont présentées dans ce qui suit.

### 2.3. Caractéristiques géotechniques de la dolérite de Mansadala (sud-est du Sénégal)

En vue de son utilisation pour lithostabiliser la latérite, les essais suivants ont été réalisés sur la dolérite concassée :

- essai d'analyse granulométrique (norme NF P 94-056) ;
- essai d'équivalent de sable (norme NF EN 933-8) ;
- essai Los Angeles (norme NF EN 1097-2) ;
- essai Micro-Deval en présence d'eau (norme NF EN 1097-1) et
- essai de coefficient d'aplatissement (norme NF EN 933-3).

Les résultats de l'analyse granulométrique montrent que la courbe granulométrique obtenue rentre dans le fuseau normatif prescrit par le catalogue de l'AGEROUTE-Sénégal pour les graves non traitées 0/31,5 (Figure 4).



**Figure 4 :** Représentation de la courbe granulométrique de la dolérite dans le fuseau prescrit par le catalogue l'AGEROUTE-Sénégal pour une utilisation des concassés 0/31,5 en couche de base

Les résultats obtenus montrent également, comme on peut le voir dans le tableau 2, que le concassé de dolérite étudié est propre et présente de bonnes résistances à la fragmentation et à l'usure puisque ses coefficients Los Angeles et Micro-Deval sont respectivement inférieurs aux valeurs de 25% et de 20% exigées pour une utilisation en couche de base. Son coefficient d'aplatissement de 25,6% est inférieur au maximum de 30% recommandé et montre donc que la forme des granulats de dolérite est acceptable pour une utilisation en couche de base.

**Tableau 2 :** Conformité des caractéristiques mécaniques de la dolérite avec les valeurs recommandées par le catalogue des chaussées neuves du Sénégal de l'AGEROUTE-Sénégal de 2015

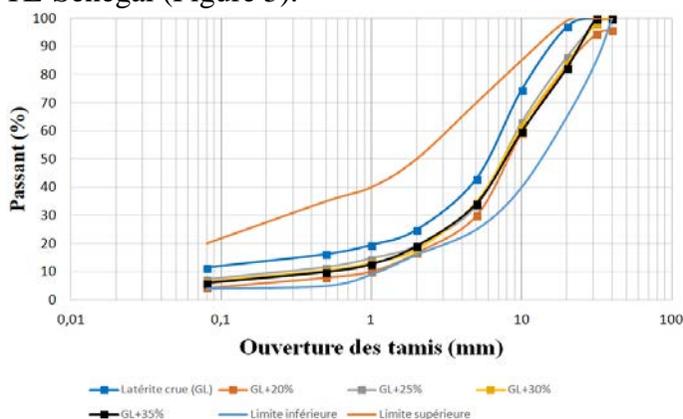
Caractéristiques de la dolérite d'ajout	Équivalent de sable (ES)	Los Angeles (LA)	Micro-Deval en présence d'eau (MDE)	Coefficient d'aplatissement (CA)
		70,00	22,07	7,525
Spécifications AGEROUTE-Sénégal	> 50	< 25	< 20	≤ 30

Au regard de ses caractéristiques, le concassé de dolérite pourrait donc être utilisé pour améliorer les performances de la grave latéritique présentée à la section 2.2.

#### 2.4. Étude des performances de la latérite lithostabilisée avec la dolérite de Mansadala (Sénégal)

Dans le but d'apprécier l'influence de l'ajout de concassés de dolérite sur ses propriétés physiques et mécaniques, le graveleux latéritique étudié a été amélioré avec le concassé de dolérite de classe 0/31,5 dans les proportions de 20 %, 25 %, 30 % et 35 %. Chaque formule testée a fait l'objet d'une analyse granulométrique et a été aussi soumise aux essais des limites d'Atterberg, Proctor et CBR.

L'ajout de dolérite a permis de modifier la courbe granulométrique de la latérite étudiée et d'inscrire toutes les courbes des mélanges (latérite + dolérite) dans le fuseau des matériaux pour couche de base de l'AGEROUTE-Sénégal (Figure 5).



**Figure 5 :** Représentation des courbes granulométriques des mélanges (latérite + dolérite) sur le fuseau granulométrique du catalogue de structures de chaussées neuves de l'AGEROUTE-Sénégal pour l'utilisation des graveleux latéritiques en couche de base

L'ajout de la dolérite a également produit une évolution des caractéristiques de plasticité et de compactage Proctor et CBR de la latérite étudiée.

#### 2.4.1. Influence de l'ajout de la dolérite sur la plasticité de la latérite étudiée

La figure 6 montre l'évolution de la plasticité du graveleux latéritique étudié en fonction du pourcentage d'ajout du concassé de dolérite 0/31,5. La droite de régression de ces résultats montre que l'indice de plasticité ( $I_P$ ) diminue quand le pourcentage de dolérite ajoutée augmente.

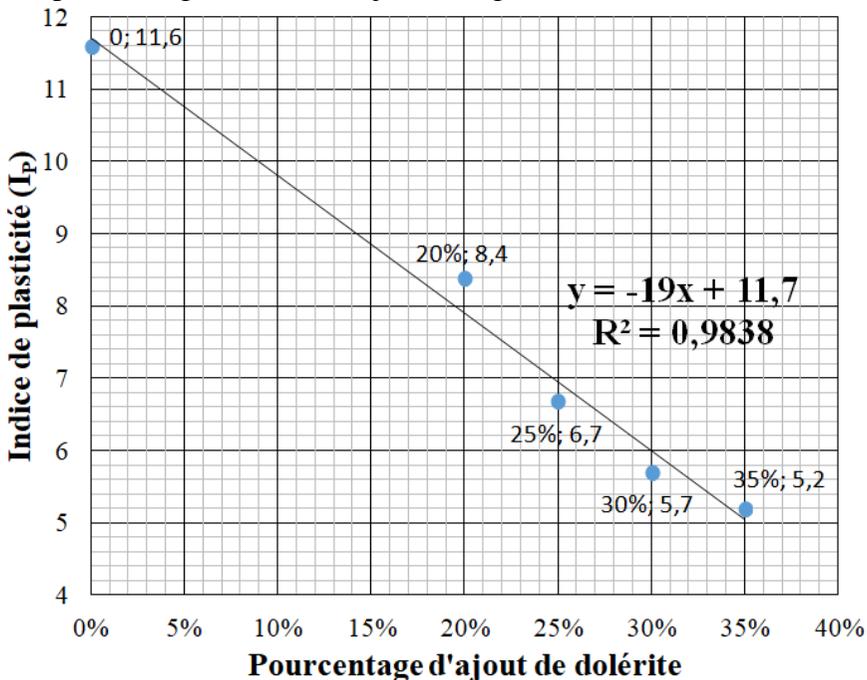


Figure 6 : Évolution de la plasticité en fonction du taux d'ajout de dolérite

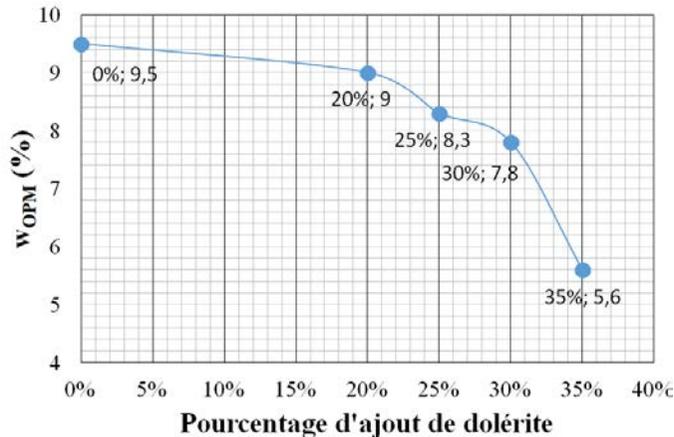
Ces résultats confirment les constatations similaires faites par Ahouet et al. en 2019.

Il ressort également de cette analyse que toutes les valeurs d'indice de plasticité ( $I_P$ ) sont inférieures à la valeur limite de 15 recommandée par le catalogue de l'AGERROUTE-Sénégal de 2015 pour une utilisation de ces mélanges en couche de base.

#### 2.4.2. Influence de l'ajout de la dolérite sur les caractéristiques de compactage Proctor de la latérite étudiée

L'effet de l'ajout de dolérite sur les caractéristiques Proctor ( $w_{OPM}$ ,  $\rho_{dOPM}$ ) du graveleux latéritique a été étudié. La figure 7 montre l'évolution de la teneur en eau optimale Proctor ( $w_{OPM}$ ) en fonction du taux d'ajout du

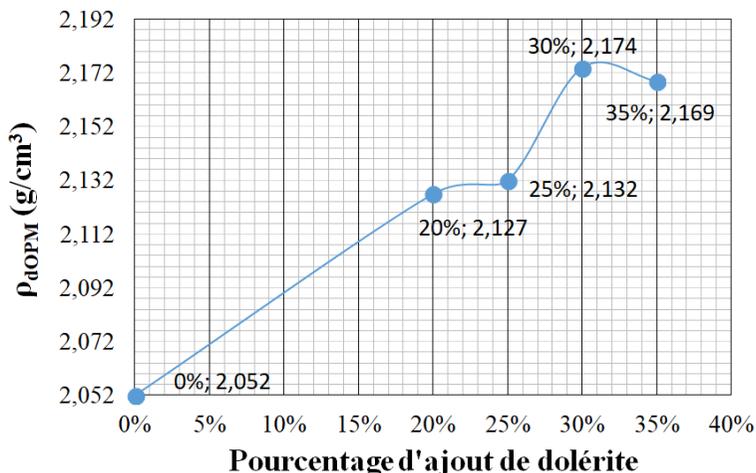
concassé de dolérite 0/31,5. L'allure de la courbe obtenue montre que toutes les valeurs des teneurs en eau optimale des mélanges (latérite étudiée + dolérite) sont inférieures à la valeur de la teneur en eau optimale de 9,5 % obtenue sur le graveleux latéritique étudié. Ces constatations montrent que toutes les valeurs de teneur en eau des mélanges se situent du côté sec de la courbe Proctor de la latérite étudiée.



**Figure 7 :** Évolution de la teneur en eau optimale Proctor ( $W_{OPM}$ ) en fonction du taux d'ajout du concassé de dolérite 0/31,5

L'évolution de la densité sèche optimale Proctor ( $\rho_{dOPM}$ ) en fonction de l'augmentation du pourcentage d'ajout du concassé de dolérite est quant à elle montrée par la figure 8. L'allure de la courbe obtenue indique que les valeurs des densités sèches maximales des différents mélanges augmentent en fonction du taux d'ajout de dolérite jusqu'à un pourcentage d'ajout de 30%. Au-delà de cette valeur de 30 %, la densité sèche obtenue à 35 % d'ajout diminue mais reste supérieure à la valeur de 2,052 de la latérite étudiée. Cette augmentation de la densité sèche est due au renforcement du squelette granulométrique des mélanges avec l'ajout des concassés.

Ces constatations confirment les résultats déjà obtenus par Ahouet et al. en 2019 et par Babaliye et al. en 2020.



**Figure 8 :** Évolution de la densité sèche optimale Proctor ( $\rho_{dOPM}$ ) en fonction du taux d'ajout du concassé de dolérite 0/31,5

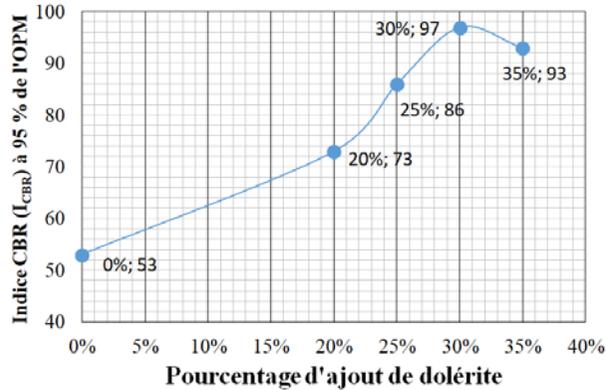
Il ressort de cette analyse que toutes les valeurs de densité sèche optimale Proctor ( $\rho_{dOPM}$ ) sont supérieures à la valeur limite de 2 recommandée par le catalogue de l'AGEROUTE-Sénégal de 2015 pour une utilisation de ces mélanges en couche de base.

#### **2.4.3. Influence de l'ajout de la dolérite sur les caractéristiques de compactage CBR de la latérite étudiée**

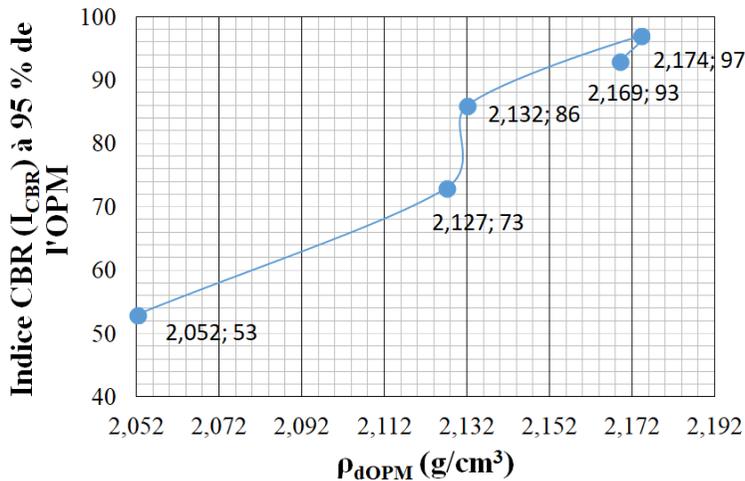
Les essais conduits ont permis de tracer l'évolution des valeurs de l'indice CBR ( $I_{CBR}$ ) à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM) des échantillons testés (Figure 9). Cette figure montre une courbe évolutive dont les valeurs d'indice CBR ( $I_{CBR}$ ) augmentent jusqu'à une valeur d'ajout de dolérite de 30 %. Au-delà de cette valeur de 30 %, la portance observée à 35 % d'ajout de dolérite diminue. Ces constatations confirment les résultats observés sur la base de la densité sèche.

Elles confirment également les observations faites par Ahouet et al. en 2019 sur la lithostabilisation d'un graveleux latéritique par ajout d'une grave alluvionnaire concassée 0/31,5.

Il ressort également de cette analyse que la relation de la densité sèche avec l'indice CBR est non linéaire et présente un saut pour une densité de 2,13 g/cm<sup>3</sup> (Figure 10).



**Figure 9 :** Évolution des valeurs d'indice CBR ( $I_{CBR}$ ) à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM) en fonction du taux d'ajout du concassé de dolérite 0/31,5



**Figure 10 :** Évolution des valeurs d'indice CBR ( $I_{CBR}$ ) à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM) en fonction des valeurs de la densité sèche optimale Proctor ( $\rho_{dOPM}$ )

Il ressort enfin de cette analyse que les ajouts de 20 % et de 25 % de dolérite répondent à la fois aux exigences fixées par l'AGEROUTE-Sénégal pour un emploi en couche de base pour trafic faible ( $NE < 10^7$  cycles de chargement) et pour un emploi en couche de base pour trafic fort ( $NE > 10^7$  cycles de chargement).

### 3. Conclusions

Ces études montrent que l'ajout de 20 % et 25 % de concassé de dolérite permet de rendre utilisable la grave latéritique étudiée en couche de base. Elles confirment également les constatations faites antérieurement par plusieurs auteurs sur la possible d'améliorer les performances des graveaux latéritiques par ajout d'un autre matériau granulaire (Ndiaye, 2013).

Ces études devront être complétées par des observations sur des routes expérimentales afin de mieux comprendre le comportement de ces matériaux lithostabilisés et de mieux définir les conditions et les dispositions à prendre pour leur bonne mise en place sur les chantiers.

### References :

1. AGEROUTE-Sénégal (2015). *Catalogue de structures de chaussées neuves et guide de dimensionnement des chaussées au Sénégal*. 205 pages.
2. Ahouet L., Elenga R. G., Bouyila S., Ngoulou M., Kengue E. (2019). *Amélioration des propriétés géotechniques du graveleux latéritique par ajout de la grave alluvionnaire concassée 0/31,5*. Revues RAMReS-Sciences Appliquées et de l'Ingénieur, volume 3(1), 6 pages.
3. Babaliye O., Houanou K. A., Vianou A., Tchehouali A., Foudjet A. E. (2020). *Litho stabilization of the lateritic gravelly by granite crushed for their use in flexible pavement in Benin*. International Journal of Advanced Research (IJAR), 9 pages.
4. BRGM (1962). *Carte géologique du Sénégal*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), 1 page.
5. Ndiaye M. (2013). *Contribution à l'étude de sols latéritiques du Sénégal et du Brésil*. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est et de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 160 pages.
6. Ndiaye M., Magnan J.-P., Cissé I. K., Cissé L. (2013). *Étude de l'amélioration de latérites du Sénégal par ajout de sable*. Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées n° 280-281, 15 pages.
7. Norme NF EN 933-8 *Reconnaissance et essai - Équivalent de sable*.
8. Norme NF EN 1097-2 *Résistance à la fragmentation - Los Angeles*.
9. Norme NF EN 1097-1 *Résistance à l'usure - Micro Deval*.
10. Norme NF EN 933-3 *Détermination de la forme des granulats - Coefficient d'aplatissement*.
11. Norme NF P 94-051 *Sols - Reconnaissance et essais - Détermination des limites d'Atterberg - Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau*.
12. Norme NF P 94-056 *Sols - Reconnaissance et essais - Analyse granulométrique - Méthode par tamisage à sec après lavage*.
13. Norme NF P 94-078 *Sols - Reconnaissance et essais - Indice CBR après immersion - Indice CBR immédiat - Indice Portant immédiat - Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR*.
14. Norme NF P 94-093 *Sols - Reconnaissance et essais - Détermination des références de compactage d'un matériau - Essai Proctor modifié - Essai Proctor normal*.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Perception Et Stratégies D'adaptation Des Producteurs Face À La Salinisation Des Vallées Rizicoles De La Commune d'Enampore En Basse Casamance**

*M. Yaya Diatta*

*Pr Sire Diédhiou*

*Dr Arfang Ousmane Kémo Goudiaby*

Université Assane Seck Ziguinchor, Département d'Agroforesterie, Sénégal  
Laboratoire d'agroforesterie et d'écologie (LAFE)

*M. Jean Bassene*

*M. Yves Paterne Sagna*

*M. Mamadou Sow*

Université Assane Seck Ziguinchor, Département d'Agroforesterie, Sénégal  
Laboratoire d'agroforesterie et d'écologie (LAFE)

*Pr Mariama Dalanda Diallo*

Université Gaston Berger, UFR SA2TA, Saint-Louis Sénégal

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p71](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p71)

Submitted: 20 September 2021

Accepted: 01 February 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Diatta Y.M., Diédhiou S., Kémo Goudiaby A.O., Bassene M.J., Sagna Y.P., Sow M., Dalanda Diallo M.,(2022). *Perception Et Stratégies D'adaptation Des Producteurs Face À La Salinisation Des Vallées Rizicoles De La Commune d'Enampore En Basse Casamance* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 71.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p71>

### **Resume**

La dégradation du sol est un phénomène complexe, dans lequel interviennent plusieurs facteurs qui contribuent à la perte de la fertilité. Parmi ces facteurs, la salinisation des terres rizicoles est devenue une préoccupation pour les producteurs de la commune d'Enampore. L'objectif de cette étude est de contribuer à une connaissance des problèmes environnementaux induite par la salinité. Plus spécifiquement, il s'agit d'identifier les différentes stratégies d'adaptation des producteurs. La méthodologie utilisée s'appuie sur l'exploitation d'un questionnaire adressé à 237 ménages sur un total de 579 ménages répartis dans 5 villages. Les résultats ont montré les effets complexes de l'empreinte climatique à Enampore. Les principaux facteurs évoqués par

les riziculteurs sont la baisse de la pluviométrie (46,6%) et l'avancée de la langue salée (47,2%). D'ailleurs, la présence du sel affecte directement les rizières (96,7%). Par ailleurs, la présence de chenille et d'insectes (49,8%) et l'acidification (41,4%) représentent aussi un problème central. La principale conséquence du sel sur l'environnement est la formation d'une croûte saline en surface (54,4%). Cette dernière se manifeste sur le riz par une chlorose (47,1%) et conduit à leur mortalité (48,2%). Face à ces problèmes, les riziculteurs mettent en place différentes stratégies d'adaptations durables. Il s'agit entre autres d'une mise en place de digue anti-sel et d'utilisation de fertilisants organiques contribuant ainsi à l'amélioration des rendements. Ainsi pour une meilleure gestion des contraintes identifiées, il serait intéressant de mener des expérimentations locales avec l'utilisation d'amendements organiques (biochar et compost d'anacarde) afin de proposer des pratiques plus durables.

---

**Mots-clés:** Salinisation, Stratégies D'adaptation, Riziculture, Bas-Fond, Enampore, Base Casamance.

## **Producers' perceptions and coping strategies in the face of salinization in the rice valleys of the Enampore commune in Lower Casamance**

*M. Yaya Diatta*

*Pr Sire Diédhiou*

*Dr Arfang Ousmane Kémo Goudiaby*

Université Assane Seck Ziguinchor, Département d'Agroforesterie, Sénégal  
Laboratoire d'agroforesterie et d'écologie (LAFE)

*M. Jean Bassene*

*M. Yves Paterne Sagna*

*M. Mamadou Sow*

Université Assane Seck Ziguinchor, Département d'Agroforesterie, Sénégal  
Laboratoire d'agroforesterie et d'écologie (LAFE)

*Pr Mariama Dalanda Diallo*

Université Gaston Berger, UFR SA2TA, Saint-Louis Sénégal

---

### **Abstract**

Soil degradation is a complex phenomenon, involving several factors that contribute to the loss of fertility. Among these factors, the salinization of rice-growing land has become a concern for producers in the commune of Enampore. The objective of this study is to contribute to a knowledge of the environmental problems induced by salinity. More specifically, it is to identify

the different adaptation strategies of producers. The methodology used is based on a questionnaire sent to 237 households out of a total of 579 households in 5 villages. The results showed the complex effects of the climate footprint in Enampore. The main factors cited by farmers were declining rainfall (46.6%) and the advance of the salt tongue (47.2%). Moreover, the presence of salt directly affects the rice fields (96.7%). In addition, the presence of caterpillars and insects (49.8%) and acidification (41.4%) are also a central problem. The main environmental consequence of salt is the formation of a salt crust on the surface (54.4%). This manifests itself on the rice by chlorosis (47.1%) and leads to their mortality (48.2%). In response to these problems, rice farmers are implementing various sustainable adaptation strategies. These include the installation of anti-salt dams and the use of organic fertilizers to improve yields. Thus, for a better management of the identified constraints, it would be interesting to conduct local experiments with the use of organic amendments (biochar and cashew compost) in order to propose more sustainable practices.

---

**Keywords :** Salinization, Adaptation Strategies, Rice Farming, Lowland, Enampore, Base Casamance

## **Introduction**

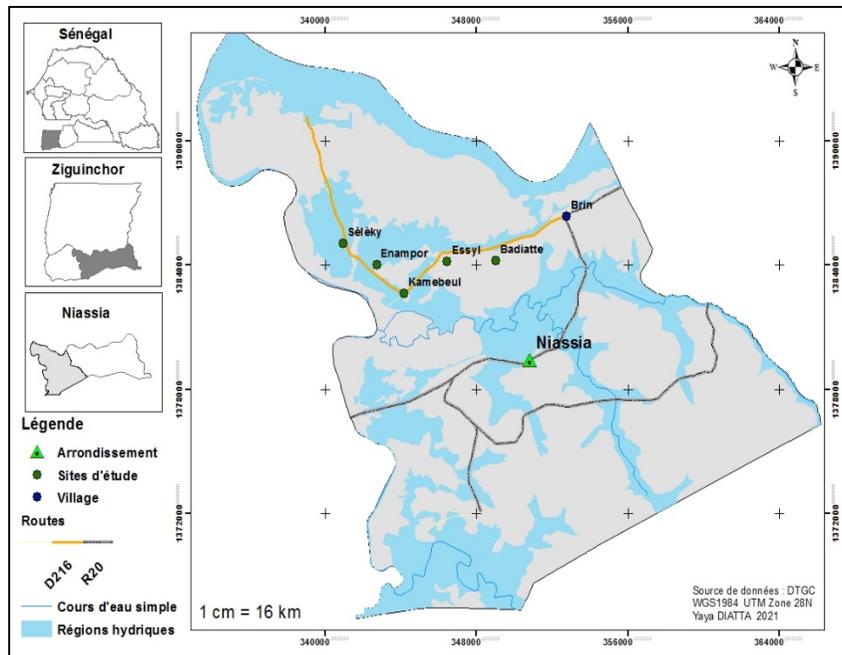
Le riz joue un rôle important dans l'économie des pays ouest-africains et dans la consommation des ménages urbains et ruraux (Fall, 2016). Il occupe une place centrale dans la diète alimentaire des Sénégalais. Depuis les années 1990, le riz est la céréale la plus consommée devant le mil et le maïs (FAOSTAT, 2014). Cependant, l'offre locale ne couvre que 35% des besoins de consommation, estimer entre 1,7 et 1,8 million de tonnes (équivalent riz blanc), soit une consommation moyenne annuelle d'environ 100 kg/par habitant, ce qui fait du Sénégal l'un des plus gros consommateurs de riz en Afrique de l'Ouest (CIRAD, 2019 ; Mendez del Villar, 2019). La filière du riz emploie environ 1,5 million de personnes, dont la moitié est constituée de femmes. Les exploitations à petite échelle et à gestion familiale s'organisent suivant deux systèmes de production. La riziculture irriguée, pratiquée dans les vallées du fleuve Sénégal et de l'Anambé, est caractérisée par le contrôle des conditions de croissance, la pratique de deux cycles culturaux par an, et des rendements compris entre 3 et 9 t/ha (APRAO, 2010 ; ANSD, 2013 ; Fall, 2016). La riziculture pluviale de bas-fond est localisée dans les régions méridionales et ne prévoit pas l'utilisation de mécanisation ; elle est caractérisée par des rendements assez faibles (1,5 à 3 t/ha) et un accès limité au crédit, aux intrants de qualité et aux variétés améliorées (Mendez, 2019 ; Mendez *et al.*, 2013). La riziculture pluviale se pratique dans les régions du centre, du sud et du sud-est du Sénégal, la production est autoconsommée

(APRAO, 2013). Ce type de riziculture est dominant au Sénégal et couvre 25% des superficies cultivées avec une contribution évaluée à 30% de la production nationale de riz paddy (PNAR, 2011). Cependant, depuis les années de sécheresse, une régression de la riziculture pluviale pratiquée dans les zones de bas-fond au profit des zones de plateaux a été notée (Mendy et Sy, 2015). Cette régression est à l'origine de plusieurs contraintes pédoclimatiques. Selon Manzelli *et al.* (2015), les principales contraintes pédoclimatiques de la riziculture de bas-fond en Basse Casamance sont liées à la salinisation des sols, à la toxicité ferreuse et à l'irrégularité de la pluviométrie. (Sané *et al.*, 2015) ajoutent que les enjeux des changements climatiques constituent des facteurs aggravant leur impact socio-économique sur les ménages. Ces contraintes sont à l'origine de l'abandon de parcelles rizicoles et à la baisse des rendements rizicoles en basse Casamance. Dans un tel contexte les producteurs mettent en place des stratégies d'adaptations afin de minimiser l'effet du sel sur le sol et sur le riz. Ces stratégies reposent principalement sur l'apport d'amendements organiques et sur la confection des digues traditionnelles. L'objectif de cet article est de contribuer à une meilleure connaissance des problèmes environnementaux engendrée par la salinité. Spécifiquement, il s'agit d'identifier les différentes stratégies d'adaptation des producteurs.

## **1. Matériel et Méthodes**

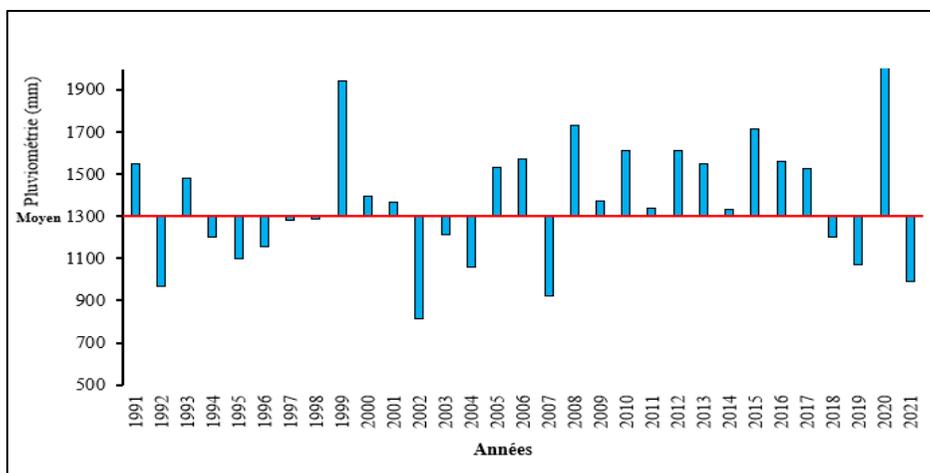
### **1.1. Présentation de la zone d'étude**

L'étude a été conduite dans cinq villages du département de Ziguinchor situés dans l'arrondissement de Nyassia : Badiatte, Selecky, Essyl, Enampore et kamabeul (Figure 1). Ces villages sont limités au nord par le fleuve Casamance et au Sud par un affluent dudit fleuve (PLD, 2010). La population de la Communauté rurale d'Enampore est estimée à 9 356 personnes en 2010 et devrait atteindre 13 895 personnes en 2015, sur la base d'un taux de croissance de 9,7% par an entre 2010 et 2015. Au plan ethnique nous avons 83,4 % de Diola, 12,8 % de Bainounk, 2,4 % de Manjacque, et environ 1,4 % d'autres ethnies (peul, mandingue) (PLD, 2010).



**Figure 1 :** Localisation de la zone d'étude

Le climat est de type sud soudano côtier sud dominé par deux saisons : une saison sèche qui s'étale de novembre à mi-juin et une saison de pluies de juin à septembre au cours de laquelle sont menées les activités agricoles (Sagna, 2005). Le secteur agricole est dominé par une agriculture pluviale et est fortement influencé par les aléas climatiques. La zone est relativement plate entrecoupée de plusieurs bas-fonds, plus ou moins vastes, servant de parcelles rizicoles. L'outillage de culture est de type traditionnel avec une dominance du « Kadiandou ». La culture dominante est le riz et elle est essentiellement pratiquée dans les bas-fonds. La baisse de la pluviométrie et l'intrusion de la langue salée dans les bas-fonds ont conduit à une baisse progressive de la superficie cultivable (PLD, 2010).



**Figure 2 :** Évolution annuelle de la pluviométrie à la station de Ziguinchor de 1991 à 2021  
**Source :** ANACIM Ziguinchor, 2021

La figure 2 montre la variabilité des précipitations dans la région de Ziguinchor des 30 dernières années. Sur cette figure nous notons 13 années déficitaires et 18 années excédentaires suivant la normale qui est de 1370 mm. Ainsi les années 1999 et 2020 sont les plus excédentaires et celles de 1992, 2002, 2007 et 2021 sont les déficitaires. Ces précipitations déficitaires ont des impacts sur la production rizicole dans la commune d'Enampore. Dans cette zone, la riziculture pluviale de bas-fond est tributaire du régime pluviométrique avec une saison pluvieuse qui s'étale sur 5 mois. Le constat est qu'il y a une dégradation des conditions pluviométriques et la mauvaise répartition des pluies dans le temps et dans l'espace. Cette dernière associée à la hausse des températures, entraîne des dysfonctionnements sur les saisons agricoles, lesquels passent par des perturbations des cycles biologiques des cultures, causant ainsi une baisse des rendements.

## 1.2.Méthodes

### 1.2.1. Enquêtes

#### 1.2.1.1. Choix des sites et répartition des enquêtés

Le choix des cinq villages échantillons se justifie d'une part, par leur position géographique par rapport aux bolong, d'autre part, la zone affectée par la salinité et l'importance de la culture du riz dans la zone. Le nombre de producteurs enquêtés a été déterminé à l'aide de la formule de Fisher (2012). Dans le cadre de cette étude, une marge d'erreur de  $\varepsilon = 5\%$  ont été utilisées pour calculer la taille de l'échantillon. Cette méthode a permis d'avoir un échantillon constitué de 237 producteurs (Tableau I).

**Tableau I : Répartition des ménages enquêtés suivant les villages**

Villages	Nombre de ménages	Nombre de ménages enquêtés
Badiatte	93	38
Essyl	66	27
Kamabeul	126	52
Enampore	116	47
Selecky	178	73
<b>Total</b>	<b>579</b>	<b>237</b>

Source : ANSD, 2013

### 1.2.1.2. L'échantillonnage et base de sondage

La taille de l'échantillon a été déterminée sur la base du nombre total de ménages des cinq villages à l'aide de la formule de Fischer. Selon les recensements effectués par l'ANSD (2013), le nombre total de ménages dans ces cinq villages est de 579. Ainsi, la taille de l'échantillon a été déterminée comme il suit :

$$nf = \frac{n}{(1+n/N)} \quad n = 1/d^2$$

nf = taille de l'échantillon ;

d = degré d'erreur =5% ;

N = nombre total des ménages

Application :  $n = 1/(0,05)^2 = 400$  donc  $nf = 400 / (1+400/579) = 236,68 \approx 237$  ménages à interroger.

Pour la détermination du nombre de ménages à interroger par village, une allocation proportionnelle de la taille du village en fonction du nombre de ménages pour chaque village a été déterminé et est représenté dans le (Tableau I). La base de sondage est constituée d'une liste de 579 ménages obtenus à la suite de l'exploitation des données d'enquêtes de l'ANSD en 2013.

### 1.2.1.3. Les enquêtes socioéconomiques

L'enquête a été réalisée à l'aide d'un questionnaire comportant à la fois des questions fermées et des questions ouvertes. Le questionnaire a porté sur : (1) l'identification des producteurs ; (2) les pratiques culturelles ; (3) les causes environnementales et socioéconomiques et (4) les différentes stratégies d'adaptation développée par les producteurs face à la salinisation des rizières. Les personnes ciblées sont les producteurs qui pratiquent la riziculture dans des bas-fonds affectés par la salinité. Le questionnaire a été administré aux producteurs reconnus comme chef d'exploitation au sein du ménage. Ce choix orienté a conduit à un échantillon de 237 producteurs repérés dans les cinq villages par la méthode du plus proche voisin.

## Analyse statistique des données

Les données collectées ont été analysées à l'aide du logiciel Sphinx Plus<sup>2</sup> (V5). À la suite de ce traitement, les données statistiques obtenues ont été exportées dans le tableur Excel pour la réalisation des graphiques.

## 2. Résultats

### 2.1. Caractéristiques socio-démographiques des producteurs

L'analyse des données de l'enquête montre que la majorité des enquêtés dans les cinq villages sont du sexe féminin 55% contre 45% du sexe masculin. Pour ce qui est de la classe d'âge, l'analyse révèle que 61% ont un âge compris entre 50 -75 ans. Seuls 34% ont entre 25 - 50 ans. Les plus âgés ne représentent que 4% des producteurs (75- 100 ans). L'analyse de la figure 3a montre que les mariés sont plus nombreux avec 84,8% suivi de 6,3% de veuves/veufs, 5,9% de célibataires et enfin 3% de divorcés. La plupart sont analphabètes et représentent 51%. Seuls 24,9% ont fréquenté l'école primaire. Le reste ont un niveau moyen (9,7%), secondaire (11%) ou universitaire (3,4%) (Figure 3b).

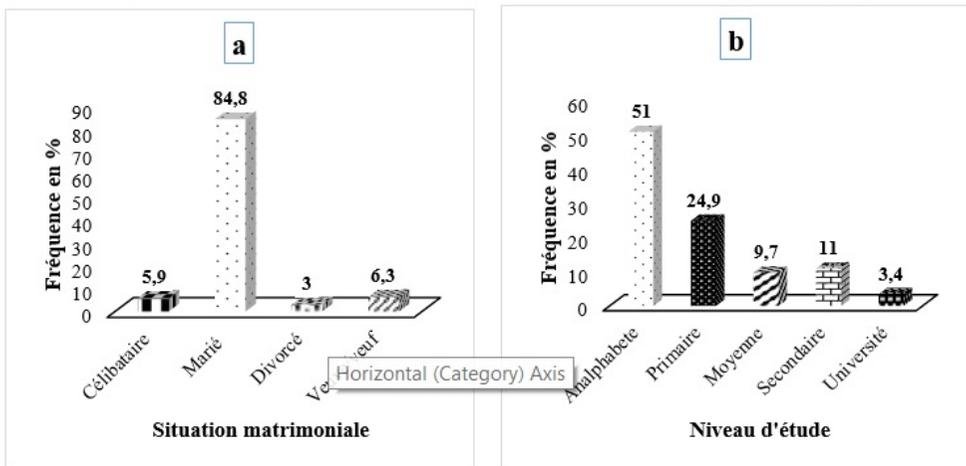


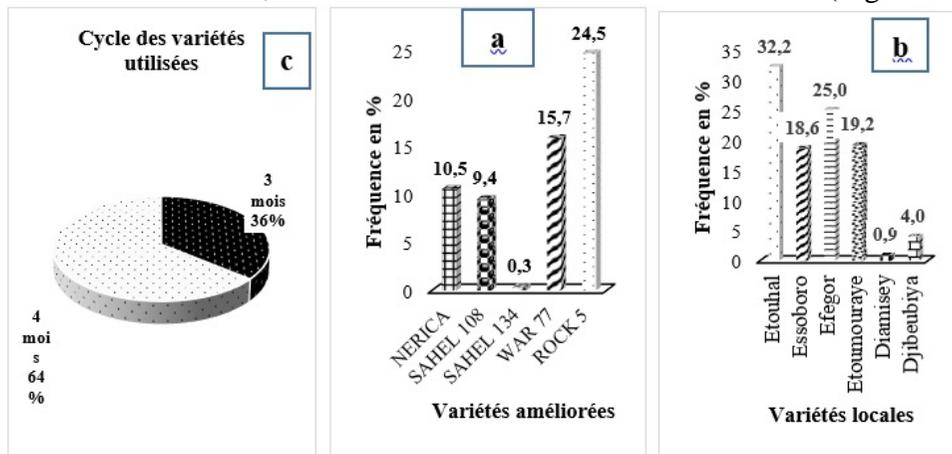
Figure 3 : situation matrimoniale (a) et niveaux d'études (b)

### 2.2. Caractérisation du système de production rizicole

#### 2.2.1 Types de riziculture, durée des plants en pépinière, variétés utilisées et leurs cycles de croissance

Dans la commune d'Enampore, la riziculture de bas-fond (95%) est la plus développée par rapport à la riziculture de plateau (5%). Les enquêtes ont permis de recenser 11 variétés de riz dont 5 sont homologuées (Rock 5, Warr77, NERICA, SAHEL 108 et la SAHEL 134) et 6 autres variétés (Etoihal, Efgor, Etoumouraye, Essoboro, Djibebya et Diamissey) qui sont locales et qui sont les plus cultivées comparé aux variétés homologuées. 64% de variétés produites dans le système rizicole ont un cycle cultural relativement tardif, dépassant 3 mois (Figure 4c). La variété « Etoihal » est la

plus utilisée (32,2%) suivi de « Efebor », « Etoumouraye » et « Essoboro » avec respectivement 25%, 19,2% et 18,6%. Pour celles homologuées, la ROCK5 et la WARR 77 sont plus utilisées par les producteurs du fait de leur résistance à la salinité, mais aussi du fait de leur rendement élevé. (Figure 4a).



**Figure 4 :** Différentes variétés cultivées (améliorées (a) et locales (b)) et leur cycle de croissance (c)

### 2.2.2. Types de labour, matériels utilisés et écartements adoptés pour le repiquage

Dans la commune d'Enampore, deux types de labour sont pratiqués. Le labour en billons (83%) est majoritairement le plus pratiqué. Par contre le labour à plat (17%) est faiblement adopté par les producteurs et est généralement effectué dans les parcelles remembrées (Figure 5a). Pour l'essentiel, le labour à l'aide du « kadiandou » (86,1%) est le plus utilisé par les populations. Le tracteur (13,9%) n'est utilisé que par peu de producteur et seulement dans les parcelles remembrées (Figure 5b). Lors du repiquage des plants de riz, l'écartement de 20 x 20 cm est le plus utilisé avec un taux de 73% (Figure 5b). Cependant d'autres écartements tels que 10 x 10 cm, 10 x 20 cm, 20 x 30 cm et 25 x 25 cm sont également utilisés, mais à moindre fréquence respectivement (9,8%) (5,5%) (5,1%) et (6,8%).

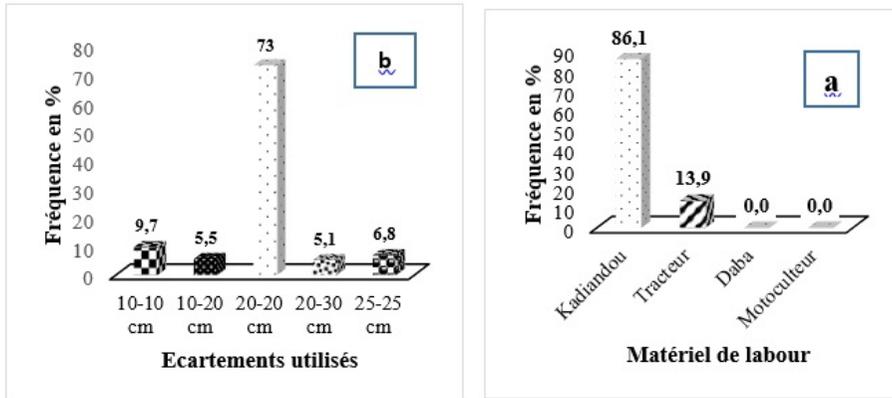


Figure 5 : matériels utilisés lors du labour (a) et différents écartements utilisés lors du repiquage (b)

### 2.3. La salinisation des rizières, un facteur contraignant à la production rizicole : apparition, causes et processus

Selon les enquêtes réalisées, la problématique la plus récurrente évoquée par les riziculteurs est la présence du sel dans les parcelles rizicoles (91%). Cette salinisation des parcelles est apparue durant les périodes [1970-1980 [et [2010-2020[ respectivement de 52,3% et 13,9% (Figure 6c). Les principaux facteurs de cette salinisation dans cette commune sont essentiellement la baisse de la pluviométrie (46,6%) et à l'avancée de la langue salée (47,1%) (Figure 6a). En évidence le processus de salinisation de ces terres se fait principalement par remontée capillaire (82,7%). Il s'y ajoute aussi l'irrigation (7,3%) et les brises de mer qui représentent 1,2% (Figure 6b).

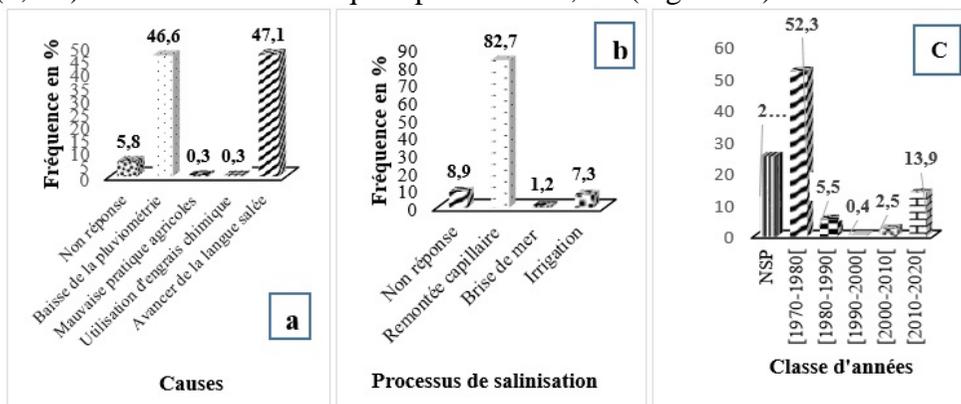
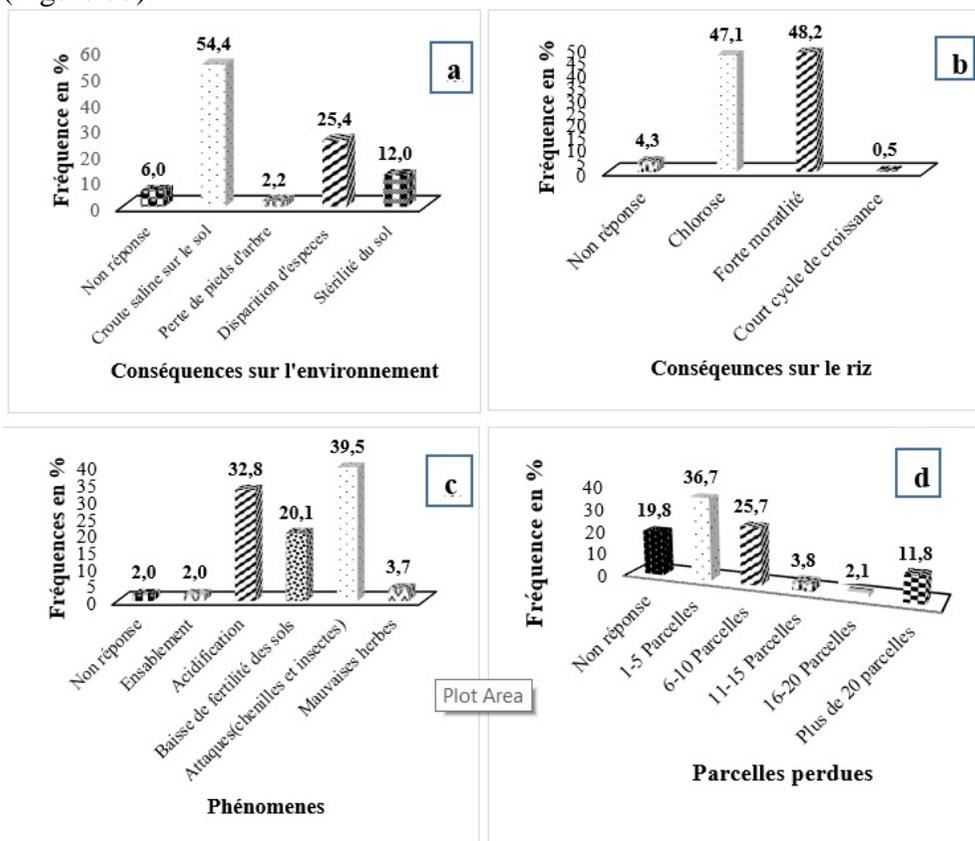


Figure 6 : Causes (a), processus de salinisation (b) et chronologie de la salinisation (c)

### 2.4. Facteurs environnementaux causant la perte des plants de riz et des superficies cultivables dans les vallées d'Enampore

La principale conséquence du sel sur l'environnement est la formation d'une croûte saline en surface (54,4%). Cette dernière se manifeste sur le riz par une

chlorose (47,1%) et conduit à leur mortalité (48,2%) (Figure 7b). Par ailleurs, la présence de chenille et d'insectes (39,5%) et l'acidification (32,8%) représentent aussi un problème central. Ces différentes contraintes ont causé la perte de plusieurs parcelles. En effet, les pertes entre 1 à 5 parcelles (36,7%) et entre 6 à 10 parcelles (25,4%) par les producteurs sont plus importantes (Figure 7d).



**Figure 7 :** effets du sel sur le sol (a) sur les plants de riz (b), autres contraintes (c) et parcelles perdues (d)

## 2.5. Stratégies d'adaptation développées par les producteurs pour atténuer l'effet du sel sur la production rizicole

Afin de minimiser les effets du sel sur le sol et sur le riz et améliorer le rendement des cultures, plusieurs stratégies ont été développées par les populations. Ainsi la mise en place d'ouvrages et l'adoption des pratiques agricoles sont les tentatives de réponse à la salinisation. Dans cette zone, plus de 87% des personnes pratiquent l'endiguement contre seulement 12% qui pratiquent le remembrement des parcelles (figure 8a). Également 62,1% ont confectionné leurs digues de façon traditionnelle. Seulement 36,8% bénéficient de digues modernes (Figure 8c). Les pratiques culturelles les plus

développées sont l'utilisation d'amendements organiques (69,5%) et le billonnage (26,3%). Les autres pratiques telles que le paillage (1,9%) et le développement des plants en pépinière (1,6%) sont faiblement pratiqués (Figure 8b).

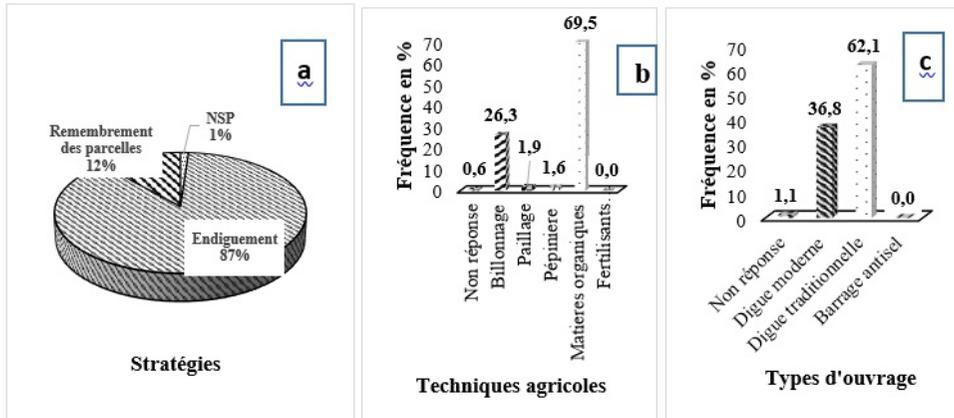
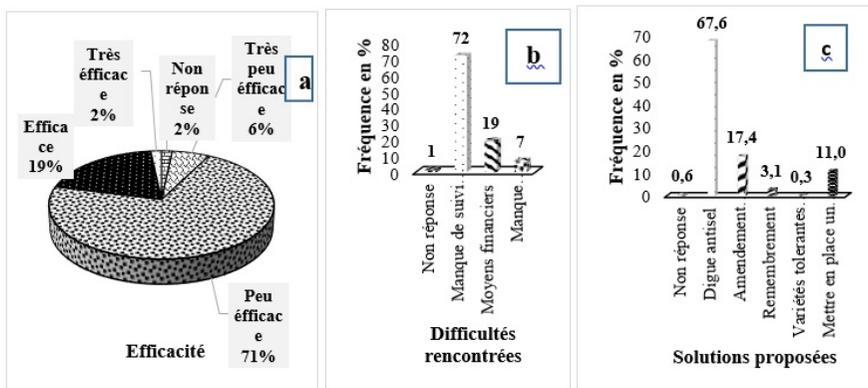


Figure 8 : Stratégies (a), techniques agricoles (b) et types d'ouvrages (c)

### 2.5.1. Evaluation de l'efficacité des différentes stratégies adoptées, les difficultés rencontrées et les solutions proposées par les producteurs pour minimiser l'effet du sel sur la riziculture

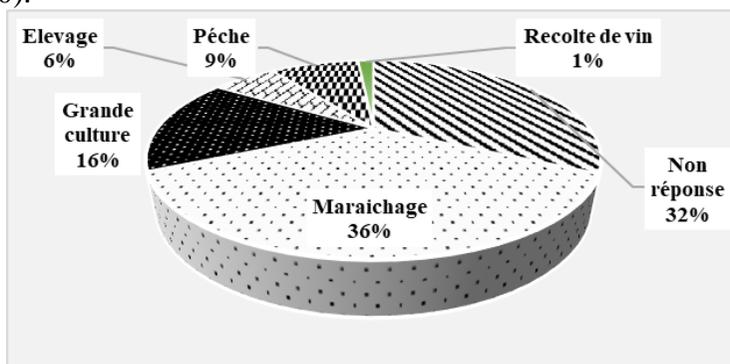
Les différentes stratégies adoptées par les producteurs pour minimiser les effets du sel sur le riz sont en majorité peu efficace 71%. Cependant seulement 19% de la population la trouve efficaces (Figure 9a). Ainsi l'inefficacité de ces différentes stratégies seraient liées à un manque de suivi des digues (72%), un manque de moyens financiers (19%) et enfin un manque d'équipements (7%) (Figure 9b). Pour ce faire, plusieurs solutions ont été proposées pour minimiser l'effet du sel sur la riziculture. Ces solutions proposées sont entre autres la mise en place d'une digue anti-sel qui constitue la modalité la plus fréquente puisqu'il est le recours retenu de 67,6% de riziculteurs. Il s'y ajoute aussi l'utilisation d'amendements organiques avec 17,4%, la mise en place d'un pont 11%, le remembrement des parcelles 3,1% et l'utilisation de variétés tolérantes aux sels 0,3% (Figure 9c)



**Figure 9 :** Efficacité des stratégies adoptées (a), les difficultés rencontrées (b) et les différentes solutions proposées pour réduire l'effet du sel sur le rendement du riz

## 2.6. Les principales activités connexes à la culture du riz

Plusieurs activités sont réalisées en plus de la riziculture ; il s'agit du maraîchage (36%) et des grandes cultures 16% en plus d'autres activités (Figure 10).



**Figure 10 :** Activités connexes à la riziculture

## Discussion

L'analyse des caractéristiques socio-démographique des producteurs révèle qu'à Enampore plus de 55% des femmes interviennent dans les activités rizicoles contre 45% d'hommes. Cette situation s'explique par le fait que les femmes ont une charge de travail sensiblement supérieure à celle des hommes car elles assurent toutes les tâches allant de la préparation de la rizière à la récolte en passant par la transformation manuelle des brisures. En effet, le labour par billonnage nécessitant par exemple plus d'effort physique est fait par les hommes (GRDR, 2009 ; Mendy, 2019 et Diédhiou *et al.*, 2021). La pratique du labour sur billon est la plus développée dans cette zone. Ainsi l'adoption de cette pratique se justifie par une meilleure gestion de l'eau dans les casiers rizicoles, mais aussi une meilleure réduction de l'effet du sel sur les cultures. Les variétés locales telles qu'« Etouhal », « Efezor » et

« Etoumouraye » sont les plus cultivés . La préférence de ces différentes variétés utilisées s'explique d'une part par le fait qu'elles résistent bien à la salinité et aux attaques parasitaires et d'autre part parce qu'elles sont utilisées lors des cérémonies traditionnelles. Elles occupent une place indispensable dans le système cultuel de la communauté diola. En effet, seuls les repas concoctés à base du riz pilé de cette variété sont autorisés dans les cérémonies rituelles d'invocation des fétiches pour la protection des initiés pendant les cérémonies d'initiation sacrée communément appelée "Boukout" (Cissoko *et al.*, 2018). Les mêmes pratiques rituelles sont observées pendant les premières pluies et sont vouées à la protection des cultures pendant la période de semis (Sané *et al.*, 2018 ; Dassylva *et al.*, 2019). Hormis les variétés locales, certaines variétés homologuées telles que la Rock 5 et la War77 sont aussi utilisées. En effet, l'utilisation de ces variétés s'explique du fait qu'elles s'adaptent bien dans les zones salées, mais aussi elles sont plus productives. Ces résultats sont en phase avec les travaux de Seye *et al.*, (2018) qui ont montré que les variétés « Rock 5 » et « War 77 » sont résistantes à la salinité, aux insectes et aux maladies comme la pyriculariose. Ces variétés présentent une forte sensibilité à l'égrenage, avec un rendement potentiel en grains de 5t. ha<sup>-1</sup>. Dans cette zone d'étude, plusieurs facteurs causant la baisse des rendements rizicoles ont été évoqué. Ces facteurs sont liés principalement à la baisse de la pluviométrie et à l'avancée de la langue salée. Sané (2017), avait souligné que la variabilité climatique est l'un des principaux facteurs de la salinité des eaux et des sols en Casamance. Ainsi, la dégradation des conditions climatiques intervenue en Basse-Casamance depuis le début des années 1970 a provoqué de profondes mutations environnementales, notamment sur les systèmes de production agricole comme les terres rizicoles (Sané, 2008, Biaye *et al.*, 2021). Marius (1985) ; Ndong (1996) et Sané (2008) ont ajouté que la modification du régime pluviométrique, le rétrécissement de la durée de la saison pluvieuse ainsi que l'augmentation de la température sont à l'origine de la forte salinisation des terres, de leur acidification ainsi que de l'ensablement des rizières. Selon Manzelli et al (2015), les principales contraintes pédoclimatiques de la riziculture de Bas-fond en Basse Casamance sont surtout liées à la salinisation des sols, à la toxicité ferreuse et à l'irrégularité de la pluviométrie. Dans cette zone, le processus de salinisation se fait principalement par remonter capillaire. Cette situation pourrait s'expliquer par les fluctuations de la nappe phréatique peu profonde. Marius (1985) et Sadio (1991) ont soutenu que la salinisation des domaines fluviomarins du Sénégal est due à l'influence marine et à la remontée capillaire. Cette situation provoque la salinisation des rizières contribuant ainsi à l'abandon de certaines parcelles rizicoles par les producteurs. Cette situation rend très aléatoire la pratique de la riziculture traditionnelle, notamment celles de mangrove et de bas-fond jadis très développés (Sané, 2008). Selon Mendy

(2019) la salinisation des rizières rend souvent difficile, voire impossible, la mise en valeur de certaines parcelles du fait des faibles apports des eaux pluviales pour dessaler les bas-fonds. L'accentuation de la salinisation dans les années 1970-1980 est conforme aux résultats de Diack et al (2015), Thior et al (2019), Fall, (2020) et de Biaye *et al* (2021) qui ont noté que la sécheresse des années 1970 serait à l'origine de cette tendance, avec la salinisation et l'acidification des rizières et leur abandon progressif par les populations locales. Par rapport aux différents fertilisants utilisés, l'utilisation majoritaire des amendements organiques s'explique par leur disponibilité, mais aussi de par leur impact positif sur les rendements. Cependant, les agriculteurs, surtout dans les bas-fonds, utilisent de la fumure organique pour garantir le maintien de la fertilité des sols (Manzelli et al, 2013). Ces résultats sont en phase avec les travaux de Dassylva et al, (2019) qui ont montré que l'épandage de la fumure organique (ordures ménagères et bouse animale) dans les casiers rizicoles constitue le principal mode de fertilisation des sols pour 80,56% des riziculteurs. Les travaux de Sene (2018) ont montré aussi que dans les bas-fonds afin de booster la productivité, les producteurs utilisent des méthodes traditionnelles d'amélioration de la fertilité des terres comme la fumure, la cendre ou les écorces d'arachide. Dans cette zone, le maraichage (36%) constitue la deuxième activité socio-professionnelle. La tendance générale qui se dégage de cette figure reste la progression de la superficie des rizières abandonnées. Par rapport aux stratégies adoptées dans la zone d'étude, plusieurs solutions ont été proposées afin de rendre plus productive la riziculture et de récupérer les parcelles abandonnées. Ces solutions proposées sont entre autres : la mise en place de digue anti-sel avec des ouvrages, l'utilisation d'amendements organiques et des variétés plus résistantes aux sels.

## **Conclusion**

Cette étude menée en basse Casamance dans la commune d'Enampore a permis d'analyser les pratiques culturelles en milieu paysan dans les zones citées et d'y appréhender les contraintes majeures de production rizicole. La commune d'Enampore est caractérisée par un système de riziculture de type traditionnel. Les travaux de préparation des rizières se font manuellement avec l'utilisation d'outils aratoires rudimentaires. La majorité des parcelles rizicoles de cette zone sont relativement salées. Cependant, cette dégradation des rizières est liée à des facteurs physiques (baisse de pluviométrie et une avancée de la langue salée) et anthropiques (manque de main d'œuvre, manque de suivi des digues et un manque de moyens financier). Ces facteurs sont à l'origine de la baisse des rendements et de l'abandon de plusieurs parcelles rizicoles. Ainsi la mise en place d'ouvrages (digue moderne et digue traditionnelle) et l'adoption des pratiques agricoles (apports d'amendements

organique, le labour par le billonnage et le développement de plants en pépinière) sont les tentatives de réponse à la salinisation. Toutefois, la riziculture en Basse-Casamance regorge d'énormes atouts qu'il s'avère nécessaire d'exploiter. Cette exploitation permettrait d'augmenter la production rizicole locale et de contribuer au niveau national à la réalisation de l'autosuffisance en riz au Sénégal. Ainsi, à la lumière de ce diagnostic, les principales recommandations identifiées s'articulent comme suit :

- Renforcer les techniques de gestion intégrée des sols et des eaux,
- Mettre à la disposition des producteurs des outils de défense, de restauration des sols et de conservation des eaux de surface et poursuivre les aménagements hydro-agricoles (digues de rétention, remembrement des parcelles et autres aménagements secondaires.)
- Approfondir le diagnostic par le biais d'expérimentation en mettant en place un dispositif multi local dans la zone d'étude afin de proposer une gestion intégrée de la riziculture pluviale.

### **Conflit d'intérêts**

Les auteurs déclarent sur l'honneur l'absence de tout conflit d'intérêts.

### **Contributions des Auteurs**

YD a été l'investigateur principal et a réalisé les travaux de terrain. YD, SD, AOKG, et MDD ont contribué à la rédaction du protocole, à l'acquisition, l'analyse et à l'interprétation des données, à la rédaction du manuscrit. JB, YPS et MS ont contribué à la révision du protocole et du manuscrit.

### **Remerciements**

Les auteurs remercient les différents chefs de villages pour l'appui afin de faciliter les travaux de terrain.

### **References:**

1. ANSD, 2013. SES (situation économique et sociale régionale), 5p
2. APRAO, 2013. « Amélioration de la production de riz en Afrique de l'Ouest produire mieux avec peu ». 4p
3. Biaye J. B., Sané. Y, Fall A C. A. L, 2021. Salinisation-acidification des sols et riziculture dans la commune de Mlomp, Oussouye (basse Casamance, Sénégal). *Agronomie Africaine* 33 (1) : 1 - 12
4. CIRAD, 2019. « Le riz pluvial en Casamance et Bassin arachidier ». Rapport de mission. 15p
5. Cissokho. D, Coly J.P, Diombaty I, 2018. « Dégradation des rizières par salinisation à l'heure du changement climatique : une menace à la sécurité alimentaire à Baïla » local durable ? Belgeo [En ligne], 2 |

- 2018, mis en ligne le 08 juillet 2018, consulté le 8 mars 2019.URL : <http://journals.openedition.org/belgeo/23362>.
6. Dasylyva M, Ndour N, Sambou B, Dieng S D, 2019. Diagnostic Agronomique de la Riziculture Périurbaine dans la Commune de Ziguinchor au Sénégal. *European Scientific Journal* October 2019 edition Vol.15, No.30 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857-7431 URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n30p229>
  7. Diack M, Diop T and Ndiaye R. 2015, « Restoration of degraded Lands Affected by Salinization Process Under Climate Change Conditions: Impacts on Food Security in the Senegal River Valley, Springer International Publishing Switzerland pp 275-288.
  8. Diedhiou S.O., Thior M., Diouf A.C., Mballo I. & Diallo A.K. (2021). Riziculture pluviale de bas-fonds dans la région de Sédhiou (Sénégal) : contraintes de production et stratégie d'adaptation. *European Scientific Journal*, ESJ, 17(24), 88. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n24p88>
  9. FAOSTAT, 2014. « Statistique Agricoles »
  10. Fall A.A, 2016. « Synthèse des études sur l'état des lieux chaîne de valeur riz en Afrique de l'Ouest : Benin, Burkina Faso, mali, Niger et Sénégal ». Rapport final. 83p
  11. Fall C. A. L, Sane Y, 2020. « Diagnostic des Contraintes de Mise en Valeur rizicole des Sols Fluvio-Marins du Marigot de Bignona, Basse Casamance, Sénégal ». *European Scientific Journal* January 2020 edition Vol.16, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n3p359>.
  12. GRDR, 2009 : Aménagement et valorisation des vallées en Basse Casamance. Approche développée par le GRDR, 39p.
  13. Manzelli M, Fiorillo E, Bacci M, Tarchiani V, 2013. Diagnostic de la riziculture de bas-fonds dans la région de Sédhiou. Rapport n° 2 Septembre 2013. 52 p.
  14. <http://web.fi.ibimet.cnr.it/papnia-sen/>
  15. Manzelli M, Fiorillo E, Bacci M, Tarchiani V, 2015. La riziculture de bas-fond au sud du Sénégal (Moyenne Casamance) : enjeux et perspectives pour la pérennisation des actions de réhabilitation et de mise en valeur. *Cah Agric* 24 : 301-312. doi : 10.1684/agr.2015.0772
  16. Marius, C. (1985). Mangroves du Sénégal et de la Gambie : écologie, pédologie, géochimie, mise en valeur et aménagement. Paris, ORSTOM. (Travaux et Documents de l'ORSTOM; 193). ISSN0371-6023 (Thèse Sciences Naturelles), Université Louis Pasteur, Strasbourg. 357 p

17. Mendez del Villar P, 2019. Vers un renouveau de la riziculture pluviale au Sénégal. 4p. <https://www.willagri.com/2019/06/24/vers-un-renouveau-de-la-riziculture-pluviale-au-senegal/>.
18. Mendez del villar P. (2019). Comprendre les enjeux de l'agriculture : vers un renouveau de la riziculture pluviale au Sénégal. *WillAgri*. <https://www.willagri.com/2019/06/24/vers-un-renouveau-de-la-riziculture-pluviale-au-senegal/>
19. Mendez del Villar P., & Bauer J.-M. (2013). Rice in West Africa : Dynamics, policies and trends. *Cahiers Agricultures*, 22(5), pp. 336-344
20. Mendy V et Sy O, 2015. « Riziculture en basse Casamance : analyse des facteurs de crise et des stratégies populaires alternatives dans la commune d'Oulampane ». *Revue Espaces et Sociétés en Mutation*. 22 P. <https://www.researchgate.net/publication/334446450>.
21. PLD, 2010. Plan local d'hydraulique et d'assainissement -plha communauté rurale 'Enampore réalisé sur financement de l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) dans le cadre de son appui au Gouvernement du Sénégal (*version finale*) 60p
22. Sagna P., 2005. Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique occidentale, Thèse de doctorat d'État ES Lettre, UCAD, Faculté des lettre et Sciences Humaine, Département de Géographie, 790p.
23. Sane. T ; Sy. O, 2008. Changements climatiques et crise de la riziculture en basse-Casamance (Sénégal). XXIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie Montpellier 2008. <https://www.researchgate.net/publication/321529487>.
24. Sané T., SY O., Dièye E. H. B., Descroix L., & Diaw A. T. (2015). De la pertinence des grands aménagements hydro-agricoles dans un contexte d'instabilité climatique : Le cas du barrage d'Affiniam en basse-Casamance. In *Descroix Luc (ed.), Djiba S. (ed.), Sané T. (ed.), Tarchiani V. (ed.) Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la Casamance: Actes de l'Atelier scientifique et du lancement de l'initiative « Casamance : Un réseau scientifique au service du développement en Casamance »* (Fonds IRD [F A010069930]). L'Harmattan, pp. 117-134
25. Sane. T, 2017. « Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en basse-Casamance (sud-ouest du Sénégal) ». Thèse de doctorat de Géographie et Environnement Université Cheikh Anta Diop de Dakar et Université Sorbonne Paris Cité. 377p.
26. Sané T, Mering C, Cormier-Salem M C , Diedhiou I, Ba B D, Diaw A T. Permanences et mutations dans les terroirs rizicoles de Basse-

- Casamance (Sénégal). Belin | « *L'Espace géographique* » 2018/3  
Tome 47 | pages 201 à 218. ISSN 0046-2497 ISBN 9782410014273.
27. Sène. M. A., 2018. « Dégradation des rizières des bas-fonds dans un contexte de changement climatique en Basse Casamance (Sénégal) ». 15p
28. Seye C.A.T, Faye. E, Thiam. A, Matty F et Sambou. B, 2018. « Effet d'un dispositif biomécanique sur la récupération de sols salés et la culture du riz dans le bassin fluvio-marin du Sine-Saloum à Ndoff (Sénégal) ». *Journal of Applied Biosciences* 130: 13162 – 13174
29. Thior M, Sy O, Sané T, Mballo I, Badiane A, Descroix L, 2019. Contraintes à la production rizicole et reconversion socio-économique dans la commune de Diembering (Sénégal) *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, Numéro 6 Juin 2019, ISSN 2521-2125. 15p. <https://www.researchgate.net/publication/334534950>



## **Influence of Certain Nutritional Products On Periodontal Status**

***Tefiku Urim,***

Doctor of Dental Medicine, Spec. of Periodontology and Oral Pathology,  
“Denta Med” Pristina, Republic of Kosovo

***Popovska Mirjana,***

MSc, PhD, University Dental Clinical Centre, Department of Periodontology  
and Oral Pathology, Faculty of Dentistry, “Ss. Cyril and Methodius  
University”, Skopje, Republic of N. Macedonia

***Cana Amella,***

Doctor of Dental Medicine, Spec. of Orthodontics, University Dental  
Clinical Centre, Department of Periodontology and Oral Pathology, Skopje,  
Republic of N. Macedonia

***Lindita Zendeli Bedxeti, MsC, PhD,***

University Dental Clinical Centre, Department of Periodontology and Oral  
Pathology, Skopje, Republic of N. Macedonia

***Recica Bilbil,***

Doctor of Oral Medicine, Spec. of Oral Surgery, University Dental Clinical  
Centre, Department of Dental Emergency-Pristina, Republic of Kosovo

***Ana Spasovska-Gjorgovska,***

MD, PZU, “Ilinden 96” Skopje, Republic of N. Macedonia

***Spiro Spasovski,***

Doctor of Dental Medicine, MSc, “Dr. Spasovski” Skopje, Republic of N.  
Macedonia

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p90](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p90)

---

Submitted: 18 November 2021

Accepted: 17 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Urim T., Popovska M., Cana A., Zendeli-Bedxeti L., Recica B., Spasovska-Gjorgovska A., & Spasovski S., (2022). *Influence Of Certain Nutritional Products On Periodontal Status* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 90.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p90>

---

### **Abstract**

**Purpose:** This paper focuses on determining the impact of certain nutritional products on periodontal status for patients with chronic periodontitis.

**Material and Method:** 60 patients within the age range of 35-65 years were included. The selection of the respondents was made by a simple random method. As a criterion in the research sample, the depth of the periodontal pockets was taken into account, which was from 3 to 5 mm, according to which a selection was made. Chronic periodontal disease with a clinically manifest stage was diagnosed in all patients. Each of the respondents had the opportunity to estimate the frequency of personal consumption of 6 selected food items (vegetables, fast food, fish, meat, fruits, and desserts) by choosing one of three possible answers (never, infrequently and often consumed). For the clinical part of the study, 4 parameters were measured, namely: GI-gingival inflammation, PI-plaque index, PPD-depth of periodontal pockets, and CAL-clinical loss of attachment. The findings were statistically processed.

**Results:** For the male and female respondents, the average age was  $39.8 \pm 5.3$  with min/pop of 30/53 years and  $41.2 \pm 6.3$  with min / pop of 32/55 years, respectively.

The analysis showed that, for  $p > 0.05$ , the frequency of consumption of vegetables significantly decreased, and the consumption of fast food insignificantly increased the values of the four clinical parameters (GI, PI, PPD, CAL).

**Conclusion:** Consumption of fish, meat, and vegetables reduces the values of clinical parameters (PI, GI, PPD, CAL). This is in contrast to fast food and dessert which indicated an increase in the values of PPD and CAL.

---

**Keywords:** Chronic periodontitis, nutritional products, clinical attachment loss

### ***Introduction***

Chronic periodontitis (CHP) is a condition caused by multiple bacterial strains that are predominantly associated with their presence in the subgingival dental plaque (Slots et al., 2000). Of all of them, the primacy belongs to *P. gingivalis* which destroys the epithelial attachment and contributes to the inflammatory, resorptive, and destructive processes in the tissues of the periodontium (Yilmaz, 2008). However, in periodontal lesions, despite the detection of *P. gingivalis*, *F. nucleatum* (Akarslan et al., 2008) is no less present, as well as other periopathogens that have a significant role in the pathogenetic developments in the periodontium (Wu et al., 2007). *F. nucleatum* is a bridge between bacterial colonies and periopathogens and it has the power to increase the ability of adhesion and invasion of *P. gingivalis* and *A. actinomycetemcomitans* in the epithelial cells of gingival (Li et al., 2015). Due to the virulent components at their disposal, they manage to survive in their complicated environment by selectively modulating the host's immuno- inflammatory response (De Andrade et al., 2019). In essence,

bacterial infection induces and modulates the immune response of the host (De Andrade et al., 2019). However, immune reactivity is simultaneously modulated by several genes, which in combination with lifestyle and environment, are additional factors for the occurrence and progression of this disease (Bartold et al., 2000).

Additionally, systemic diseases such as cardiovascular disease (Liccardo et al., 2019), kidney disease (Hickey et al., 2020), diabetes (Kocher et al., 2018), premature birth (Puertas et al., 2018), bad habits, and nutritional factors (Chapple et al., 2017) are cited as instigators and supporters of chronic periodontitis. Nutritional deficiencies of vitamins B12 (Zong et al., 2016), calcium and vitamin D (Garcia et al. 2011), Zinc (Jentsch et al., 2016) and many other vitamins and trace elements endanger the periodontal health of individuals. Although these deficiencies arise from genetic factors, certain systemic diseases such as gastrointestinal disorders can be the cause of poor absorption and malnutrition, including inadequate nutrition, application of various dietary protocols, as well as behavior and lifestyle in populations of different nationality in the world. Studies in this area shows that in an environment where food is rich in vitamins and proteins are consumed, they have a more satisfactory oral status, unlike those whose consumption of foods is rich in carbohydrates. The oral and periodontal status is far more serious in terms of caries or gingivitis (Tsang et al., 2019). Based on the findings, the objective of this paper is to determine the impact of certain nutritional products on periodontal status for patients with chronic periodontitis (CHP).

## **Material and Method of Work**

### **a. Material**

This study was conducted at the Clinic for Oral and Periodontal Diseases. For research purposes, a total of 60 patients aged 35-65 years were included.

The study is a prospective clinical trial implemented from 2019 to March 2020 for patients with chronic periodontitis. The selection of the respondents was carried out through the simple random selection method in accordance with the pre-set inclusion and exclusion criteria.

All respondents noted the diet according to the consumption of certain food products with the help of a survey questionnaire published in the paper of Akarslan et al. (2008). This is employed to achieve the goals of this research published on the basis of PubMed.

As a criterion for the group of respondents who are part of the research sample, the depth of the periodontal pockets was taken into account, which was from 3 to 5 mm. Chronic periodontal disease (CH) with a clinically manifest stage is diagnosed in all subjects.

Patients who were part of this study met certain criteria for inclusion or exclusion from the study.

**Inclusion criteria:**

- Non-smoking patients;
- Patients who have not received antiviral drugs in the previous six months;
- Patients in whom the absence of certain systemic diseases such as diabetes, cardiovascular, hematological, etc. diseases have been registered.

**Exclusion criteria:**

- Smoking patients;
- Patients undergoing antibiotics in the last three months;
- Patients with a systemic disease (kidney, cardiovascular, respiratory, malignant diseases, diabetes);
- Patients undergoing long-term treatment drugs (non-steroidal anti-inflammatory drugs);
- Pregnant and lactating women.

Each patient involved in the study was informed orally and in writing about the course of the study, after which a consent was signed for voluntary participation in it. For the course of the study and the procedures undertaken in it, approval was obtained from the ethics commission at the Faculty of Dentistry in Skopje.

## b. **Methods**

A questionnaire was applied to observe eating habits where each of the respondents had the opportunity to assess the frequency of personal consumption of 6 selected food items (vegetables, fast food, fish, meat, fruits, and desserts) by choosing one of three possible answers (never, infrequent and frequent consumption).

For the clinical part of the research, 4 parameters were measured as follows: GI-gingival inflammation, PI-plaque index, PPD-depth of periodontal pockets, and CAL-clinical loss of attachment.

CAL and PPD are determined at the first examination, when the clinical diagnosis is made, and at the stage of chronic periodontitis. DP and GI, according to Loè-Silness, are determined in the same time periods.

Clinical Attachment Loss Index (CAL), which assesses the degree of periodontal destruction that provides data on the clinical stage of periodontitis (AAP, International Workshop for Classification of Periodontal Diseases, 1999), is measured from the enamel-cement joint to the bottom of the periodontal pocket. Periodontal pocket depth measurements (PPDs) are determined with a periodontal probe and correspond to the distance from the edge of the gingiva to the bottom of the periodontal pocket. This in turn provides data on the clinical condition of the periodontium.

The data obtained during the research were statistically processed with SPSS software package, version 22.0 for Windows (SPSS, Chicago, IL, USA). The analysis of the qualitative series were done by determining the coefficient of relations, proportions, and rates and they were presented as absolute and relative numbers. The quantitative series were analyzed with the measures of central tendency (average, median, minimum and maximum values), as well as with the measures of dispersion (standard deviation).

Pearson Chi square test was used to determine the association between certain attributable dichotomous features. Furthermore, the Spearman rank correlation coefficient was adopted to determine the correlation between numerical variables with incorrect frequency distribution. The Shapiro-Wilk W test was also employed to determine the correctness of the frequency distribution of certain variables. To determine the statistical significance, a significance level of  $p < 0.05$  was used.

## Results

A total of 60 patients with chronic periodontitis were included in the study. Gender distribution indicated equal representation for 30 (50%) men and women. In the whole sample, the average age was  $40.5 \pm 5.8$  years with a minimum/maximum age of 30/55 years. According to Median (IQR) = 39 (36-45), 50% of the respondents in the sample were over 39 years old. For the male and female respondents, the average age was  $39.8 \pm 5.3$  with a min/ pop of 30/53 years and  $41.2 \pm 6.3$  with min/pop of 32/55 years, respectively.

**Table 1. Analysis of GI, PI, PPD, and CAL by sex for patients with periodontal findings**

Parameters	N	$\bar{X} \pm SD$	Min/ Max	Median (IQR)	<sup>1</sup> p	
GI	men	30	1,83±0,65	1/3	2,0 (1,0-2,0)	Z=-0,6579; p=0,5106
	women	30	1,97±0,72	1/3	2,0 (1,0-2,0)	
	total	60	1,97±0,72	1/3	2,0 (1,0-2,0)	
PI	men	30	1,97±0,72	1/3	2,0 (1,0-2,0)	Z=-0,6505; p=0,5154
	women	30	2,10±0,80	1/3	2,0 (1,0-3,0)	
	total	60	2,03±0,76	1/3	2,0 (1,0-3,0)	
PPD	men	30	3,89±0,65	2,3/4,9	3,9 (3,3-4,5)	Z=0,8871; p=0,3750
	women	30	3,77±0,61	3,05/4,9	3,7 (3,2-4,2)	
	total	60	3,83±0,63	2,3/4,9	3,8 (3,3-4,4)	
CAL	men	30	4,19±0,65	2,5/5,0	4,1 (3,6-4,9)	Z=0,9758; p=0,3292
	women	30	4,08±0,58	3,2/5,0	3,9 (3,5-4,7)	
	total	60	4,13±0,61	2,5/5,0	3,5 (4,0-4,8)	
<sup>1</sup> Mann-Whitney U test * significant for $p < 0.05$ GI-gingival inflammation; PI-plaque index; PPD-depth of periodontal pockets; CAL-clinical loss of attachment						

The analysis of the patients in the sample indicated the following average values: a) gingival inflammation (GI) -  $1.97 \pm 0.72$  with min/max of 1/3 and

50% of patients with a value above 2; b) plaque index (PI) -  $2.03 \pm 0.76$  min/max of 1/3 and 50% patients with a value above 2; c) depth of periodontal pockets (PPD) -  $3.83 \pm 0.63$  with a min/max of 2.3 / 4.9 and 50% of patients with a value above 3.8; and d) clinical loss of attachment (CAL) -  $4.13 \pm 0.61$  with a min/max of 2.5/5.0 and 50% of patients with a value above 3.5. The individual analysis of the four clinical parameters (GI, PI, PPD, and CAL), for  $p < 0.05$ , did not indicate a statistically significant difference between the sexes in relation to GI ( $p = 0.5106$ ), PI ( $p = 0.5154$ ), PPD ( $p = 0.3750$ ), and CAL ( $p = 0.3292$ ) (Table 1).

A total of 25 (41.7%) and 3 (5%) respondents in the sample stated that they had never consumed fast food or desserts, respectively (Table 2). A total of 40 (66.7%) and 38 (63.3%) respondents also stated that they often consume vegetables and fish, respectively. This was followed by a total of 25 (41.6%) respondents who stated that they often consume meat. A significant proportion of 29 (48.3%) respondents said they often consume desserts. For  $p < 0.05$ , no significant association was found between the sex of the respondents and the frequency of consumption of selected foods such as vegetables ( $p = 0.583$ ), fast food ( $p = 0.507$ ), fish ( $p = 0.284$ ), meat ( $p = 0.190$ ), and dessert ( $p = 0.191$ ).

**Table 2. Frequency of consumption of selected food items by gender for patients with periodontal findings**

Food items		Frequency of consumption			<sup>1</sup> p
		Never N (%)	Rarely N (%)	Often N (%)	
Vegetables	men	-	11 (36.67%)	19 (63.33%)	$X^2=0,300; df=1; p=0,583$
	women	-	9 (30%)	21 (70%)	
	total	-	20 (33.33%)	40 (66.67%)	
Fast food	men	11 (36.37%)	13 (43.33%)	6 (20%)	$X^2=1,360; df=2; p=0,507$
	women	14 (46.67%)	13 (43.33%)	3 (10%)	
	total	25 (41.67%)	26 (43.33%)	9 (15%)	
Fish	men	-	13 (43.33%)	17 (56.67%)	$X^2=1,148; df=1; p=0,284$
	women	-	9 (30%)	21 (70%)	
	total	-	22 (36.67%)	38 (63.33%)	
Meat	men	-	15 (50%)	15 (50%)	$X^2=1,714; df=1; p=0,190$
	women	-	20 (66.67%)	10 (33.33%)	
	total	-	35 (58.33%)	25 (41.67%)	
Desserts	men	1 (3.33%)	11 (36.67%)	18 (60%)	$X^2=3,309; df=2; p=0,191$
	women	2 (6.67%)	17 (56.67%)	11 (36.67%)	
	total	3 (5%)	28 (46.67%)	29 (48.33%)	
		<sup>1</sup> Pearson Chi-square test			* significant for $p < 0.05$

The analysis showed that, for  $p < 0.05$ , the frequency of consumption of vegetables significantly decreased, and the consumption of fast food

insignificantly increased the values of the four clinical parameters (GI, PI, PPD, CAL) (Table 3). For  $p < 0.05$ , a significant linear negative correlation was found between the frequency of fish consumption and: a) GI - weak ( $R = -0.354$ ;  $p = 0.005$ ); b) PI - moderate ( $R = 0.402$ ;  $p = 0.001$ ); c) PPD - weak ( $R = 0.273$ ;  $p = 0.035$ ); and d) CAL - weak ( $R = 0.323$ ;  $p = 0.011$ ). Frequent consumption of fish significantly reduced the values of clinical parameters. A significant linear negative correlation, for  $p < 0.05$ , was also found between the frequency of meat consumption and: a) GI - weak ( $R = -0.379$ ;  $p = 0.003$ ); b) PI - weak ( $R = 0.397$ ;  $p = 0.002$ ); c) PPD - weak ( $R = 0.259$ ;  $p = 0.045$ ); and d) CAL - weak ( $R = 0.277$ ;  $p = 0.032$ ). Frequent consumption of meat significantly reduced the values of the examined clinical parameters. It was found that the increase in the frequency of dessert consumption, for  $p < 0.05$ , was significantly positive but weakly correlated with the values of PPD and CAL for  $R = 0.270$ ;  $p = 0.037$  vs.  $R = 0.27$ ; and  $p = 0.032$ .

## Discussion

The global nutritional transition has become increasingly relevant in the world in the last decade. The population is increasingly susceptible to various diets, and less susceptible to food shortages except in remote villages and certain rural areas. The amount of food consumed is very important in many aspects. Nonetheless, the priority of the food which is the choice of the individual is even more important. Basically, diets based on rich amount of vegetables and fruits are popular (Pries et al., 2017). However, the consumption of sugars in the form of various desserts are quite attractive on different occasions, especially for children, which leads to systemic disorders obesity, type 2 diabetes or cardiovascular disease (Black et al., 2013). Apart from the systemic disorders that are evident, in this global nutritional change in diet, it is normal to expect changes in oral and periodontal health. Thus, a solid dental and periodontal status is observed in certain individuals alongside a condition of more prevalent caries and impaired periodontal status (Hujoel et al., 2017). These two conditions in the mouth are largely related to diet. Frequent consumption of juices and sweets for children leads to advanced caries (Tsang et al., 2019). Experience has shown that the composition of food strongly affects the periodontal status through micro and macro elements in the form of antioxidants (Dodington et al., 2015). The anti-inflammatory effect is achieved through ROS radicals, which acts on the ice periodontium (Acquier et al., 2016).

In this study, it was recorded that, for  $p < 0.05$ , there is a significant linear negative correlation between the frequency of fish consumption and: weak GI ( $R = -0.354$ ;  $p = 0.005$ ), PPD ( $R = 0.273$ ;  $p = 0.035$ ), and CAL ( $R = 0.323$ ;  $p = 0.011$ ) while moderate for PI was recorded ( $R = 0.402$ ;  $p = 0.001$ ). Frequent consumption of fish significantly reduced the values of clinical

parameters. Significant linear negative correlation, for  $p < 0.05$ , is determined between the frequency of meat consumption with: weak GI ( $R = -0.379$ ;  $p = 0.003$ ), PI ( $R = 0.397$ ;  $p = 0.002$ ), PPD ( $R = 0.259$ ;  $p = 0.045$ ), and CAL ( $R = 0.277$ ;  $p = 0.032$ ).

The positive findings obtained on the periodontium was interpreted based on the intake of proteins (meat and fish). Protein foods are rich in zinc and this trace element is due to the results obtained. More so, it is a coenzyme of many enzymatic processes in organisms and has a beneficial effect on periodontal tissues (Dommisch et al., 2018). At the same time, it has a potent antioxidant effect that neutralizes bacterial toxins by expelling ROS radicals which affects the maintenance or healing of periodontal health (Jentsch et al., 2016).

In the study, it is evident that more frequent consumption of meat significantly reduces the values of the examined clinical parameters.

Fish, dairy products, and vegetables are rich in calcium which are needed for the normal functioning of body fluids, blood cells, bone calcification, and maintenance of calcified tissues (Van der Velden et al., 2011). This shows the importance of some of these products and why they were often included by the respondents. Increased intake of these foods reduces the severity of periodontitis, which is reflected in the obtained clinical parameters.

Regarding vegetables, the analysis showed that, for  $p > 0.05$ , the frequency of consuming vegetables insignificantly decreased, and the consumption of fast food insignificantly increased the values of the four clinical parameters (GI, PI, PPD, CAL).

Vegetables are rich in many vitamins, of which vitamin C is especially important for the condition of the periodontium. Vitamin C is primarily needed for collagen synthesis and is defined as a scavenger of ROS radicals. In the presence of magnesium, its anti-inflammatory effect on the periodontium is emphasized, thereby reducing bleeding and gum pain (Camarena et al., 2016). However, in this paper, it was established that the increase in the frequency of dessert consumption, for  $p < 0.05$ , is significantly positive but weakly correlated with the values of PPD and CAL for  $R = 0.270$ ;  $p = 0.037$  and  $R = 0.27$ ;  $p = 0.032$ , respectively.

It is known that the type of diet, especially if it is rich in carbohydrates, affects dental plaque. On the one hand, food that is sticky, mushy, soft or creamy is easier to keep in hard-to-reach areas. Even patients who maintain satisfactory or solid oral hygiene cannot remove these plaque deposits very successfully. On the other hand, foods rich in sugars are an ideal medium for the development of microorganisms that alter the biofilm, especially the subgingival. The microorganisms that are part of the oral symbiosis experience a quantitative and qualitative change that leads to a disturbed balance in the direction of increased pathogenicity. Under these conditions,

inflammatory, destructive, and resorptive changes of periodontal tissues occur, resulting in the occurrence or progression of periodontal disease.

Furthermore, frequent consumption of desserts results in the already indicated pathogenetic events which are explained by a positively weak correlation with the values of PPD and CAL.

From the conducted research, it is evident that the consumption of fish, meat, and vegetables reduces the values of clinical parameters (PI, GI, PPD, CAL). This is in contrast to fast food and dessert which indicated an increase in the values of PPD and CAL.

## Conclusion

From the conducted research, it can be concluded that the consumption of fish, meat, and vegetables reduce the values of clinical parameters (PI, IG, PPD, CAL). This is in contrast to fast food and dessert which indicated an increase in PPD and CAL values. Hence, this led to the recommendation to change the diet. Therefore, the population that prefers fast food and food rich in carbohydrates will face the problem of worse periodontal status, better conditions for initiation of periodontal disease, as well as faster progression of inflammatory, destructive, and resorptive processes of all structures of the periodontium, which is opposed to the group which uses fish, meat, and vegetables in their diet.

## References

1. Akarslan, ZZ., Sadık, B., Sadık, E., & Erten, H. (2008). Dietary habits and oral health related behaviors in relation to DMFT indexes of a group of young adult patients attending a dental school. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. Dec 1;13(12): E800-7.
2. Acquier, AB., De Couto Pita, AK., Busch, L., & Sánchez, GA. (2016). Parameters of oxidative stress in saliva from patients with aggressive and chronic periodontitis. *Redox Rep*. 2017 May;22(3):119-126. doi: 10.1080/13510002.2016.1198104. Epub 2016 Jun 20. PMID: 27320473.
3. Bartold, PM. & Van Dyke, TE. (2000). Periodontitis : a host-mediated disruption of microbial homeostasis. *Unlearning learned concepts. Periodontol 2000*. 2013; 62:203–17. [PubMed: 23574467]
4. Black, RE., Victora, CG., Walker, SP., Bhutta, ZA., Christian, P., De Onis, M., Ezzati, M., Grantham-McGregor, S., Katz, J., Martorell, R. et al. (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Lancet*, 382, 427–451. [CrossRef].

5. Chapple, I.L., Philippe Bouchard, P., Cagetti, MG., Guglielmo Campus, G., Carra, M.C., & Fabio Cocco, F. (2017). Interaction of lifestyle, behaviour or systemic diseases with dental caries and periodontal diseases: consensus report of group 2 of the joint EFP/ORCA workshop on the boundaries between caries and periodontal diseases *J Clin Periodontol Mar;44 Suppl 18:S39-S51*. doi: 10.1111/jcpe.12685.
6. Camarena, V. & Wang, G. (2016). The epigenetic role of vitamin C in health and disease. *Cell. Mol. Life Sci.* 73, 1645–1658. [CrossRef] [PubMed].
7. De Andrade, KQ., Almeida-da-Silva, C. L. C., & Coutinho-Silva, R. (2019). Immunological Pathways Triggered by *Porphyromonas gingivalis* and *Fusobacterium nucleatum*: Therapeutic Possibilities? Mediators of Inflammation, 1–20. doi:10.1155/2019/7241312.
8. Dodington, DW., Fritz, PC., Sullivan, PJ., & Ward, WE. (2015). Higher intakes of fruits and vegetables, beta-carotene, Vitamin C,  $\alpha$ -tocopherol, EPA, and DHA are positively associated with periodontal healing after nonsurgical periodontal therapy in nonsmokers but not in smokers. *J. Nutr.* 145, 2512–2519. [CrossRef] [PubMed].
9. Dommisch, H., Kuzmanova, D., Jönsson, D., Grant, M., & Chapple, I. (2018). Effect of micronutrient malnutrition on periodontal disease and periodontal therapy. *Periodontol 2000.* Oct;78(1):129-153. doi: 10.1111/prd.12233.PMID: 30198127
10. Garcia, M.N., Hildebolt, C.F., Miley, D.D., Dixon, D.A., Couture, R.A., Anderson Spearie, C.L., Langenwalter, E.M., Shannon, W.D., Deych, E., & Mueller, C. (2011). (One-year effects of vitamin D and calcium supplementation on chronic periodontitis. *J. Periodontol.* 82:25–32. doi: 10.1902/jop.2010.100207. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
11. Hickey, NA., Shalamanova, L., Whitehead, KA., Dempsey-Hibbert, N., Van der Gast, C., & Taylor, RL. (2020). Exploring the putative chronic kidney disease and chronic periodontitis.
12. *Crit Rev Microbiol.* Feb;46(1):61-77. doi: 10.1080/1040841X.2020.1724872. Epub 2020 Feb 12.PMID: 32046541 Review.
13. Hujoel, PP. & Lingström, P.J. (2017). *Clin Periodontol.* Nutrition, dental caries and periodontal disease: a narrative review. Mar;44 Suppl 18:S79-S84. doi: 10.1111/jcpe.12672.PMID: 28266117 Review.
14. Jentsch, H.F., Knöfler, G.U., Purschwitz, R.E., & Eick, S. (2016). Periodontal Dressing as an Adjunct after Scaling and Root Planing—

- A Useful Preventive Tool? *Oral Health Prev. Dent.* 14:101–109. [PubMed] [Google Scholar]
15. Kocher, T., König, J., Borgnakke, WS., Pink, C., & Meisel, P. (2018). Periodontal complications of hyperglycemia/diabetes mellitus: Epidemiologic complexity and clinical challenge.
  16. *Periodontol* 2000. Oct;78(1):59-97. doi: 10.1111/prd.12235.PMID: 30198134.
  17. Liccardo, D., Cannavo, A., Spagnuolo, G., Ferrara, N., Cittadini, A., Rengo, C., & Rengo, G. (2019). Periodontal Disease: A Risk Factor for Diabetes and Cardiovascular Disease.
  18. *Int J Mol Sci.* Mar 20;20(6):1414. doi: 10.3390/ijms20061414.PMID: 3089782
  19. Li, Y., Guo, H., Wang, X., Lu, Y., Yang, C., & Yang, P. (2015). Coinfection with *Fusobacteriumnucleatum* can enhance the attachment and invasion of *Porphyromonasgingivalis* or *Aggregatibacteractinomycetemcomitans* to human gingival epithelial cells. *Archives of Oral Biology*, 60(9), 1387–1393. doi:10.1016/j.archoralbio.06.017
  20. Pries, AM., Huffman, SL., Champeny, M., Adhikary, I., Benjamin, M., Coly, AN., Diop, EH., Mengkheang, K., Dhungel, S. et al. (2017). Consumption of commercially produced snack foods and sugar-sweetened beverages during the complementary feeding period in four African and Asian urban contexts. *Matern. Child Nutr.* 13, e12412. [CrossRef] [PubMed].
  21. Puertas, A., Magan-Fernandez, A., Blanc, V., Revelles, L., O'Valle, F., Pozo, E., León, R., & Mesa, F.J. (2018). Association of periodontitis with preterm birth and low birth weight: a comprehensive review. *Matern Fetal Neonatal Med.* Mar;31(5):597-602. doi: 10.1080/14767058.2017.1293023. Epub 2017 Feb 28. PMID: 2828277.
  22. Slots, J, MacDonald, ES., & Nowzari, H. (2000). Infectious aspects of periodontal regeneration. *Periodontology* 1999; 19(1), 164–172.
  23. Tsang, C., Karen Sokal-Gutierrez, K., Patel, P., Lewis, B., Huang, D., & Ronsin, K. (2019). Early Childhood Oral Health and Nutrition in Urban and Rural Nepal. *Int J Environ Res Public Health* Jul 10;16(14):2456. doi: 10.3390/ijerph16142456.
  24. Van der Velden, U., Kuzmanova, D., & Chapple, I. (2011). Micronutritional approaches to periodontal therapy. *J. Clin. Periodontol.* 38, 142–158. [CrossRef] [PubMed].
  25. Wu, Y.M., Yan, J., Chen, L.L., & Gu, Z.Y. (2007). “Association between infection of different strains of *Porphyromonas gingivalis* and *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in subgingival

- plaque and clinical parameters in chronic periodontitis,” *Journal of Zhejiang University B*; 8, (2):121–131.
26. Yilmaz, Ö. (2008). The chronicles of *Porphyromonas gingivalis*: the microbium, the human oral epithelium and their interplay,” *Microbiology*; 154, (10): 2897–2903.
27. Zong, G., Holtfreter, B., Scott, A.E., Völzke, H., Petersmann, A., Dietrich, T., Newson, R.S., & Kocher, T. (2016). Serum vitamin B12 is inversely associated with periodontal progression and risk of tooth loss: A prospective cohort study. *J. Clin. Periodontol.* 43, 2–9. [CrossRef] [PubMed].



**Influence de la BAP et de l'ANA sur l'évolution des teneurs en sucres solubles et acides aminés totaux dans les tiges des vitroplants du *Manihot esculenta* Crantz variété TMS 96/1762 au cours de la régénération *in vitro* directe**

***Eliau Hubert Dieu Béni,***

Laboratoire de Physiologie et Biochimie Végétales, Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, Université de Yaoundé, Cameroun  
Département de l'Agriculture, Institut Supérieur de Développement Rural, Université de Bangui, Bangui, République Centrafricaine

***Fotso,***

Département de Biologie, Ecole Normale Supérieure de Bamili, Université de Bamenda, Bamenda, Cameroun

***Touckia Gorgon Igor,***

***Djamndo Djasbé Mathurin,***

Département de l'Agriculture, Institut Supérieur de Développement Rural, Université de Bangui, Bangui, République Centrafricaine

***Djeuani Astride Carole,***

Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé 1, Cameroun

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p102](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p102)

Submitted: 19 November 2021

Accepted: 01 February 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Hubert Dieu Béni E., Fotso., Gorgon Igor T., & Astride Carole D., (2022). *Influence de la BAP et de l'ANA sur l'évolution des teneurs en sucres solubles et acides aminés totaux dans les tiges des vitroplants du Manihot esculenta Crantz variété TMS 96/1762 au cours de la régénération in vitro directe* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 102.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p102>

## Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la BAP et de l'ANA sur les variations des teneurs en sucres solubles et acides aminés totaux dans les tiges des vitroplants du *Manihot esculenta* Crantz variété TMS 96/1762 au cours de la régénération *in vitro*. Pour ce faire, les bourgeons néoformés sur microboutures sont isolés sous la hotte à flux laminaire. Ils ont été ensuite

repiqués dans des tubes de cultures contenant le milieu de régénération, constitué de MB auquel on a ajouté 0,05/0,05 et 0,1/0,1 mg.l-1 BAP/ANA. Les sucres solubles et les acides aminés totaux ont été extraits selon la méthode de Saha et Brewer (1994) modifiée. Le dosage des sucres solubles a été effectué selon la méthode de Saha et Brewer (1994). Les acides aminés ont été dosés à la ninhydrine selon la méthode de Yemm et Cocking (1995). Le milieu de culture favorable au microbouturage est le milieu MS + 0,1/0,1mg.l-1 BAP/ANA qui a permis d'obtenir un nombre moyen de feuilles maximal de  $6,44 \pm 1,89$ . L'addition de BAP/ANA (0,05/0,05mg.l-1) aux MB a entraîné une baisse de la teneur en sucres solubles. Elle est passée de 530,932  $\mu\text{g/g}$  de PF au jour 7 à 507  $\mu\text{g/g}$  de PF puis elle était devenue élevée jour 28 (684,152  $\mu\text{g/g}$  de PF). L'utilisation de la combinaison BAP/ANA aux concentrations de 0,05/0,05 mg.l-1 et de 0,1/0,1mg.l-1 dans les MB a respectivement engendré des pics de la teneur en acides aminés totaux au jour 14 (101831,5 mg/g de PF) et au jour 28 (167948,7mg/g de PF).

---

**Mots clés :** ANA, BAP, vitroplants, sucres solubles, *Manihot esculenta*

## **Influence of BAP And NAA on the Evolution of Soluble Sugars and Total Amino Acids Contents in Stems of Manihot Esculenta Crantz Variety TMS 96/1762 During Direct in Vitro Regeneration**

*Eliau Hubert Dieu Béni*

Laboratoire de Physiologie et Biochimie Végétales, Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, Université de Yaoundé 1. BP: 47, Yaoundé, Cameroun

Département de l'Agriculture, Institut Supérieur de Développement Rural, Université de Bangui, BP: 1450, Bangui, République Centrafricaine

*Fotso*

Département de Biologie, Ecole Normale Supérieure de Bamili, Université de Bamenda, BP: 39, Bamenda, Cameroun

*Touckia Gorgon Igor*

*Djamndo Djasbé Mathurin*

Département de l'Agriculture, Institut Supérieur de Développement Rural, Université de Bangui, BP: 1450, Bangui, République Centrafricaine

*Djeuani Astride Carole*

Département de Biologie et Physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé 1, Cameroun

---

### **Abstract**

The objective of this study was to evaluate the effect of BAP and NAA on changes in soluble sugar and total amino acid contents in stems of Manihot esculenta Crantz variety TMS 96/1762 during *in vitro* regeneration. For this purpose, buds neoformed on microbuds were isolated under the laminar flow hood. They were then transplanted into culture tubes containing the regeneration medium, consisting of MB to which 0.05/0.05 and 0.1/0.1 mg.l<sup>-1</sup> BAP/ANA were added. Soluble sugars and total amino acids were extracted according to the modified method of Saha and Brewer (1994). The determination of soluble sugars was performed according to the method of Saha and Brewer (1994). Amino acids were assayed with ninhydrin according to the method of Yemm and Cocking (1995). The culture medium favorable for micro bottling was MS + 0.1/0.1mg.l<sup>-1</sup> BAP/ANA, which resulted in a maximum average leaf count of 6.44 ± 1.89. The addition of BAP/ANA (0.05/0.05mg.l<sup>-1</sup>) to MB resulted in a decrease in soluble sugar content. It went from 530.932 µg/g FP on day 7 to 507 µg/g FP and then became high on day 28 (684.152 µg/g FP). The use of BAP/ANA combination at the

concentrations of 0.05/0.05 mg.l-1 and 0.1/0.1mg.l-1 in MB resulted in peaks in total amino acid content at day 14 (101831.5 mg/g FP) and day 28 (167948.7mg/g FP), respectively.

---

**Keywords:** NAA, BAP, soluble sugars, vitroplants, *Manihot esculenta*

## Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), de la famille des Euphorbiaceae, est une plante à tubercules de grande importance alimentaire, économique et socioculturelle dans le monde tropical et particulièrement en Afrique Centrale (Raffaillac, 1997). Il est consommé pour ses feuilles et ses racines (Betiku *et al.*, 2011 ; Gnonlonfin *et al.*, 2011; Famurewa *et al.*, 2013; Koko *et al.*, 2014). Il occupe la cinquième place mondiale en source d'hydrates de carbone avec une production annuelle de 250 millions de tonnes en 2014 (FAO, 2014). Le Nigéria occupe la première place avec une production annuelle de 52 millions de tonnes; le Cameroun se classe en seizième position avec une production s'élevant à 4,1 millions de tonnes en 2011 (FAO, 2014).

Les projections démographiques prévoient que la population mondiale qui est actuellement de six milliards pourrait atteindre huit milliards en 2030 (FAO, 2006). Face à cette pression, la promotion des cultures fortement productives, résistantes et ayant une bonne valeur nutritive, est une alternative au problème de la faim. Le manioc répond à ces exigences. Les agriculteurs cultivent souvent le manioc après d'autres cultures vivrières, car il s'adapte bien à la pauvreté des sols africains, sans apport d'engrais chimiques (Benesi, 2005).

Cependant, le caractère essentiellement allogame du manioc et l'absence des méthodes de multiplication végétative efficace handicapent la vulgarisation des génotypes d'élites. Ainsi en milieu paysan, les rendements obtenus sur le terrain sont de l'ordre de 6 à 8 t/ha contre 30 à 40 t/ha dans les stations de recherche où sont cultivées des variétés améliorées. Cette variation du rendement est due aux contraintes liées à la production, en particulier des dégâts causés par les microorganismes pathogènes responsables des maladies foliaires qui entraînent des pertes (Ambang *et al.*, 1997).

Pour pallier à ces contraintes, la culture *in vitro* reste une voie possible pour l'amélioration de cette espèce. La multiplication *in vitro* est une technique de multiplication qui permet de disposer rapidement de matériel de plantation de bonne qualité sanitaire (Omokolo *et al.*, 2001). Ces qualités sont recherchées dans le cadre de la multiplication rapide de nouvelles variétés sélectionnées et du renouvellement de plantations. Les sucres sont des

polyalcools portant des fonctions aldéhydes ou cétones. Ils assurent à la fois la fonction de nutrition et de constituants de la paroi. Ainsi, en culture *in vitro*, le sucre est généralement addition au milieu de base. En plus de son rôle de source de carbone, il participe du potentiel osmotique du milieu de culture (Gaspar, 1988). De plus, les glucides représentent le constituant majeur des parois cellulaires des végétaux (Cassab, 1998). Les acides aminés sont les sous-unités constitutives des protéines et représentent un élément essentiel des milieux de culture cellulaire. Cette étude a été réalisée dans l'objectif d'évaluer l'effet de la BAP et de l'ANA sur les teneurs en sucres solubles et acides aminés totaux dans les tiges des vitroplants du Manihot esculenta Crantz variété TMS 96/1762 au cours de la régénération *in vitro* directe.

## **Matériel et Méthodes**

### **Matériel végétal**

Le matériel végétal a été constitué de boutures de manioc de la variété TMS 96/1762 âgées de 2 mois. Ces boutures ont été obtenues auprès de l'IITA de Nkolbisson à Yaoundé au Cameroun. Dans cet institut, les boutures ont été produites dans des sachets polyéthylène contenant de la terre arable.

### **Méthodes**

#### **Aseptisation**

Le matériel a été lavé sous un courant d'eau de robinet pendant 10 minutes suivi d'un lavage sous un courant d'eau distillée pendant 2 heures puis aseptisé par trempage dans du Tween 20 à 1% pendant 5 minutes et dans l'hypochlorite de sodium 30% pendant 45 minutes. Ensuite, trois rinçages successifs de 5, 10 et de 15 minutes à l'eau distillée stérile ont été faits sous une hotte à flux laminaire horizontale (MECAPLEX) près d'une flamme d'un bec bunsen.

#### **Production d'explants**

Après aseptisation, des fragments de 1,5 cm ont été prélevés sur le matériel végétal reçu sous la forme de bouture. Ils ont servi d'explants pour la culture *in vitro*.

#### **Condition de culture**

Le milieu de base le plus indiqué pour la régénération et la croissance des explants de *Manihot esculenta* a été le milieu Murashige et Skoog (MS) (1962) complet auquel on a ajouté 20 g.l<sup>-1</sup> de saccharose, 8 g.l<sup>-1</sup> d'agar et 5 ml.l<sup>-1</sup> du complexe vitaminique de Morel et Wetmore (1951). Le pH du milieu a été ajusté à 5,6 (pH-mètre METROHM) à l'aide d'une solution de HCl 0,1

N ou de NaOH 1 N. Le milieu de culture a été reparti dans des tubes de culture de diamètre 25 mm et de hauteur 115 mm (SCHOTT) à raison d'environ 10 ml par tube et stérilisés par l'autoclave à 121 °C pendant 20 minutes, sous une pression de 1,6 Kg.cm<sup>-2</sup>. Les ensemencements ont été faits sous une hotte à flux laminaire horizontale (MECAPLEX) près d'une flamme d'un bec bunsen. Avant la mise en culture, la partie basale de chaque explant dont les cellules ont été tuées par les solutions aseptisantes a été éliminée à l'aide d'un scalpel stérile. Les cultures ont été entreposées dans une chambre de culture où régissent les conditions suivantes : température: 26 ± 1 °C; éclairage lumière fluorescence (OSRAM) 80 mol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>; photopériode: 16/8.

### **Induction des bourgeons néoformés**

Pour l'induction des bourgeons, différentes concentrations de phytohormones ont été testées comme suit :

- ANA : 0; 0,05 ; 0,1 et 0,2 mg.l<sup>-1</sup>,
- BAP : 0; 0,05 ; 0,1 et 0,2 mg.l<sup>-1</sup>.

Les tubes ensemencés ont été scellés avec du parafilm, puis déposés dans une salle de culture à la température de 26 ± 1 °C sous un éclairage de 80 μmol/m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> pendant 16 heures par jour (tubes fluorescents blancs OSRAM). Trente explants ont été mis en culture pour chaque concentration d'ANA ou BAP et l'expérience a été répétée quatre fois. A la fin des cultures qui ont duré 56 jours, le pourcentage des microboutures ayant développés des bourgeons a été enregistré dans chaque cas. De même, le nombre moyen des bourgeons formés par microbouture a été noté.

### **Régénération des vitroplants à partir des bourgeons néoformés**

Les bourgeons néoformés sur microboutures ont été isolés sous une hotte à flux laminaire. Ils ont été ensuite repiqués dans des tubes de cultures contenant le milieu de régénération, constitué de MB auquel ont été ajoutées différentes doses de combinaison BAP/ANA (0,05/0,05; 0,1/0,1 mg.l<sup>-1</sup>). Le pH de tous les milieux a été ajusté à 5,6. Les tubes ensemencés ont été scellés avec du parafilm, puis déposés dans une salle de culture à la température de 26 ± 1 °C sous un éclairage de 80 μmol.m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> pendant 16 heures par jour (tubes fluorescents blancs OSRAM). Pour chaque rapport en BAP/ANA, trente bourgeons formés ont été repiqués et l'expérience a été reprise quatre fois. Les observations ont été faites tous les 7 jours pendant 90 jours. A cette date, les paramètres de croissance (taille moyenne des plantules; nombre moyen de feuilles nouvellement formées par plantule) ont été enregistrés.

## **Extraction et dosage des sucres solubles et des acides aminés totaux**

### **Extraction**

Les sucres solubles et les acides aminés totaux ont été extraits selon la méthode de Saha et Brewer (1994) modifiée. Le matériel végétal (tige) a été broyé dans de l'éthanol 80 % (0,3 g de matériel biologique pour 1,5 ml d'éthanol 80 %). L'extrait obtenu a été centrifugé à 3500 tours/min pendant 30 min. Le surnageant constitue l'extrait brut des sucres solubles et des acides aminés totaux. Les surnageants ont été récupérés dans des tubes Eppendorfs et conservés à -20 °C pour les dosages.

### **Dosage des sucres solubles**

Le dosage des sucres solubles a été effectué selon la méthode de Saha et Brewer (1994). La solution d'anthrone a été constituée de 710 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, 290 ml d'eau distillée et de 1 g d'anthrone. Le mélange réactionnel a été constitué de 4 ml de la solution d'anthrone, 20 µl d'extrait qui ont été portés au bain-marie à 80°C pendant 20 mn. Après refroidissement (dans de la glace fondante), l'absorbance de la solution verte du complexe furfural obtenu a été lue à 620 nm au spectrophotomètre. La teneur en sucres totaux a été évaluée à l'aide d'une courbe d'étalonnage réalisée avec du glucose.

### **Dosage des acides aminés totaux**

Les acides aminés ont été dosés à la ninhydrine selon la méthode de Yemm et Cocking (1955). Pour le dosage, le mélange réactionnel contenant dans l'ordre 0,5 ml d'éthanol, 0,5 ml de tampon citrate (0,2 M ; pH 5), 1 ml de solution acétonique de ninhydrine KCN (1 % (m/v) de ninhydrine et 0,06 % (m/v) de KCN) et 25 µl d'extrait alcoolique a été porté au bain marie bouillant pendant 15 minutes puis refroidit dans de la glace fondante. 4ml d'eau distillée ont été ensuite ajoutées. L'absorbance du mélange a été lue à 570 nm au spectrophotomètre. La teneur en acides aminés a été évaluée à l'aide d'une courbe d'étalonnage réalisée avec une gamme de concentration de glycine pure variant de 0,5 à 60 µg/µl.

### **Analyses statistiques**

Toutes les données obtenues après différentes analyses biochimiques ont fait l'objet d'une analyse par ANOVA, en utilisant le logiciel SPSS 20 pour Windows. Le test de Tukey a été utilisé pour déterminer toute différence significative entre les différentes variétés au seuil de  $p < 0,05$ . Les résultats ont été exprimés sous forme de moyennes  $\pm$  l'écart-type. Toutes les expériences ont été réalisées en quatre répétitions.

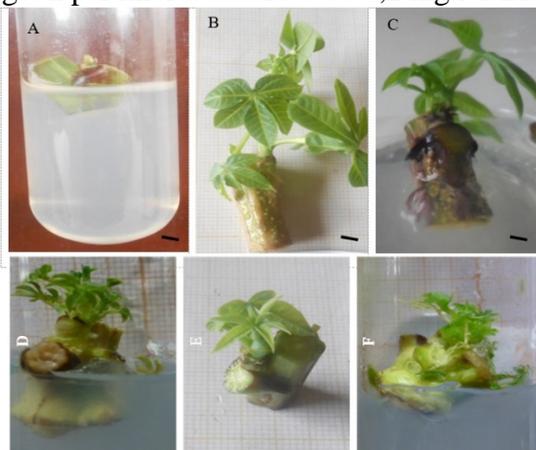
## Résultats

### Effet de l'ANA et de la BAP sur la prolifération des bourgeons

La prolifération des bourgeons sur les microboutures a été obtenue après 28 jours de culture. Les bourgeons se sont formés principalement au niveau du nœud de la microbouture, au voisinage axillaire préexistant (Figure 1A). Le pourcentage de microbouture qui a développé les bourgeons et le nombre moyen des bourgeons néoformés par microbouture ont varié en fonction de la concentration de l'ANA et de la BAP (Figure 1B).

Avec l'ANA, le pourcentage de bourgeonnement est passé de 8,1 % à un maximum de 89,3 %, respectivement avec les concentrations de 0,05 mg.l<sup>-1</sup> (Figure 1C) et de 0,1 mg.l<sup>-1</sup> (Figure 1D). Au-delà de cette concentration de 0,1 mg.l<sup>-1</sup>, ce pourcentage a baissé et a atteint un minimum de 53,8 % avec 0,2 mg.l<sup>-1</sup> ANA. Le nombre moyen des bourgeons formés par cal a varié de 1,9 bourgeon à un maximum de 3,5, respectivement avec 0,05 mg.l<sup>-1</sup> et 0,1 mg.l<sup>-1</sup> ANA. Au-delà de cette concentration, ce nombre a baissé et a atteint une valeur minimale de 2,8 bourgeons par cal avec 0,6 mg.l<sup>-1</sup> ANA (Tableau I).

La concentration de 0,05 mg.l<sup>-1</sup> de BAP (Figure 1E) et celle de 0,1 mg.l<sup>-1</sup> de BAP (Figure 1F) ont respectivement exprimé des pourcentages de bourgeonnement de 70,2 % et de 100 %. Au-delà de la concentration de 0,1 mg.l<sup>-1</sup> de BAP, le pourcentage a baissé et a atteint un minimum de 39,2 % avec 0,2 mg.l<sup>-1</sup> BAP. Le nombre moyen des bourgeons par microbouture a varié de 2,1 bourgeons avec 0,05 mg.l<sup>-1</sup> BAP à un maximum de 4,3 avec 0,1 mg.l<sup>-1</sup> BAP. Au-delà de cette concentration, ce nombre baisse et atteint un minimum de 1,2 bourgeon par microbouture avec 0,2 mg.l<sup>-1</sup> BAP (Tableau I).



**Figure 1.** Aspects morphologiques des explants en fonction des traitements appliqués chez le clone 96/1762 après 28 jours de culture.

Explant dans le milieu témoin (A), Débourrement de l'explant (B), Explant dans 0,05 mg/l ANA (C), explant dans 0,1 mg/l ANA(D), explant dans 0,05 mg/l BAP (E), Explant dans 0,1 mg/l BAP (F). Barre = 0,5 cm.

**Tableau I.** Effet de l'ANA et de BAP sur le débourrement des explants et le nombre moyen des bourgeons néoformés par microbouture de la variété TMS 96/1762 de *Manihot esculenta*

Concentrations des phytohormones (mg.l <sup>-1</sup> )		Pourcentage des explants bourgeonnants (%)	Nombre moyen des bourgeons néoformés par microbouture
Témoin	0	2,5	0,6
	0,05	8,1 <sup>c</sup>	1,9 <sup>c</sup>
ANA	0,10	89,3 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>
	0,20	53,8 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>
	0,05	70,2 <sup>b</sup>	2,1 <sup>c</sup>
BAP	0,10	100,0 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>
	0,20	39,2 <sup>c</sup>	1,2 <sup>b</sup>

Les valeurs qui portent la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après le test de Tukey  $p < 0,05$ .

### Effet de BAP, d'ANA et des combinaisons BAP/ANA sur la régénération des vitroplants à partir des bourgeons néoformés

Les bourgeons néoformés sur les microboutures ont été isolés et repiqués sur le milieu MS contenant les différentes concentrations de BAP, d'ANA et la combinaison BAP/ANA. Tous les bourgeons repiqués ont repris la croissance après 6 jours. Les meilleurs développements des feuilles ont été observés avec 0,05 mg.l<sup>-1</sup> ANA ou BAP ou BAP/ANA au 28ème jour après les traitements (Tableau II).

**Tableau II.** Effet de BAP, d'ANA et de BAP/ANA sur le nombre moyen de feuilles après 28 jours de traitement

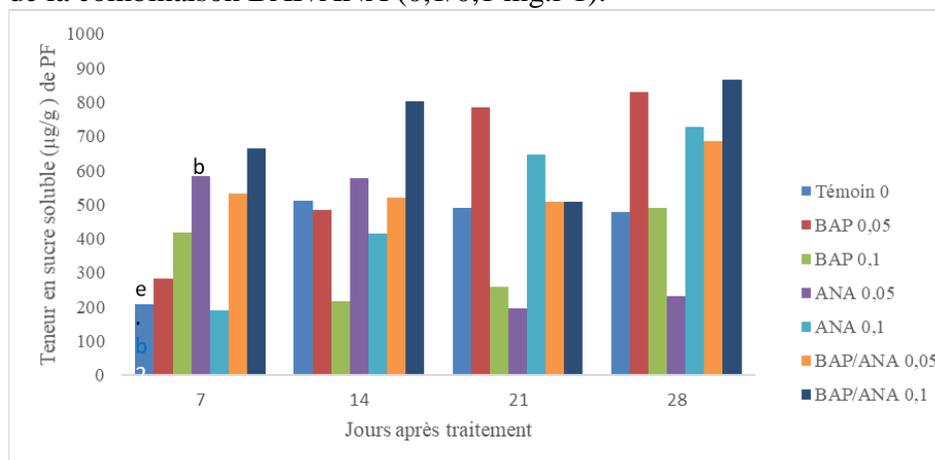
Traitements	Concentrations	Jours après traitement (JAT)			
		7	14	21	28
Témoin	0	1,40±1,68 <sup>b</sup>	3,01±0,00 <sup>b</sup>	3,50±0,25 <sup>b</sup>	3,82±3,22 <sup>c</sup>
ANA	0,05	2,60±1,40 <sup>a</sup>	3,00±0,00 <sup>b</sup>	3,50±1,15 <sup>b</sup>	5,10±2,50 <sup>b</sup>
	0,1	1,75±1,15 <sup>b</sup>	2,25±1,06 <sup>c</sup>	3,50±0,35 <sup>b</sup>	3,75±2,50 <sup>c</sup>
BAP	0,05	2,64±1,11 <sup>a</sup>	3,92±1,03 <sup>a</sup>	4,92±2,23 <sup>a</sup>	5,84±0,38 <sup>b</sup>
	0,1	2,20±1,05 <sup>a</sup>	3,46±0,35 <sup>a</sup>	4,73±3,08 <sup>a</sup>	5,66±2,09 <sup>b</sup>

BAP/ANA	0,05/0,05	2,31±2,05 <sup>a</sup>	3,22±1,01 <sup>a</sup>	4,77±2,01 <sup>a</sup>	6,44±1,89 <sup>a</sup>
	0,1/0,1	2,11±1,21 <sup>a</sup>	2,82±2,21 <sup>b</sup>	3,41±1,91 <sup>b</sup>	4,21±0,38 <sup>c</sup>

Les valeurs qui portent la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après le test de Tukey  $p < 0,05$ .

### Effet de l'ANA, de la BAP et de la combinaison BAP/ANA sur la teneur en sucres solubles

En l'absence de tout traitement, la teneur en sucre soluble a atteint un pic au jour 14 puis a baissé au cours de l'essai jusqu'au jour 28. En présence d'ANA (0,05 mg.l<sup>-1</sup>), une diminution a été observée. Elle est passée de 582,871 µg/g de PF (poids frais) au jour 7 à 196,214 µg/g de PF au jour 28. Par contre, avec ANA (0,1mg.l<sup>-1</sup>) on a observé une progression au cours du temps. Elle est passée de 190,443 µg/g de PF au jour 7 à 727,331 µg/g de PF au jour 28 (Figure 2). Lorsque le milieu a été additionné de BAP (0,05 mg.l<sup>-1</sup>), la teneur en sucre soluble a entraîné une progression au cours du temps (Figure 2). Cette même tendance a été observée au jour 14 (216,925 µg/g de PF) et au jour 28 (488,919 µg/g de PF). L'addition de la combinaison BAP/ANA (0,05/0,05mg.l<sup>-1</sup>) aux milieux de base a entraîné une baisse. Elle est passée de 530,932 µg/g de PF au jour 7 à 507 µg/g de PF puis elle était devenue élevée jour 28 (684,152 µg/g de PF). Il a été observé des pics au jour 14 (802,169 µg/g de PF) et au jour 28 (865,651 µg/g de PF) lorsqu'il s'agissait de la combinaison BAP/ANA (0,1/0,1 mg.l<sup>-1</sup>).



**Figure 2.** Variation au cours du temps de la teneur en sucre soluble dans les tiges de *M. esculenta* à différents traitement aux phytohormones

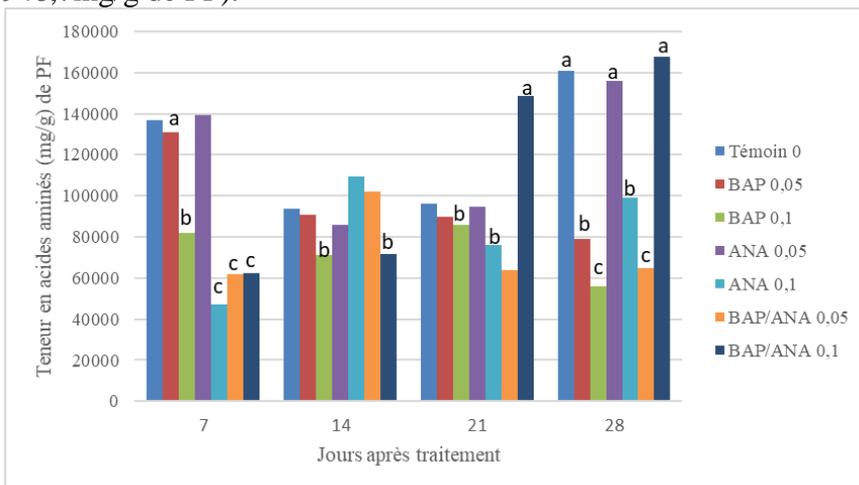
Pour chaque délai, les bandes qui portent la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de Turkey  $p < 0,05$ .

### Effet de l'ANA, de la BAP et de la combinaison BAP/ANA sur la teneur en acides aminés totaux

En l'absence de tout traitement, la teneur en acides aminés totaux est élevée au jour 14 (93833,94 mg/g de PF) et au jour 28 (160683,7mg/g de PF).

En présence d'ANA on a noté des pics au jour 7 (139377,3mg/g de PF) avec (0,05 mg.l<sup>-1</sup>) et au jour 14 (109523,5mg/g de PF). L'ajout de 0,05 mg.l<sup>-1</sup> BAP a entraîné une régression de la teneur en acides aminés totaux au cours du temps. Elle est passée de 131074,5 mg/g de PF au jour 7 à 78876,67 mg/g de PF au jour 28. Avec 0,1 mg.l<sup>-1</sup>, un pic a été observé au jour 21 (85897,43mg/g de PF).

En présence d'ANA, une régression de la teneur en aminés totaux a été observée. Elle est passée de 1,61±0,06 mg/g de PF au jour 7 à 0,08±0,06 mg/g de PF au jour 14 puis a augmenté légèrement au jour 21 (0,14±0,10mg/g de PF). L'utilisation de la combinaison BAP/ANA aux concentrations de 0,05/0,05 mg.l<sup>-1</sup> et de 0,1/0,1mg.l<sup>-1</sup> dans les milieux de base a respectivement engendré des pics au jour 14 (101831,5 mg/g de PF) et au jour 28 (167948,7mg/g de PF).



**Figure 3.** Variation au cours du temps de la teneur en acide aminé soluble dans les tiges de *M. esculenta* à différents traitements aux phytohormones  
Pour chaque délai, les bandes qui portent la même lettre ne sont pas significativement différentes d'après le test de Turkey p<0,05

### Discussion

La micropropagation par bourgeonnement adventif indirect chez *Manihot esculenta* a été réalisée en utilisant les fragments uninodaux. Le choix de ces organes pour le bourgeonnement indirect a été crucial en culture *in vitro*, car la nature de l'explant oriente l'organogenèse *in vitro* (Oumar *et al.*,

2001; Fotso, 2005; Elian, 2008; Elian, 2017). Les résultats de la présente étude ont montré qu'il a été possible d'induire *in vitro* le développement des bourgeons axillaires chez *Manihot esculenta* Crantz, en présence de BAP, d'ANA et de la combinaison BAP/ANA. Des résultats similaires ont été obtenus par Elian (2017) lors d'une étude menée sur la micropropagation des cultivars de manioc. Par contre, pour Fotso *et al.* (2001), le bourgeonnement maximal sur les apex d'*Ananas comosus* ne peut être obtenu qu'en combinant la BAP et l'ANA.

Il a été observé que le taux de débourrement des bourgeons axillaires de *M. esculenta* a été significativement influencé par la BAP. La BAP a pour rôle d'induire la formation des bourgeons axillaires tout en diminuant la dominance apicale et d'accroître les divisions cellulaires (Boulay, 1984). D'après les résultats obtenus, les bourgeons axillaires pouvaient débourrer et se développer sur milieu de base MS sans phytohormones. Les mêmes observations ont été faites chez *Xanthosoma sagittifolium* (Omokolo *et al.*, 1995); *Ananas comosus* (Omokolo *et al.*, 2001). Ce débourrement des bourgeons axillaires sur milieu MS sans phytohormones peut être attribué à la thermopériode et la photopériode de la chambre de culture. Pour ce qui a été du faible taux de débourrement des explants au cours de ce travail, il pouvait être dû au fait que beaucoup d'explants mis en culture n'arrivaient pas à se développer pour des questions de compétition.

La régénération des plantules a été obtenue sur les milieux MS additionnés aux différentes concentrations des phytohormones (BAP et ANA). Les résultats obtenus ont montré que le milieu de culture favorable au microbouturage a été la combinaison de 0,1/0,1 mg.l<sup>-1</sup> BAP/ANA qui a permis d'obtenir un nombre moyen des feuilles maximal de  $6,44 \pm 1,89$ . Ces résultats obtenus ont corroboré avec ceux de Smith *et al.* (1986) qui affirmaient que pour la multiplication *in vitro* du manioc, un milieu avec phytohormone est nécessaire. Ces résultats ont été également en parfait accord avec ceux des travaux de Elian (2017); Mabanza et Jonard (1984).

Les teneurs en sucres solubles et en acides aminés totaux dans les tiges variaient en fonction des traitements appliqués au cours du temps. Des teneurs élevées dans les milieux présentant le maximum de nombre moyen de feuilles ont été observées. Par contre les milieux ayant les valeurs minimales de nombre moyen de feuilles s'accompagnent généralement de teneurs minimales en sucres solubles. Ces résultats ont corroboré avec ceux de Rosa *et al.* (2009) qui ont montré que de fortes concentrations en sucres sont dues à un métabolisme photosynthétique important des plantes. Les travaux de Reedy

(1996) ont prouvé qu'une baisse de teneurs en sucres est due à celle de l'activité photosynthétique.

La teneur en acides aminés totaux dans les tiges a augmenté au cours du temps. Les fortes teneurs en acides aminés s'accompagnent des faibles teneurs en sucres dans les tiges issus de vitroplants. Ceci pourrait signifier que les vitroplants, face à divers agents stressants, privilégient les formes de réserves sous forme de protéines que celles sous forme de glucides pour mieux résister aux pathogènes (Yeol et Chaw, 1982).

## Conclusion

Le bourgeonnement adventif direct constitue un des processus qui peuvent être exploités pour la régénération et la propagation du manioc. La prolifération des bourgeons sur microboutures a été obtenue avec ANA, BAP et la combinaison BAP/ANA. L'obtention des vitroplants à partir de ces bourgeons a également nécessité un équilibre entre la BAP et l'ANA. Les analyses biochimiques montrent que l'effet des phytohormones sur les teneurs en sucres solubles baisse avec le temps alors que celles des acides aminés totaux dans les tiges augmentent avec le temps.

## References:

1. Ambang, Z., Akoa, A., Bekolo, N., Nantia, J., Bouquet, SY et Ongono. (1997). Tolérance de quelques cultivars de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et de l'espèce sauvage (*Manihot glagiovii*) à la mosaïque virale africaine et à la cercosporiose du manioc. *Tropicicultura*, 25(3), 140-145.
2. Betiku, E et Alade, OS. (2011). Investigation of effects of different cassava cultivars with respect to hydrogen cyanide content on their starch hydrolysis. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(6), 2362-2370.
3. Boulay, M. (1984). Aspects pratiques de la multiplication *in vitro* des essences forestières, *Appl. Rech. Sylv.* 54, 63-66.
4. Cassab GI. (1998). Plant cell wall proteins. *Annu. Rev. Plant Mol. Biol.* 49 : 281-309 pp.
5. Elian, HDB. (2017). Micropropagation du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) et évaluation des marqueurs biochimiques de résistance à *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Thèse de doctorat/Ph.D. Université de Yaoundé I. 143p.
6. Elian, HDB. (2008). Potentialités de la production des semences chez *Ananas comosus* Merril. Var. *Cayenne* par les techniques de culture *in vitro*. Mémoire de DEA. Université de Yaoundé I. 33p.

7. Famurewa, JAV., Oluwamukomi, MO and Alaba, JO. (2013). Effect of different drying methods on the physicochemical characteristics of cassava flour (“pupuru”), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(2), 832-839.
8. FAO. (2006). *Manioc: perspectives de l'alimentation et analyse de marchés mondiaux*. 196p.
9. FAO. (2014). *Les données mondiales des produits alimentaires*, FAOST., 2p.
10. Fotso, Tita, MA., Niemenak, N et Omokolo, ND. (2001). Multiplication *in vitro* de l'Ananas (*Ananas comosus*) à partir des apex. *Biosciences Proceedings*, 8, 124-130.
11. Fotso. (2005). *Organogenèse in vitro de quelques espèces forestières à usage multiples*. Thèse de doctorat d'Etat. Université de Yaoundé I. 160p.
12. Gaspar. (1988). Multiplication végétative des plantes supérieures par culture *in vitro*. In : Zryd (ed) : *Culture des Cellules, Tissus et Organes Végétaux : Fondements théoriques et utilisations Pratiques*. Presses polytechniques romandes (France) pp. 31-49.
13. Gnonlonfin, GJB., Koudande, DO., Sanni, A and Brimer, L. (2011). Farmers' perceptions on characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties used for chips production in rural areas in Benin, West Africa, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(3), 870-879.
14. Koko, CA., Kouame, BK., Assidjo, E and Amani, G. (2014). Characterization and utilization of fermented cassava flour in breadmaking and placali preparation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(6), 24782493.
15. Mabanza, J et Jonard, R. (1984). Essai d'isolement des clones de manioc (*Manihot esculenta*) en vue d'isoler ultérieurement les clones résistants à la bactériose. *Bulletin De La Société Botanique*, 131, 91-95.
16. Morel, G and Wetmore, RH. (1951). Fern callus tissues culture. *Ann. J. Bot.*, 38, 141-143.
17. Murashige, T and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio-assay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Planta*. 15, 473-497.
18. Omokolo, ND., Fotso., Tita, MA et Niemenak, N. (2001). Régénération directe *in vitro* d'*Ananas comosus* (L) Merrill var. Cayenne à partir des couronnes cultivées en milieu liquide. *Fruits*, 56 (6), 415-421.

19. Omokolo, ND., Tsala, NG., Kanmegne, G and Balange, AP. (1995). *In vitro* induction multiple shoots, plant regeneration and tuberization shoots tips of cocoyam. C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie, 328, 773-778.
20. Oumar., Fotso et Omokolo, ND. (2001). Données préliminaires sur la morphogenèse *in vitro* chez *Irvingia gabonensis* et *Irvingia wombolu*. Biosciences proceedings. 8:173-177.
21. Raffailac, JP. (1997). Le manioc : quelles priorités de recherche pour améliorer la production en relation avec la commercialisation? Les Cahiers de la Rech. Dév. 43, 7-19.
22. Reddy, AR. (1996). Fructose 2, 6-bisphosphate-modulated photosynthesis in sorghum leaves grown under low water regimes. Phytochem. 43, 319-322.
23. Rosa, M., Hilal, M., Gonsalez, JA and Prado, FE. (2009). Low-temperature effect on enzyme activities involved in sucrose-starch partitioning in salt-stressed and salt-acclimated cotyledons of quinoa (*Chemopodium quinoa* willd.) seedlings. Plant physiol. Biochem. 47, 300-307.
24. Saha, AK. and Brewer, F. (1994). Determination of the concentrations of oligosaccharides, complex type carbohydrates and glycoproteins using the sulfuric acid method. Carbohydrates. Res. 254, 154-167.
25. Smith, MK., Biggs, BJ & Scott, KJ. (1986). *In vitro* propagation of cassava. Plant Cell, Tiss. and Org. Cult.. 6 (3), 221-228.
26. Yemm, EW and Cocking, EC. (1955). The determination of amino acids with ninhydrin. Analytical, 80: 209-213.
27. Yeol, H and Chaw, MY. (1982). Protein content and amino acid composition of cassava leaf. Phytochem. 15, 1597-1599.



## Evaluation of Facial Soft-Tissue Morphology among Different Vertical Skeletal Profile

*Ghadir Abdul, BDS, MSc*

Department of Developmental Sciences, Division of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Beirut Arab University, Lebanon.

*Aly Osman, BDS, MSc, PhD*

Assist. Prof. of Orthodontic. Department of Developmental Sciences, Division of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Beirut Arab University, Lebanon.

*Ahmed Abyad, BDS, MSc, PhD*

Assist. Prof. of Dental Biomaterials & Operative and Esthetic Dentistry. Department of Oral Rehabilitation Sciences, Division of Dental Biomaterials, Faculty of Dentistry, Beirut Arab University, Lebanon

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p117](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p117)

Submitted: 30 January 2021  
Accepted: 27 February 2022  
Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)  
Under Creative Commons BY-NC-ND  
4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Abdul G., Osman A., & Abyad A.,(2022). *Evaluation of Facial Soft-Tissue Morphology among Different Vertical Skeletal Profile* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 117.  
<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p117>

### Abstract

The objective of this study was to compare facial groups classified according to their vertical skeletal characteristics (hypodivergent, normodivergent, and hyperdivergent) and to their respective soft tissue morphological features, particularly those relating to the lips and chin. 90 Lateral cephalometric x-rays were collected from the Orthodontic clinic at the Faculty of Dentistry, Beirut Arab University and divided into 3 equal groups based on mandibular plane angle, hypodivergent facial type (SN/MP  $<27^\circ$ ), normodivergent facial type (SN/MP between  $27^\circ$  and  $37^\circ$ ), hyperdivergent facial type (SN/MP  $>37^\circ$ ). The mean upper and lower lips thickness was maximum among hypodivergent group (8.95 mm and 9.35 mm, respectively). The mean upper lip height was maximum among hyperdivergent group (11.3 mm), while lower lip height was maximum among hypodivergent group (25.32 mm). The mean procumbency of upper (PUL) and lower lips (PLL) was maximum among hypodivergent (2.08 mm and 0.87 mm, respectively).

However, the mean chin thickness was maximum among hyperdivergent group (7.84 mm). Statistically significant difference among the three groups were observed only in Hypo vs Normo-divergent groups in ULT. Concerning PUL and PLL, there was a statistically significant differences between the different groups in Hypo vs Normodivergent and Hypo vs Hyperdivergent groups. It was concluded that the thickness of upper and lower lip, height of lower lip, and procumbency of both lips showed to be greater in hypodivergent facial patterns.

---

**Keywords:** Lip thickness - Lip height - Lip procumbency - Chin thickness - Vertical dimensions

## Introduction

Physical attractiveness is an important social issue in our culture, and one of the key features is the face. A proportionate relationship between different facial structures is key to an esthetic and pleasing facial appearance.

The importance of facial esthetics in the practice of orthodontics has its origins at the beginning of our specialty. Assessment of the facial harmony of the patient is an important factor for an accurate diagnosis and treatment plan. As medical professionals' ability to change people's faces has improved, the need to understand what is and isn't beautiful has developed (Parihar et al, 2019).

With standardized radiographs, the orientation of various anatomical structures can be studied using angular and linear measurements (Tikku et al, 2014). The soft tissue profile has been extensively studied in the orthodontic literature, primarily from lateral cephalometric radiographs, under the assumption that the form of the soft tissue outline largely dictates the esthetics of the whole face (Spyropoulos and Halazonetis, 2001).

The changes of hard tissue changes over time. Although early studies of esthetics in orthodontic treatment focused on how clinicians perceived their patients, changing demographics and cultural attitudes prompted researchers to look more closely at patients' preferences, public attitudes, and esthetics (Turley, 2015).

Since optimal facial aesthetics are closely related to vertical facial dimensions, achieving the ideal vertical facial profile is one of the primary goals of orthodontic treatment. Facial types are described in the orthodontic literature based on their vertical skeletal features, and classified patients as hypodivergent, normodivergent, or hyperdivergent.

A variety of methodologies have been proposed to judge vertical relationships. However, two commonly used measurements are mandibular plane inclination to the anterior cranial base and percentage of lower anterior to total anterior face height (Rasool et al., 2016).

Lower facial height is one of the hard tissue factors that are assessed in determining soft tissue morphology. According to Kasai (1998), a longer lower facial height and protruding lower incisors were associated with a thicker upper lip. Saxby and Freer (1985) found correlations between lower facial height and soft tissue forms in the horizontal and vertical planes. This relationship, however, varies because some soft tissue structures are highly correlated to hard tissue, while others are affected by their length, thickness, and function (Kasai, 1998).

Following the introduction of the soft tissue paradigm, various soft tissue parameters have become an essential part of the orthodontic problem list. The nose-lip-chin relationships are crucial in determining facial esthetics. Initially, it was assumed that the profile follows the underlying hard tissue. However, subsequent research revealed that the soft tissue had independent growth potential (Burstone, 1958; Subtelny, 1959). Furthermore, variations in soft tissue thickness, length, and tonicity may influence the position and relationship of facial structures (Ashraf et al., 2018).

Lips determine the final facial profile of a patient after treatment, due to their location in the middle of the face. Many measurements are provided in the literature to evaluate the height, thickness, and position of the lips. Lip procumbency can also be evaluated by a line parallel to the true vertical line through subnasale and perpendicular to the natural horizontal head position.

Regarding the chin, it is an important factor in making the profile more acceptable. The soft tissue chin thickness influences diagnosis and treatment planning, and any dissociation between the underlying bony structures and the soft tissue can significantly affect the facial structure in such a way that the treatment may be shifted into the range of orthognathic and cosmetic surgery.

Searching the available literature, only a few studies describe and compare facial soft tissue components among different vertical skeletal groups. Most research in this area focuses on investigating soft tissue responses to movements resulting from orthodontic treatment (Ramos et al., 2005). However, few address soft tissue characteristics of malocclusions from a vertical perspective. These measurements may help in planning orthodontic cases and may establish a specific soft tissue prognosis for each facial vertical pattern.

Therefore, this study was designed to compare facial groups classified according to their vertical skeletal characteristics (hypodivergent, normodivergent, and hyperdivergent) to their respective soft tissue morphological features, particularly those relating to the lips and chin.

## **1. Previous Research**

Taki et al. (2009) reported that significant differences were found in nose prominence, upper lip thickness, basic upper lip thickness, lower lip

sulcus depth, and soft tissue chin thickness measurements in comparison of the sexes, and that the soft tissue chin thickness was significantly larger in males than in females.

Feres et al (2010), compared the soft tissue morphology of individuals according to their facial patterns using cephalograms of 90 patients of both genders, aged 12 to 16 years, which were divided into three distinct groups according to their morphological patterns, i.e. mesofacial, dolichofacial, and brachyfacial. The groups were compared in terms of the thickness and height of the upper and lower lips, as well as the thickness of the soft tissue chin. It was reported that thickness of upper lip, lower lip, and soft tissue chin showed no differences in all morphological groups. However, upper and lower lip heights were significantly greater in dolichofacials. Brachyfacials showed smaller upper lip heights compared with mesofacials, although no differences were found between those two groups in terms of lower lip height.

Al-Shayegh et al. (2011) conducted a study on 120 Iraqi adults with Class I normal occlusion to investigate the differences in soft tissue facial morphology in various groups of vertical facial patterns and to explore gender dimorphism within each type. A lateral cephalometric radiograph was taken and then divided into 3 groups according to vertical pattern; short, average, and long facial types. The study concluded that most of the differences among the 3 groups of facial types were in vertical soft tissue measurements. The only difference that was detected in the thickness of the soft tissue drape was in the lower lip thickness at point B. The short-faced subjects showed the smallest dimensions for lower facial height and lower lip height. Regarding thickness, the long face showed the greatest lower lip thickness at point B than the other two facial types.

Celikoglu et al. (2014) also compared the soft tissue thickness values at the lower anterior face among adult patients with different vertical growth patterns using cone-beam computed tomography and found that soft tissue thickness values were the thinnest in the high-angle group for both women and men. Women had statistically significantly thinner thickness at the labrale superius and pogonion in the high-angle group compared with the normal-angle group, whereas men had similar soft tissue thickness values at the lower anterior face in all groups.

Toth et al. (2016) gathered a sample of 110 white girls between the ages of 12 and 18 years. Measurements of SN/GoGn, anterior facial height, and lower and upper facial height percentages were obtained from lateral cephalograms to measure the 3-dimensional parameters of the posed smile and to see whether there are any correlations with vertical cephalometric skeletal measurements. The results stated that as lower facial height increased and upper facial height decreased, the lower lip became depressed and moved backward.

A cross-sectional study was conducted by Jeelani et al. (2016) on the lateral cephalograms of 180 adult subjects, divided into three equal groups: short, average, and long faces according to the vertical facial pattern. Incisal display at rest, nose height, upper and lower lip lengths, degree of lip procumbency, and the nasolabial angle were measured for each individual to determine and compare various facial soft tissue parameters on lateral cephalograms among patients with short, average, and long facial patterns. In his study, he found that the vertical proportions of facial soft tissues follow the underlying vertical skeletal pattern. A long facial pattern is associated with excessive incisal display, long procumbent upper and lower lips, and an increased total nasal height with an obtuse nasolabial angle. The short facial pattern is associated with minimal incisal display, short recumbent upper and lower lips, and a decreased total nasal height with an acute nasolabial angle.

Kim et al. (2019) conducted research to evaluate the three-dimensional (3D) changes after mandibular setback surgery in skeletal Class III malocclusion using cone-beam computed tomography (CBCT) and a structured light-based scanner. There was a significant decrease in lower facial height after the surgery. In the anteroposterior direction, most landmarks of the lip and chin moved backward significantly (Ls, Stms, Me', Li, Stmi, B', and Pog'), except for A'. On the vertical axis, significant upward movement was observed in landmarks related to the chin (B', Pog', and Me'), but not in the nose and lips. There was a significant decrease in lip width (1.97 mm). Correlations between corresponding hard and soft tissue landmarks were observed in the lower lip and chin. On the anteroposterior axis, some soft tissue landmarks related to the lower lip (Stms, Stmi, and Li) and chin (B' and Pog') demonstrated a significant correlation with hard tissue landmarks.

## **2. Hypotheses**

To evaluate the soft tissue morphology in different vertical profile among skeletal class I patients.

## **4. Research Methods**

### **4.1. Hypotheses Testing**

This study was carried out as a cross-sectional, comparative, and descriptive study where the samples were collected from the archives of orthodontic patients at Beirut Arab University treated at the specialty clinics. The patients were selected as the most recent files for each group.

Sample size estimation was performed using 80% power of the study and sample size using [HTTP://www.raosoft.com/samplesize](http://www.raosoft.com/samplesize). The estimated sample size was calculated according to [HTTP://www.raosoft.com/samplesize](http://www.raosoft.com/samplesize), by taking the estimated population of 100 patients as conducted by Feres et al. (2010), assuming a confidence level of

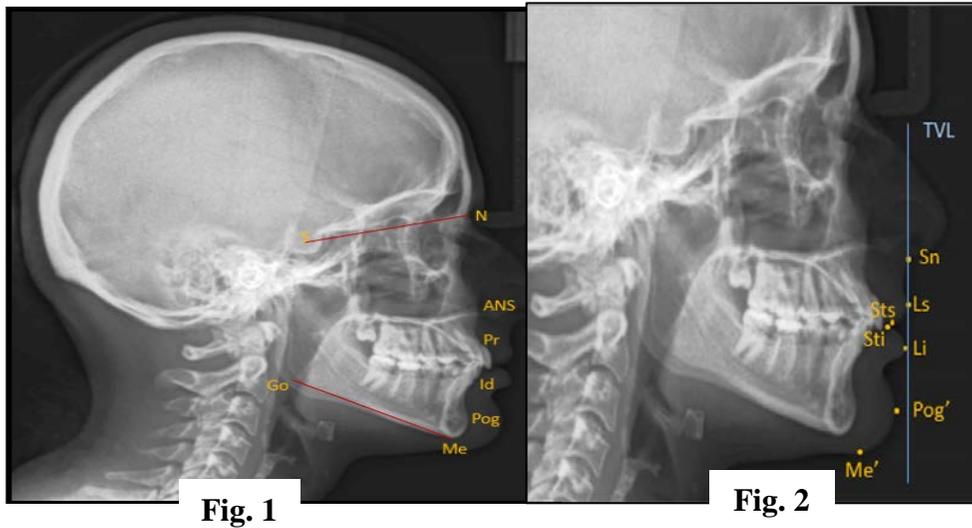
95% and a study power of 80%. Explanatory variables are SN/MP, TAFH, LAFH, ULH, ULT, LLH, LLT, CT, PUL, and PLL. The calculated sample size was 90 lateral cephalograms to be taken satisfying the following selected criteria based on their ANB angle being between 0 to 4°. Once selected, the radiographs were divided according to their vertical skeletal pattern into three groups based on the measurement of the mandibular plane angle. (Athanasios, 1995): hypodivergent facial type (SN/MP <27°), normodivergent facial type (SN/MP between 27° - 37°), and hyperdivergent facial type (SN/MP >37°).

The protocol for this study was approved by the ethics committee of Beirut Arab University Faculty of Dentistry with IRB Number: 2020-H-0082-D-M-0421. Subjects receiving orthodontic treatment in the Postgraduate clinic of BAU Dental hospital sign a consent for the use of their medical records for consultation and scientific research purposes as part of the informed consent before commencing treatment.

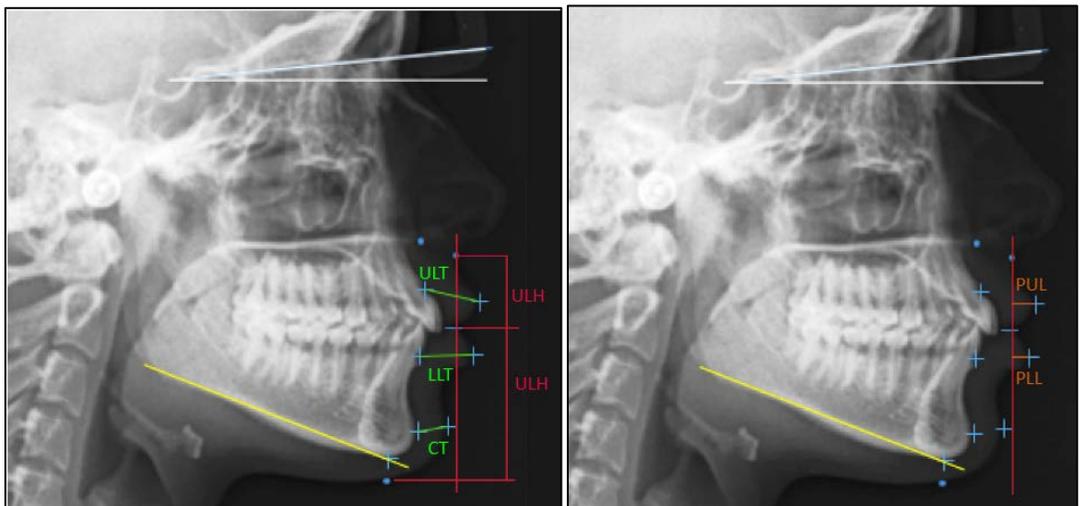
Inclusion criteria included lateral cephalometric x-rays of subject, aged between 18 and 30, having a skeletal Class I relationship with ANB angle = 0 - 4°, fully erupted incisors, overjet is within normal range, and having all teeth except for the third molars. Patients with previous orthodontic treatment, orthognathic surgery, systemic diseases affecting growth and development, and craniofacial anomalies, facial traumatic injuries, and anterior or posterior crossbites. Subjects' records were consulted to ascertain the exclusion criteria.

All lateral cephalometric x-rays are taken by the same operator using the same device (Kodak 3D, Carestream Health, Inc., Rochester, NY, USA) and the same technical conditions to ensure a high degree of precision: the patient was standing, the head was fixed in such a way that the sagittal plane was at the right angle to the path of the x-rays and the Frankfort Horizontal Plane (FHP) was parallel to the horizontal plane. Teeth were occluded in a centric occlusion, and lips were maintained at rest with no lip strain.

The jpeg files of the radiographs were imported into the Adobe Photoshop CC program (2018, Version 20.0). The lateral cephalometric x-rays were adjusted according to a constructed horizontal plane drawn at 5.6° to SN inclination to approximate the natural head position (Lundstrom, 1992). The vertical plane was constructed perpendicular to the horizontal plane at Nasion (N). Both hard and soft tissue cephalometric landmarks were digitized according to the definitions of Rakosi (1982), Jacobson (1995), and Farkas (1994) (Table 1 and 2). All procedures have been done by the same investigator. The anterior cranial base plane and mandibular planes were drawn. Cephalometric landmarks, planes, and variables measured are shown in Figures 1 and 2 (Figures 1 and 2).



**Figure 1. Hard tissue landmarks and hard tissue planes identifications.** Sella turcica (S); Nasion (N); SN plane (SN); Anterior nasal spine (ANS); Supradental (Pr); Infradental (Id); Menton (Me); Gonion (Go); Pogonion (Pog); Mandibular plane (MP).  
**Figure 2. Soft tissue landmarks and TVL.** Subnasale (Sn); Labiale superius (Ls); Labiale inferius (Li); Stomion superius (Sts); Stomion inferius (Sti); Soft tissue Pogonion (Pog'); Soft tissue Menton (Me'); True vertical Line (TVL)



**Figure 3. Soft tissue linear measurements. A,** Upper lip thickness (ULT); Upper lip height (ULH); Lower lip thickness (LLT); Lower lip height (LLH); Chin thickness (CT). **B,** Procumbency of upper lip (PUL); Procumbency of lower lip (PLL).

**Table 1: Hard Tissue Landmarks and Planes**

Sella (S)	The midpoint of the hypophysial fossa.
Nasion (N)	The intersection of the internasal and frontonasal sutures.
Anterior nasal spine (ANS)	The tip of the bony anterior nasal spine at the inferior margin of the piriform aperture.
Supradental (Pr)	The junction between the maxillary central incisor and the premaxilla (Superior prosthion).
Infradental (Id)	The junction between the mandibular alveolar process and the mandibular central incisors (Inferior prosthion).
Menton (Me)	The lowest point on the symphyseal shadow of the mandible seen on a lateral cephalogram.
Gonion (Go)	The most posterior inferior point on the outline of the angle of the mandible.
Pogonion (Pog)	The most anterior point on the bony chin
S-N plane (SN)	The plane formed by joining (S) and (N) points
Mandibular plane (MP)	The plane formed by joining (Go) and (Me) points

**Table 2: Soft Tissue Landmarks and TVL**

Subnasale (Sn)	The junction of the nasal columella and upper lip.
Labiale superius (Ls)	Outermost point of the upper lip contour.
Labiale inferius (Li)	Outermost point of the lower lip contour.
Stomion superius (Sts)	The most inferior point at the bottom of the upper lip contour.
Stomion inferius (Sti)	The most superior point of the upper border of the lower lip.
Soft tissue Pogonion (Pog')	The most anterior point of soft tissue chin
Soft tissue Menton (Me')	Lowest point on soft tissue over mandible
True vertical Line (TVL)	Vertical line passing through subnasale (Sn)

The soft tissue measurements (Figure 3; A and B) were defined as follows:

- *Upper lip thickness (ULT)*- distance between *Supradental (Pr)* and *Labiale superius (Ls)*.
- *Upper lip height (ULH)*- distance between *Subnasale (Sn)* and *Stomion superius (Sts)*
- *Lower lip thickness (LLT)*- distance between *Infradental (Id)* and *Labiale inferius (Li)*
- *Lower lip height (LLH)*- distance between *Stomion inferius (Sti)* and *Soft tissue Menton (Me')*

- *Chin thickness (CT)- distance from hard tissue Pogonion (Pog) to soft tissue Pogonion (Pog')*
  - *Procumbency of upper lip (PUL)- perpendicular distance between Labiale superius (Ls) and TVL passing through (Sn).*
  - *Procumbency of lower lip (PLL)- perpendicular distance between Labiale inferius (Li) and TVL passing through (Sn).*
- \* A measurement was given a positive sign if the lip point was located anterior to TVL while the negative values were recorded for lip positioned posteriorly.*

#### **4.2. Statistical Analyses**

Collected data were statistically analyzed and processed using SPSS software. (SPSS, Version 25.0 Inc., Chicago, IL) for Windows. The alpha error was set at a p-value < 0.05. The data were tested for normality using the Kolmogorov-Smirnov test. Pearson product-moment correlation coefficients were calculated to assess the relationship between soft tissue parameters and hard tissue parameters.

The soft tissue measurements were compared among these groups using a one-way unpaired ANOVA followed by a Tukey post hoc test.

#### **4.3. Method of Error**

To assess tracing errors, 20 cephalometric x-rays were retraced after 1 month by the same operator under the same conditions.

Reproducibility was calculated for intra-examiner reliability using the intra-class Correlation Coefficient (ICC).

### **5. Results**

The study design was a cross-sectional study that included 90 patients collected from the records of orthodontic patients stored in the archives of Beirut Arab University division of Orthodontics, Beirut, Lebanon. Descriptive statistics of the measured variables in the 3 groups are shown in the following (Table 3, Figure 4).

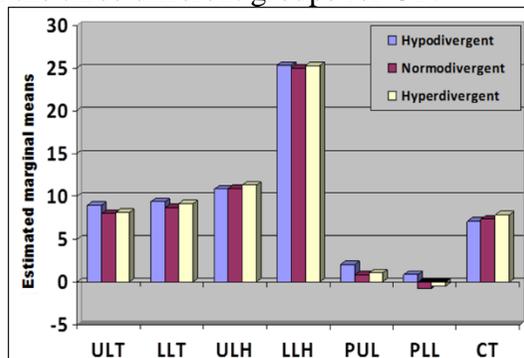
The mean upper lip thickness (ULT) among the hypodivergent group was found to be maximal (8.95 mm  $\pm$  1.62), followed by the hyperdivergent group (8.1 mm  $\pm$  1.27) while for the normodivergent group it was found to be minimal (7.89 mm  $\pm$  1.63). There was a statistically significant difference among the three groups, with a significant difference being observed only in the Hypo vs Normo-divergent groups (p = 0.023). On the other hand, the mean lower lip thickness (LLT) among the hypodivergent group was found to be maximal (9.35 mm  $\pm$  1.28), followed by the hyperdivergent group (9.13 mm  $\pm$  1.00), while for the normodivergent group, it was found to be minimal (8.66

mm  $\pm$  1.05). No statistically significant difference was observed between the three different groups.

The mean upper lip height (ULH) among the hyperdivergent group was found to be maximal (11.3 mm  $\pm$  1.56), followed by the normodivergent group (10.89 mm  $\pm$  1.42), while for the hypodivergent group it was found to be minimal (10.85 mm  $\pm$  1.58). On the other hand, the mean lower lip height (LLH) among the hypodivergent group was found to be maximal (25.32 mm  $\pm$  3.25), followed by the hyperdivergent group (25.28 mm  $\pm$  2.43), while for the normodivergent group, it was found to be minimal (25.01 mm  $\pm$  1.96). For both ULH and LLH, no statistically significant difference was observed between the three different groups.

The mean procumbency of the upper lip (PUL) among the hypodivergent group was found to be maximal (2.08 mm  $\pm$  1.23), followed by the hyperdivergent group (1.06 mm  $\pm$  0.95), while for the normodivergent group it was found to be minimal (0.83 mm  $\pm$  1.35). On the other hand, the mean procumbency of lower lip (PLL) among the hypodivergent group was found to be maximal (0.87 mm  $\pm$  2.08), indicating that most of the lower lips were located anterior to the TVL, followed by the hyperdivergent group (0.44 mm  $\pm$  1.53), indicating that most of the lower lips were located posterior to the TVL, while for the normodivergent group, it was found to be minimal (0.73 mm  $\pm$  1.7), indicating that most of the lower lips were located posterior to TVL. A significant difference was observed only in Hypo vs Normodivergent and Hypo vs Hyperdivergent groups between the different groups for PUL ( $p = 0.001$  and  $p = 0.008$ , respectively) and PLL ( $p = 0.002$  and  $p = 0.015$ , respectively).

Finally, the mean chin thickness (CT) among the hyperdivergent group was found to be maximal (7.84 mm  $\pm$  1.79), followed by the normodivergent group (7.32 mm  $\pm$  1.12), while for the hypodivergent group, it was found to be minimal (7.08 mm  $\pm$  1.37). No statistically significant difference was observed between the three different groups for CT.



**Figure 4:** Estimated marginal means of soft tissue measurements between different morphological patterns

**Table 3: Comparison of soft tissue measurements between different morphological patterns**

		N	Mean	Std. Deviation	p-value	p-value of Pairwise Comparisons
ULT	Hypodivergent	30	8.95 <sup>s</sup>	1.62	0.02*	Hypo Vs Normo (p-value = 0.023)
	Normodivergent	30	7.89 <sup>s</sup>	1.63		Hypo Vs Hyper (p-value = 0.082)
	Hyperdivergent	30	8.1	1.27		Normo Vs Hyper (p-value = 0.859)
LLT	Hypodivergent	30	9.357	1.28	0.057	Hypo Vs Normo (p-value = 0.05)
	Normodivergent	30	8.66	1.05		Hypo Vs Hyper (p-value = 0.728)
	Hyperdivergent	30	9.137	1.004		Normo Vs Hyper (p-value = 0.241)
ULH	Hypodivergent	30	10.85	1.58	0.463	Hypo Vs Normo (p-value = 0.995)
	Normodivergent	30	10.89	1.42		Hypo Vs Hyper (p-value = 0.503)
	Hyperdivergent	30	11.3	1.56		Normo Vs Hyper (p-value = 0.56)
LLH	Hypodivergent	30	25.32	3.25	0.88	Hypo Vs Normo (p-value = 0.89)
	Normodivergent	30	25.01	1.96		Hypo Vs Hyper (p-value = 0.999)
	Hyperdivergent	30	25.28	2.43		Normo Vs Hyper (p-value = 0.911)
PUL	Hypodivergent	30	2.01 <sup>s,†</sup>	1.23	0.001**	Hypo Vs Normo (p-value = 0.001)
	Normodivergent	30	0.83 <sup>s</sup>	1.35		Hypo Vs Hyper (p-value = 0.008)
	Hyperdivergent	30	1.06 <sup>†</sup>	0.95		Normo Vs Hyper (p-value = 0.729)

PLL	Hypodivergent	30	0.87 <sup>§,†</sup>	2.08	0.002**	Hypo Vs Normo (p-value = 0.002) Hypo Vs Hyper (p-value = 0.015) Normo Vs Hyper (p-value = 0.813)
	Normodivergent	30	0.73 <sup>§</sup>	1.7		
	Hyperdivergent	30	0.44 <sup>†</sup>	1.53		
CT	Hypodivergent	30	7.08	1.37	0.125	Hypo Vs Normo (p-value = 0.795) Hypo Vs Hyper (p-value = 0.113) Normo Vs Hyper (p-value = 0.359)
	Normodivergent	30	7.32	1.12		
	Hyperdivergent	30	7.84	1.79		

\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$

§, † correspond to statistical significance in Hypo vs Normodivergent and Hypo vs Hyperdivergent groups respectively

## 6. Discussion

This study was conducted to compare facial groups classified according to their vertical skeletal characteristics (hypodivergent, normodivergent, and hyperdivergent) and to their respective soft tissue morphological features, particularly those relating to the lips and chin. The soft tissue measurements vary within the same skeletal class with a different vertical pattern. For this, the study was intended to evaluate soft tissue in different skeletal vertical profile with the same class I skeletal sagittal relationship with normal overjet. The results may help in planning orthodontic cases according to these characteristics and may establish a specific soft tissue prognosis for each facial vertical pattern before and after orthodontic intervention.

Greater values for upper lip thickness were observed for the hypodivergent group, followed by hyperdivergent, and then normodivergent (Figure 4). The difference in the upper lip thickness was found to be significant only in the Hypo versus Normo-divergent groups. (Table 3). In addition, the same results were observed for lower lip thickness (Figure 4, Table 3). However, no statistically significant difference was observed between the three different groups. This may be explained by a decrease in the SN/MP value that causes soft tissue collapse.

Similar results were achieved in other studies (Ashraf et al., 2018; Subramaniam et al., 2016; Celikoglu et al., 2014; Boneco and Jardim, 2005; and Lai et al., 2000). According to Feres's data in his investigation, the facial groups did not differ significantly concerning the thickness of the upper

lip, lower lip, and soft tissue chin (Feres et al., 2010). On the contrary, the findings of the current study were in disagreement with Blanchette et al. (1996), Al Sayagh (2011), and Cezairli (2017), who found that dolichofacial individuals exhibit a greater thickness of the lip and soft tissue chin. They claimed that this was nature's way of compensating for the absence of underlying hard structure in the long-faced subjects to mask the condition and to provide a more normal facial appearance (Blanchette et al., 1996; Al-Sayagh et al., 2011; Shamlan and Aldrees, 2015; and Cezairli, 2017).

Greater values for upper lip height were observed for the hyperdivergent group, followed by the normodivergent and then the hypodivergent (Figure 4). This can be explained by upper lip capability to compensate for an open bite and to attempt lip competency, as these individuals are more prone than others to develop lip incompetence and that smaller lip length in short face subjects was due to lip closure, which would lead to greater gathering of lip tissue and enhanced thickness. Many authors came to similar conclusions (Blanchette et al., 1996; Boneco and Jardim, 2005; Feres et al., 2010; Ashraf et al., 2018).

However, greater values for lower lip height were observed for the hypodivergent group, followed by hyperdivergent, and then normodivergent (Figure 4). These results can be due to collapsed soft tissue menton generating a double chin, which is used as a reference point in our study for measuring lower lip heights in hypodivergent groups. In contrast, these variables were in disagreement with other studies as a result of the criteria which they utilized for methodology (Feres et al., 2010).

In the present study, there was no significant statistical difference in the height of either lip considering the variable's type of face (Table 3). This means that vertical skeletal patterns do not interfere with lip height in the population of this study's sample. The same conclusion was revealed by a study by Daenecke (2006) who related the lips' sealing difficulties in subjects with long faces may not be directly related to the structure of the upper lip but to the increase of the maxilla height (Daenecke et al., 2006).

Greater values for upper lip procumbency were observed in the present investigation for the hypodivergent group, followed by the hyperdivergent group, and then the normodivergent (Figure 4). Same results were revealed for lower lip procumbency; however, in hypodivergent facial patterns, the lip is located anterior to the TVL while in hyperdivergent and normodivergent facial patterns it is located posterior to the TVL. This may be justified by the protruded lip position after soft tissue collapse in hypodivergent patients. The statistical analysis results concerning PUL and PLL revealed statistically significant differences being observed only in Hypo vs. Normodivergent and Hypo vs. Hyperdivergent groups (Table 3). Different outcomes were conducted by Mohammed et al. (2018) and Jeelani et al. (2016) in their studies.

In our research, greater values for chin thickness were observed for the hyperdivergent group, followed by the normodivergent, and then the hypodivergent (Figure 4). The difference in chin thickness was found to be insignificant among the three facial types (Table 3). This can be explained by compensation of the backward skeletal chin position. Nanda et al. (1990) discovered the same results in their study. However, the opposite results were revealed by Ashraf et al. (2018) and Celikoglu et al. (2014) in their study. It was concluded that the soft tissue chin thickness is less in the hyperdivergent group as compared to the hypodivergent group, because it appears to adapt to severe hyperdivergence, presumably through increased soft tissue stretching. In some instances, the soft tissue over the chin is not even in thickness (Al-Mashhadany, 2015; Macari and Hanna, 2014).

## 7. Conclusion

The soft tissue morphology varies in different vertical profile among patients with same horizontal skeletal classes. Thickness of upper and lower lip, height of lower lip, and procumbency of both lips showed to be greater in hypodivergent facial patterns. However, thickness of chin and height of upper lip have greater measurements in hyperdivergent facial patterns.

## List of Abbreviations

ANB	Angle formed between AN line and NB line
BAU	Beirut Arab University
CT	Chin Thickness
FHP	Frankfort Horizontal Plane
Go	Gonion
Id	Infradantal point
IRB	Institutional Review Board
Li	Labrale inferius point
LLH	Lower lip height
LLT	Lower lip thickness
Ls	Labiale superius point
Me'	Soft tissue menton
MP	Mandibular Plane: Gonion-Menton Line

N	Nasion
n	Sample size
p	Probability value
PLL	Procumbency of lower lip
Pog	Pogonion
Pog'	Soft tissue pogonion
Pr	Supradental
PUL	Procumbency of upper lip
S	Sella turcica
SD	Standard deviation
SN	Line joining Sella turcica and Nasion
Sn	Subnasale
SN/MP	Mandibular plane angle
SPSS	Statistical package for social sciences
Sti	Stomion inferius
Sts	Stomion superius
TVL	True vertical line
ULT	Upper lip thickness
ULH	Upper lip height

## **Declarations**

**Ethics approval and consent to participate:** Approval for this cross-sectional study was obtained from the Ethics Committee of Beirut Arab University Dental Hospital, code (2020-H-0105-D-M-0376)

**Consent for publication:** None

**Availly of data and materials:** The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

**Competing interests:** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** None

**Authors' contributions:**

Design: A.G.; Literature Search: A.G.; Data Acquisition, A.G.; Data Analysis: A.G.; Statistical Analysis: A.G., K.H.; Manuscript Preparation: A.G., O.A., A.A.; Manuscript Editing: A.G., O.A., A.A.; Manuscript Review: A.G., O.A., A.A.

**References:**

1. Al-Mashhadany, S. M., Al-Chalabi, H. M. H., & Nahidh, M. (2015). Evaluation of Facial Soft Tissue Thickness in Normal Adults with Different Vertical Discrepancies. *Int J Sc Res*, 6(2): 938-942.
2. Al-Sayagh, N. M., Saleem, N. R., & Abdul-Qadir, M. Y. (2011). Analysis of Soft Tissue Facial Profile in Different Vertical Growth Patterns. *Al-Rafidain Dent J*, 11(2): 346-356.
3. Ashraf, K, Kulshrestha, R, Azam, A, Shabir, S, Kaur, H. (2018). Soft tissue analysis of chin, upper lip length, and thickness in patients with different mandibular divergent patterns - A cephalometric study. *IP Indian J Orthod Dentofacial Res*, 4(2):88-93.
4. Blanchette, M. E., Nanda, R. S., Currier, G., Ghosh, J., & Nanda, S. K. (1996). A longitudinal cephalometric study of the soft tissue profile of short- and long-face syndromes from 7 to 17 years. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1996; 109:116-31.
5. Boneco, C., & Jardim, L. (2005). Estudo da morfologia labial em pacientes com padrão facial vertical alterado. *Rev Port Estom Med Dent Cir Maxilofac*, 46(2):69-80.
6. Burstone C. J. (1958). The integumental profile. *Am J Orthod.*, 44:1-25.
7. Celikoglu, M., Buyuk, S. K., Sekerci, A. E., Ersoz, M., Celik, S., & Sisman, Y. (2014). Facial soft tissue thickness in patients affected by bilateral cleft lip and palate: a retrospective cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 146: 573-8.
8. Cezairli, N. S. (2017). Comparisons of Soft Tissue Thickness Measurements in Adult Patients with Various Vertical Patterns. *Meandros Med Dent J*, 18:120-9.
9. Daenecke, S., Bianchini, E. M., & da Silva, A. P. (2006). Anthropometrical measurements of the height of the upper lip and length of the philtrum. *Pro-fono: revista de atualizacao cientifica*, 18(3), 249–258.
10. Farkas, L.G., & Kolar, J. C. (1994). Anthropometry of the Head and Face. 2nd ed. *New York: Raven Press*, P:219–233.

11. Feres, M. F. N, Hitos, S. F., Paulo de Sousa, H. I., & Matsumoto, M. A. N. (2010). Comparison of soft tissue size between different facial patterns. *Dental Press J Orthod*, 15(4):84-93.
12. Jacobson, A. (1995). Radiographic cephalometry from basics to video imaging. 1st ed. Chicago: Quintessence Publishing Co.
13. Jeelani, W., Fida, M., & Shaikh, A. (2016). Facial soft tissue analysis among various vertical facial patterns. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 28(1):29-34.
14. Ksai, K. (1998). Soft tissue adaptability to hard tissues in facial profiles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 113(6):674–684.
15. Kim, K. A., Chang, Y. J., Lee, S. H., An, H. J., & Park, K. H. (2019). Three-dimensional soft tissue changes according to skeletal changes after mandibular setback surgery by using cone-beam computed tomography and a structured light scanner. *Prog Orthod.*, 20(1):25.
16. Lai, J., Ghosh, J., & Nanda, R. S. (2000). Effect of orthodontic therapy on the facial profile in long and short vertical facial patterns, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 118(5):505-13.
17. Lundstrom, F., & Lundstrom, A. (1992). Natural head position as a basis for cephalometric analysis. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop*, 101: 244-247.
18. Macari, A. T., & Hanna, A. E. (2014). Comparisons of soft tissue chin thickness in adult patients with various mandibular divergence patterns. *Angle Orthod*, 84(4):708-14.
19. Mohammed, S. A., Nissan, L. M. K., Ahmed, H. M. A., & Nahidh, M. (2018). Sagittal Lips' Positions in Different Facial Types. *J Res Med Dent Sci*, (1): 16-21.
20. Nanda, R. S., Meng, H., Kapila, S., & Goorhuis, J. (1990). Growth changes in the facial soft tissue profile. *Angle orthod*, 60:177-190
21. Parihar, A. V., Prasanth, A. K., Patel, D., & Verma, S. (2019). Understanding the Importance of Soft Tissue with Cephalometry in Orthodontics - A Comparative Study in Gujarati Population. *J Contemp Orthod*, 3(1): 33-37.
22. Rakosi, T. (1982). An atlas and manual of cephalometric radiography. 2nd Ed. London: Wolfe Medical Publications Ltd.
23. Ramos, A. L., Sakima, M. T., Pinto, A. S., & Bowman, S. J. (2005). Upper lip changes correlated to maxillary incisor retraction - a metallic implant study. *Angle Orthod*, 75(4):499-505.
24. Rasool, G., Hussain, T., Hussain, U., Zahra, F., & Shah, A. (2016). Comparisons of soft tissue chin thickness in adult patients with various mandibular divergence patterns. *Pakistan Orthod J*, 8: 53-57.
25. Saxby, P. J., & Freer, T. J. (1985). Dentoskeletal determinants of soft tissue morphology. *Angle Orthod*, 55(2):147–154.

26. Shamlan, M. A., & Aldrees, A. M. (2015). Hard and soft tissue correlations in facial profiles: a canonical correlation study. *Clin Cosmet Investig Dent*, 12(7):9-15.
27. Spyropoulos, M. N., & Halazonetis, D. J. (2001). Significance of soft tissue profile on facial esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119(5): 464–471.
28. Subramaniam, S., Karthi, M., Kumar, K. P., & Raja, S. (2016). Comparison of soft tissue chin prominence in various mandibular divergence patterns of Tamil Nadu population. *J Indian Acad Dent Spec Res*, 3:39-42.
29. Subtelny, J. D. (1959). A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures. *Am J Orthod.*, 45:481-507.
30. Taki, A. A., Oguz, F., & Abuhijleh, E. (2009). Facial soft tissue values in Persian adults with normal occlusion and well-balanced faces. *Angle Orthod.*,79(3):491-4.
31. Tikku, T., Khanna, R., Sachan, K., Maurya, R. P., Veram, G., & Agarwal, M. (2014). Arnett's soft-tissue cephalometric analysis norms for the North Indian population: A cephalometric study. *J Indian Orthod Soc*, 48(4): 224-32.
32. Toth, E. K., Oliver, D. R., Hudson, J. M., & Kim, K. B. (2016). Relationships between soft tissues in a posed smile and vertical cephalometric skeletal measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*,150(2):378-85.
33. Turley, P. K. (2015). Evolution of esthetic considerations in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 148(3):374-9.

## Régime Méditerranéen Et Prévalence Des Facteurs De Risque Cardio-Métabolique Au Maroc Oriental

**Abdelhay Benyaich,**

**Mohamed Analla,**

Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des sciences, Laboratoire d'écologie, biodiversité et environnement, Département de Biologie, Tétouan, Maroc

**Kaouthar Benyaich,**

Université Mohammed Premier, Faculté Pluridisciplinaire de Nador, Laboratoire d'observation de la Lagune Marchica de Nador et régions Limitrophes « OLMANRL », Département de Biologie, Nador, Maroc,

**Nihal Habib,**

Université Mohammed VI des Sciences de la Santé, Casablanca, Maroc

**Abdelhafid Assou,**

Hôpital Provincial de Nador, Université Mohammed V Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat, Maroc

**Abderazzak Hormi,**

Université Mohammed Premier, Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales, Oujda, Maroc

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p135](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p135)

Submitted: 29 October 2021

Accepted: 28 February 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Benyaich A., & Analla M., Benyaich K., Habib N., Assou A., & Hormi A., (2022). *Régime méditerranéen et prévalence des facteurs de risque cardio-métabolique au Maroc oriental* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 135.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p135>

### Résumé

**Introduction :** Le modèle alimentaire du Maroc est en phase de transition, il cède d'avantage son trait purement traditionnel méditerranéen pour devenir de plus en plus standard. Il s'agit d'une étude transversale visant à mettre le point sur les comportements alimentaires, le mode de vie et leur relation avec les facteurs de risques cardio-métaboliques de la population adulte âgée de 18 ans et plus de la ville de Nador et Oujda (en Maroc oriental), et leur voisinage rural.

**Méthodes :** Nous avons appliqué l'approche STEPwise de l'OMS pour étudier les relations entre les facteurs socio-économiques, socio-démographiques et nutritionnelles associées à des analyses biochimiques, afin d'analyser les maladies cardio-métaboliques et leurs facteurs de risque.

**Résultats :** Les résultats révèlent des scores d'adhésion au régime méditerranéen plus élevés en milieux ruraux, ceci est lié au niveau économique plus faible que celui des milieux urbains. Le surpoids et l'obésité y sont moins forts, alors que le niveau d'activité physique est plus élevé. L'échantillon total est 2537 (1261 femmes et 1276 hommes) personnes adultes, l'âge moyen est 43,62 ( $\pm 18,29$ ). La population étudiée adhère fortement au RM (76%). La glycémie à jeun représente une moyenne de 95.04 mg/dl et un écart type de  $\pm 15.06$ . La pression artérielle systolique et diastolique montrent respectivement les moyennes 128.23 mm Hg ( $\pm 19.82$ ) et 72.83 mm Hg ( $\pm 12.74$ ) et la fréquence cardiaque 91.73 battements par minute ( $\pm 13.74$ ). Le dosage des paramètres lipidiques montre des moyennes du cholestérol total de 1.68 g/L ( $\pm 0.27$ ), de HDL-Cholestérol 0.46 g/L ( $\pm 0.08$ ), de LDL-Cholestérol 1.15 g/L ( $\pm 0.39$ ) et les Triglycérides 0.76 g/L ( $\pm 0.32$ ). La moyenne d'acide urique était 4.76 mg/dl ( $\pm 1.73$ ). Les personnes qui exercent une activité physique de forte intensité représentent 64% en zone rurale versus 53% en zone urbaine, les femmes 48% contre 69% pour les hommes. Les personnes qui exercent une activité physique d'intensité modérée représentent 34% en zone rurale versus 31% en zone urbaine, les femmes 28% contre 39% pour les hommes.

**Conclusions :** L'incitation de la population a une adoption du régime méditerranéen traditionnel qui fait partie de leurs habitudes connues, et de résister le plus possible à l'envahissement du régime standard, serait un moyen pour réduire la propagation des maladies cardio-métaboliques chez la population marocaine.

---

**Mots clés :** Facteurs de risque cardio-métabolique, Régime méditerranéen, Maladies chroniques, Transition nutritionnelle

## **Mediterranean Diet And Prevalence of Cardio-Metabolic Risk Factors in Eastern Morocco**

***Abdelhay Benyaich,***

***Mohamed Analla,***

Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des sciences, Laboratoire d'écologie, biodiversité et environnement, Département de Biologie, Tétouan, Maroc

***Kaouthar Benyaich,***

Université Mohammed Premier, Faculté Pluridisciplinaire de Nador, Laboratoire d'observation de la Lagune Marchica de Nador et régions Limitrophes « OLMANRL », Département de Biologie, Nador, Maroc,

***Nihal Habib,***

Université Mohammed VI des Sciences de la Santé, Casablanca, Maroc

***Abdelhafid Assou,***

Hôpital Provincial de Nador, Université Mohammed V Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat, Maroc

***Abderazzak Hormi,***

Université Mohammed Premier, Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales, Oujda, Maroc

---

### **Abstract**

**Introduction:** The Moroccan food model is in a transitional phase; it is giving up its purely traditional Mediterranean trait to become perceptly standard. We conducted a cross-sectional study that focuses on the dietary behavior, lifestyle, and their relationship with cardio-metabolic risk factors in the adult population, aged 18 and over, in the cities of Nador and Oujda (in eastern Morocco) and their rural neighborhoods.

**Methods:** The World Health Organization (WHO) STEPwise Approach was utilized to study the relationship between the socio-economic, socio-demographic, and nutritional factors associated with the biochemical analysis to examine cardio-metabolic diseases and their risk factors.

**Results:** The results revealed higher adherence scores to the Mediterranean diet (MD) in rural areas, which is related to lower economic levels compared to urban areas, lower levels of obesity, and a higher level of physical activity. We used a total of 2537 samples (1261 women, and 1276 men) that we collected from adult participants with an average age of 43.62 ( $\pm 18.29$ ) years old. The study population had high adherence to the MD (76%). The mean fasting blood glucose level was 95.04 mg/dL ( $\pm 15.06$ ), while the systolic and diastolic blood pressure showed respectively, averages of 128.23 mm Hg ( $\pm 19.82$ ) and 72.83 mm Hg ( $\pm 12.74$ ). The average heart rate was 91.73 beats per minute ( $\pm 13.74$ ) and the lipid parameters showed mean total cholesterol of 1.68 g/L ( $\pm 0.27$ ). In addition to that, high-density lipoprotein

(HDL) cholesterol showed a value of 0.46 g/L ( $\pm 0.08$ ), low-density lipoprotein (LDL) cholesterol 1.15 g/L ( $\pm 0.39$ ), the triglycerides 0.76 g/L ( $\pm 0.32$ ), and the average uric acid was 4.76 mg/dL ( $\pm 1.73$ ). The proportion of people performing high-intensity physical activity was 64% in rural areas versus 53% in urban areas, in which 69% of them were men and 48% were women. People who exercise at a moderate intensity represent 34% of the population in rural areas versus 31% in urban areas, with women constituting 28% of them versus 39% for men.

**Conclusions:** Encouraging the population to adopt the traditional Mediterranean diet, which is part of their known habits, and to resist as much as possible the invasion of the standard diet would be a way to reduce the spread of cardio-metabolic diseases among the Moroccan population.  
ad of cardio-metabolic diseases among the Moroccan population.

---

**Keywords:** Cardio-metabolic risk factors, Mediterranean diet, Chronic diseases, Nutrition transition

## I-Introduction

Au cours des dernières années, de nombreux témoignages sur la relation entre la nutrition et les maladies cardio-métaboliques ont conduit les chercheurs à rechercher le mode d'alimentation le plus adapté au maintien d'un état de santé optimal, en adoptant l'idée que la nutrition est capable de modifier considérablement le profil de risque de la population aux niveaux primaire et secondaire de prévention. Différents types de régime ont été imposés à l'attention du public, mais celui qui a suscité le plus d'intérêt est le régime méditerranéen. (Estruch et al., 2013 ; Georgoulis et al., 2014 ; Grosso et al., 2014)

Dans le monde entier, la mondialisation, l'urbanisation rapide, la croissance démographique, le vieillissement de la population et les changements de mode de vie augmentent la fréquence des maladies non transmissibles, entre autres les maladies cardio-métaboliques qui sont considérées comme la principale cause de mortalité dans le monde, en représentant 31% de la totalité des décès dans le monde (Ralapanawa *et al.*, 2020) et pouvant atteindre 23,6 millions des décès à l'horizon de 2030 (Mendis *et al.*, 2011).

Des facteurs de risque cardio-métabolique, tels que le diabète, les dyslipidémies, l'hypertension artérielle, l'obésité, tout comme les changements de mode de vie et les modifications des habitudes alimentaires participent à forte probabilité d'accroissement de la fréquence des maladies cardio-métabolique.

L'alimentation de type méditerranéen, ou régime méditerranéen (RM) est basée essentiellement sur les légumes, les fruits et les noix, l'huile d'olive,

les céréales, les légumineuses ; Ainsi, la principale source de lipides du RM est l'huile d'olive, associée à une consommation élevée de poissons, modérée de produits laitiers, réduite en viandes rouges, et viandes transformées, et d'aliments riches en sucres et en graisses (Romagnolo *et al.*, 2017).

Le régime est caractérisé par sa haute teneur en fibres, en huile d'olive et de noix, et a un caractère peu hyperglycémiant, avec des propriétés anti-inflammatoires et anti-oxydantes, il est également marqué par un mode de vie physiquement actif, donc à moindre risque cardio-métabolique (Billingsley *et al.*, 2018).

L'efficacité de ce régime est souvent liée au fait qu'il contient moins de calories que les régimes dits

« occidentaux » (Romagnolo *et al.*, 2017).

Au Maroc, on compte très peu d'études qui s'intéressent à la potentielle relation entre l'alimentation et le mode de vie en rapport avec les facteurs de risque cardio-métaboliques (Benyaich *et al.*, 2020).

Des auteurs ont prouvé que la force d'adhérence au régime méditerranéen n'est pas fortement pareille chez la population du même pays et peut varier d'une zone à une autre (Benyaich *et al.*, 2020 ; El Rhazi, *et al.*, 2012).

L'occidentalisation de l'alimentation et les changements de mode de vie entraînent des changements significatifs au Maroc avec une quasi absence de travaux de recherche dans ce contexte, et plus précisément en zone orientale ont poussé à réaliser le présent travail et les rares études existantes sont qualifiées d'être spécifiques sur une tranche d'âge et/ou sexe restreint.

Les buts de cette étude sont d'étudier la force d'adhésion au régime méditerranéen et leurs relations potentielles qui pourraient exister avec le mode de vie, les différents facteurs de risque cardio-métaboliques, la surcharge pondérale, l'obésité et les facteurs socioéconomiques et démographiques dans une population d'âge adulte résidant dans la ville de Nador et d'Oujda-Angad, situées dans la partie orientale du Maroc et dans leur voisinage rural, vise également de réaliser des comparaisons avec d'autres études menées dans d'autres pays ou régions méditerranéens, comme elle peut être comparés avec d'autres éventuelles futures études.

Afin de répondre aux questions qui se posent on a suggéré quelques hypothèses telles que :

-Les classes socioéconomiques montrent des degrés différents d'engagement au régime méditerranéen ;

-La population du Maroc oriental tend légèrement et d'une façon progressive à s'éloigner du RM.

## **II-Méthodes**

### **II-1 Conception de l'étude**

La présente étude a utilisé comme questionnaire le STEPwise de l'OMS.

Il s'agit d'une étude transversale. L'échantillonnage a été réalisé par la méthode de sondage en grappes stratifié visant la recherche de la fréquence de consommation alimentaire, la prévalence des maladies cardio-métaboliques, déterminer le niveau d'activité physique, prendre des mesures anthropométriques et réaliser des tests biochimiques.

### **II-3 Échantillonnage et questionnaire**

On a réalisé une étude transversale au niveau de deux zones géographiques (urbaine et rurale) des provinces et préfectures suivantes : Nador et Oujda-Angad, au cours de la période allant de Décembre 2017 jusqu'à Octobre 2021. Le recueil et le suivi des données ont été réalisés d'une façon simultanée.

La taille de l'échantillon est de 2537 personnes adultes des deux sexes, âgées d'au moins de 18 ans, sélectionnés selon un sondage stratifié afin de participer à cette étude, étaient éligibles. Tous les participants ont donné leur consentement avant de répondre au questionnaire (OMS, STEPwise).

### **II-4 Protocole de l'étude**

Le questionnaire STEPwise de l'OMS dédié à enquêter à propos les maladies chroniques et leurs facteurs de risque, et à analyser la fréquence de consommation alimentaire, et les facteurs socio-économiques et socio-démographiques de la population étudiée. Et pour les tests biochimiques, des bandelettes sanguines ont été utilisées,

L'étude comporte trois volets ; Il s'agit de remplir le questionnaire (OMS, STEPwise), d'effectuer des mesures anthropométriques et des analyses biochimiques.

Les enquêteurs ont réalisé cette étude avec une entière disposition au déplacement vers les participants après avoir reçu leur accord.

### **II-5 Méthodologie d'échantillonnage**

L'organisation territoriale du Maroc est caractérisée par la présence de 12 régions administratives qui comportent des préfectures et des provinces, chaque province contenant des arrondissements, municipalités, communes et cercles. La présente étude a été réalisée en région orientale située au Nord-Est du Maroc.

On a utilisé comme méthode de sélection de l'échantillon le sondage en grappes stratifié. On a utilisé 127 points de recueil de résultats (127 grappes) chaque grappe inclut 20 personnes pour arriver à un nombre total de 2537 participants avec enregistrement des numéros de téléphones des personnes qui veulent participer aux tests biochimiques. Ces grappes ont été proportionnelles aux nombres de ménages par régions et par zones de résidence (urbaines et rurales).

La grappe représente le quartier en zone urbaine et la localité en zone rurale.  
La formule de calcul de la taille d'échantillon est :

$$N = k \times \Pi \times (1 - \Pi) \times (Z\alpha/p)^2$$

**Z $\alpha$**  : est la valeur de Z correspondant à  $\alpha$  (risque de première espèce) pour une situation bilatérale ;

**k** : L'effet de grappes

**$\Pi$**  : la proportion attendue de sujets présentant un facteur comportemental parmi ceux étudiés dans la population marocaine ;

**$\alpha$**  : choisi en fonction du degré de confiance (1- $\alpha$ ) désiré; ici 95% ;

**p** : l'écart d'imprécision que l'on accepte de chaque côté de l'estimation pour rendre le résultat ;

Pour une proportion recherchée d'un comportement donné où  $\Pi=15\%$ , un risque d'erreur  $\alpha=0,05$  (5%), un écart d'imprécision  $p=2\%$  et un effet de grappe  $k=2$ , l'effectif minimal (N) à inclure dans l'étude a été estimé à 2448 individus. Ce chiffre était arrondi à 2540 sujets pour constituer 127 grappes de 20 personnes.

### **Critères d'exclusion**

Les femmes enceintes et les personnes ayant un âge inférieur à 18 ans.

### **Considérations éthiques**

L'anonymat et la confidentialité ont marqué toutes les phases de la présente étude ;

Toutes les données personnelles recueillies par les participants ont été respectées.

Les enquêteurs ont reçu des instructions spécifiques :

Présentez-vous et décrivez brièvement le but de l'enquête ;

Soumettre le questionnaire avec une brève présentation de l'étude et de ses objectifs ;

Choisissez un endroit tranquille sans passagers ;

Renforcer la confiance en expliquant le caractère optionnel de la participation à l'enquête ;

Informez les questionnés sur le caractère confidentiel et l'anonymisation des données ;

Fournissez le temps estimé pour remplir le questionnaire (environ 15 minutes) ;

Donner l'occasion de poser des questions (avez-vous des questions ?) ;

Être à la disposition de la personne pour des éventuelles demandes d'éclaircissement sur chacune des questions ;

Reformuler les questions si elles sont mal comprises ;

Être neutre et calme avec une vitesse de parole plus lente que dans une conversation normale et s'abstenir de remarques personnelles ou de mimiques même si l'interlocuteur a un faible niveau intellectuel ;  
Vérifier que toutes les réponses ont été données et remercier l'interlocuteur pour sa collaboration

## **II-6 Région de l'étude : La région orientale (Nord-Est) Préfecture d'Oujda-Angad**

Se situe au Nord-Est du Maroc, est un pôle administratif et commercial, elle est qualifiée de capitale de la région orientale du Maroc. Elle s'étend sur une superficie de 1.714 Km<sup>2</sup> et s'éloigne de 60 Km du littoral méditerranéen et de 12 Km de la frontière Algérienne, et ayant 8 communes rurales et 3 urbaines. La population de la préfecture est de l'ordre de 551 767 habitants (506 274 résidant en milieu urbain et 45 493 en rural). (HCP, 2017).

### **Province de Nador**

Située au Nord-Est du Maroc, sa population totale représente 565 426 (392 623 habitent en zone urbaine et 172 803 en rurale). Sa surface est de 3221 Km<sup>2</sup> ayant une position géographique stratégique, vu sa façade maritime qui s'étale sur 153 Km, c'est la raison pour laquelle elle est qualifiée comme porte de la méditerranée sur l'Europe.

Les villes de Nador et Oujda se situent dans la région orientale, où le taux d'analphabétisme est 34,4% (HCP, 2017).

### **Questionnaire et les variables étudiées**

Le questionnaire (OMS, STEPwise) utilisé se compose de 6 parties comme suit :

Partie 1 : De nature socioéconomiques (niveau d'études, revenu mensuel du ménage, professions) ;

Partie 2 : De nature sociodémographique (sexe, lieu de résidence, âge, niveau d'éducation) ;

Partie 3 : Niveau d'activités physiques (fréquence et la durée de la participation aux activités physiques et en temps de loisir) ;

Partie 4 : Des données nutritionnelles, recueillant la fréquence des repas incluant les aliments et les boissons fréquemment consommés au Maroc ;

Partie 5 : Réservée aux facteurs de risque cardio-métaboliques ;

Partie 6 : Mesures anthropométriques (Tailles, poids, tour de hanches et tour de taille). La taille a été mesurée en position debout à l'aide d'un mètre ruban (en centimètres), le poids a été mesuré par une balance (l'unité de masse est le kilogramme (Kg) et pour mesurer le tour de taille et le tour de hanche on a utilisé un mètre ruban gradué au niveau horizontal de l'ombilic et de la saillie maximale des muscles fessiers.

Selon l'OMS toute mesure supérieure ou égale à 102 cm chez l'homme et à 88 cm chez la femme est associée à un risque accru de complications métaboliques, ce seuil correspond à l'obésité abdominale (Wiernik *et al.*, 2019 ; Houti *et al.*, 2018).

Et tout rapport de tour de taille sur tour de hanche supérieur à 1,0 chez l'homme et à 0,85 chez la femme indique un excès de graisse abdominale.

### **Activités physiques**

La notion de l'intensité d'une activité physique est fortement liée au niveau d'accélération du rythme cardiaque et respiration. On parle d'activité physique à intensité forte lors d'une accélération du rythme cardiaque et de la respiration pendant un travail qui sollicite un effort considérable durant 10 minutes ou plus.

L'activité physique d'intensité modérée dure également 10 minutes ou plus, or n'engendre pas une accélération du rythme cardiaque et de la respiration aussi forte que l'activité très intense, telle que la marche rapide, une séance de sport non intense.

Tous les sujets ont donné leurs consentements avant de répondre à l'enquête.

### **Analyses biochimiques**

Parmi les 2537 participants à l'enquête, 217 personnes ont accepté de réaliser les analyses biochimiques qu'on leur a proposées.

Une période de jeûne de 12 heures environ, afin d'effectuer les analyses a été exigée.

Le dosage de la glycémie et de l'acide urique à jeun ont été effectués par la machine « AP-PLUS Blood Glucose Monitoring System » et ses bandelettes. Selon l'OMS, l'hyperglycémie et le diabète ont été attribués à chaque personne traitée par des médicaments hypoglycémisants et / ou ayant une glycémie à jeun supérieure ou égale à 1.26 g/L pour le diabète, et qui varie entre 1,1 à 1,25 g/L. La fourchette de référence pour l'uricémie selon la machine « MAJORCARE AP-DUO URIC ACID TEST STRIPS » est 3.4 à 7.0 mg/dl pour les hommes et 2.4 à 6.0 mg/dl pour les femmes.

La pression artérielle (PA) a été mesurée avec un tensiomètre Omron® M2 Basic, 3 mesures ont été effectuées en position assise, espacées de 5 min, la moyenne de ces 3 mesures a été enregistrée.

L'hypertension artérielle a été attribuée à des personnes traitées par des antihypertenseurs et / ou pour chaque personne ayant une pression artérielle systolique  $\geq 140$  mm Hg et / ou ayant une pression artérielle diastolique  $\geq 90$  mm Hg, taux déterminé par l'Organisation mondiale de la santé (Mengden *et al.*, 2021).

Le dosage lipidique a été mesuré à l'aide de la machine « Mission 3 in 1 - Cholesterol, LDL, HDL and Triglycerides indicator » et ses bandelettes, ce

qui a permis de mesurer le Cholestérol total, le HDL-Cholestérol, le LDL-Cholestérol et les Triglycérides.

L'hypercholestérolémie a été considérée comme toute valeur de cholestérol total dépassant 200 mg/dL et hypertriglycéridémie comme toute valeur de triglycéride  $\geq 1.5$  g/L. La dyslipidémie est définie comme la présence d'une hypercholestérolémie et / ou d'une hypertriglycéridémie.

### **Enregistrement et calcul de score du régime méditerranéen**

En prenant en considération que les groupes d'aliments utilisés pour calculer le score du régime méditerranéen sont les suivants : 1) légumes, 2) fruits et noix, 3) poissons, 4) légumineuses, 5) céréales complètes, 6) huile d'olive, 7) produits laitiers 8) viande rouge et transformée (Trichopoulou *et al.*, 2003).

Pour chacune des 8 composantes précédemment indiquées, une valeur de 0 ou 1 a été attribuée à chacune d'elles. En ce qui concerne les composants considérés bénéfiques (fruits, légumes, huile d'olive, céréales complètes, légumineuses, poisson et noix), la valeur 1 a été attribuée aux personnes dont la consommation était égale ou supérieure à la médiane spécifique au sexe comme seuil (Trichopoulou *et al.*, 2003) alors que la valeur 0 a été attribuée aux personnes dont la consommation était inférieure à la médiane. Pour les composants considérés nocifs (produits laitiers, viande rouge et transformée), une valeur de 1 a été attribuée aux personnes dont la consommation était inférieure à la médiane et à 0 pour les personnes dont la consommation était égale ou supérieure à la médiane. Le score du régime méditerranéen variait de 0 (adhésion minimale au régime méditerranéen traditionnel) à 8 (adhésion maximale). (Trichopoulou *et al.*, 2003).

La classification est basée sur le nombre de jours de consommation par semaine pour chaque composant en utilisant la médiane spécifique au sexe comme seuil (1 jour / semaine, 2 jours / semaine, 3 jours / semaine, 4 jours / semaine, 5 jours / semaine, 6 jours / semaine, 7 jours / semaine) des 8 composants alimentaires.

La saisie et le calcul des données des scores du régime méditerranéen sont réalisés via le logiciel Sphinx version 5, pour calculer automatiquement les scores du RM.

Le syndrome métabolique (SM) (Sperling *et al.*, 2015 ; Alberti *et al.*, 2009 ; Cleeman *et al.*, 2001 ; Yadav *et al.*, 2013) également appelé « Syndrome cardio-métabolique », « Syndrome X » ou « Syndrome de résistance à l'insuline » indique l'état dans lequel les facteurs de risque des maladies cardio-métaboliques sont regroupés, ces facteurs sont l'hypertension, l'obésité abdominale, la résistance à l'insuline, la prothrombose état, dyslipidémie athérogène et état pro-inflammatoire.

La définition du NCEP-ATPIII est basée sur la présence de trois des facteurs de risque (Albertiet *al.*,2009 ; Yadav *et al.*, 2013).

La définition de EGIR chez les personnes non diabétiques se base sur la présence d'une résistance à l'insuline avec hyperinsulinémie (>75e centile) comme marqueur, plus deux facteurs de risque. (Balkauet *al.*,1999).

Selon la définition de la IDF 2005, pour qu'une personne soit définie comme ayant le syndrome métabolique, elle doit avoir une obésité centrale plus deux facteurs de risque. (Alberti., 2009).

Le pourcentage du syndrome métabolique observée dans la population étudiée est la moyenne de prévalence du SM (NCEP-ATPIII, IDF et EGIR).

Les mesures anthropométriques selon les recommandations de l'OMS (Wiernik *et al.*, 2019 ; Houti *et al.*, 2018).

L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé en divisant le poids corporel (kg) par la taille en mètres carrés.

Le tour de taille est considéré comme un indicateur de l'excès de graisse abdominale, a été fixé

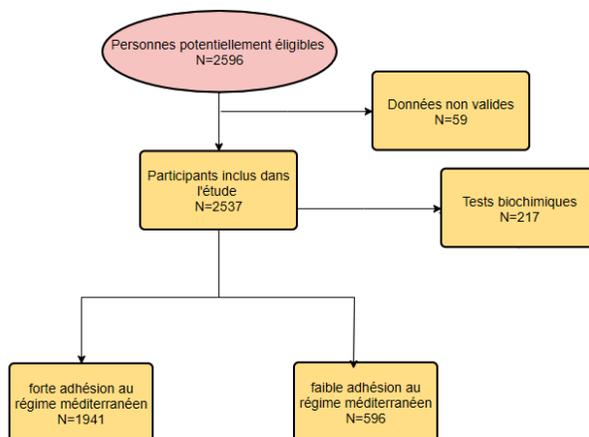
à > 100 cm chez les hommes et > 85 cm chez les femmes.

## **II-7 Analyses statistiques**

Les variables facteurs de risques cardio-métabolique, les facteurs sociodémographiques et socioéconomiques sont les caractéristiques de l'échantillon, elles sont décrites en fonction de la force d'adhésion au régime méditerranéen traditionnel. L'adhésion est considérée faible si le score de RM varie de 1 à 4 et élevée si le score de RM varie de 5 à 8. Selon le type des variables et leurs distributions (normale ou non normale) et des tests paramétriques ou non paramétriques : test de Kruskal-Wallis, tests U de MannWhitney, le test du Khi2 et le test t de Student. Les saisies et les analyses statistiques des données ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS® version 25 (IBM® SPSS® Statistics, Armonk, NY, United States). Le niveau de signification a été fixé à 0,05.

## **III- Résultats**

La présente étude a inclus un échantillon total de 2537 personnes adultes éligibles avec des données valides. Les réponses manquantes ont été strictement exclues de l'étude (59 réponses exclues). (Figure 1).



**Figure 1 :** Diagramme de flux des participants à l'étude

Le taux global de participation à l'enquête est de 82 %. Les personnes qui ont répondu, sont répartis respectivement en zone urbaine (71%) et en zone rurale (29%) avec un âge moyen de 43,62 ( $\pm$  18,29) et un ratio femmes/hommes de 50/50.

Le sexe masculin a montré un score d'adhésion au RM relativement plus élevé que celui du sexe féminin et sont respectivement 72% et 68% (Tableau 1). L'étude a révélé également une relation directe entre le RM et l'âge de la population (Tableau 1) ainsi qu'une association significative entre le niveau éducatif et l'adhésion au RM.

<b>Tableau 1 :</b> Répartition de la population habitant au nord du Maroc				
	<b>Nombre de sujets</b>	<b>Faible adhésion</b>	<b>Forte adhésion</b>	<b>Valeur du P</b>
<b>Lieu de résidence</b>				
Urbain	1809	29%	71%	0.036
Rural	728	21%	79%	
<b>Genre</b>				
Féminin	1272	32%	68%	0.024
Masculin	1265	28%	72%	
<b>Age (années)</b>				
18-24	467	36%	64%	0.039
25-34	508	33%	67%	
35-44	405	34%	66%	
45-54	383	29%	71%	
55-64	379	31%	69%	
$\geq$ 65	395	32%	68%	
<b>Niveau d'études</b>				
Analphabète	527	32%	68%	0.014

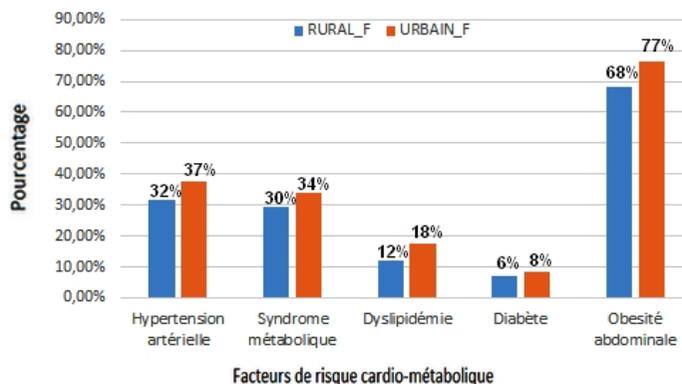
Primaire	736	36%	64%	
Secondaire	413	29%	71%	
Lycée	331	34%	66%	
Supérieur	254	32%	68%	
Informel	276	35%	65%	
<b>Revenu mensuel des ménages (DHM)</b>				
<1000	547	32%	68%	0.205
1000-2000	329	27%	73%	
2000-3000	414	36%	64%	
3000-4000	309	29%	71%	
4000-5000	321	31%	69%	
5000-6000	104	37%	63%	
6000-7000	87	33%	67%	
7000-8000	122	31%	69%	
8000-9000	98	36%	64%	
9000-10000	49	33%	67%	
>10000	61	30%	70%	
Je ne sais pas	96	34%	66%	
<b>Type d'obésité</b>				
Obésité abdominale				
F<88cm	458	27%	73%	0.043
H<102cm	924	32%	68%	
F>88cm	802	34%	66%	
H>102cm	353	36%	64%	
Obésité périphérique				
IMC<25	1423	29%	71%	0.031
25<IMC<29.9	679	37%	63%	
IMC≥30	435	36%	64%	
<b>Activités physiques</b>				
≤ 30 minutes	813	31%	69%	0.429
≥ 30 minutes	1724	32%	68%	
F : Femmes ; H : Hommes ; DHM : Dirham Marocain (égal environ 0,1 Dollar) ; Faible adhésion : Faible adhésion au RM (score d'adhésion de 1 à 4) ; Forte adhésion : Forte adhésion au RM (score d'adhésion de 5 à 8)				

Le nombre des personnes dont l'IMC était normal (< 25 kg/m<sup>2</sup>) est 1423 plus élevé en milieu rural. Le surpoids (IMC de 25 à 29,9 kg/m<sup>2</sup>) représente 27%. L'obésité (IMC ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) montre un pourcentage de 17% (Tableau1). La force d'adhésion au RM est moins importante chez les sujets qui souffrent d'obésité (64%) et surpoids (63%) par rapport aux personnes ayant un indice de masse corporelle normal (71%) (Tableau 1).

D'une manière générale, la population étudiée s'adhère fortement au RM (76%). La fréquence de consommation hebdomadaire chez les femmes et les hommes en fonction du score d'adhésion au RM montre certaines différences significatives (Tableau 1).

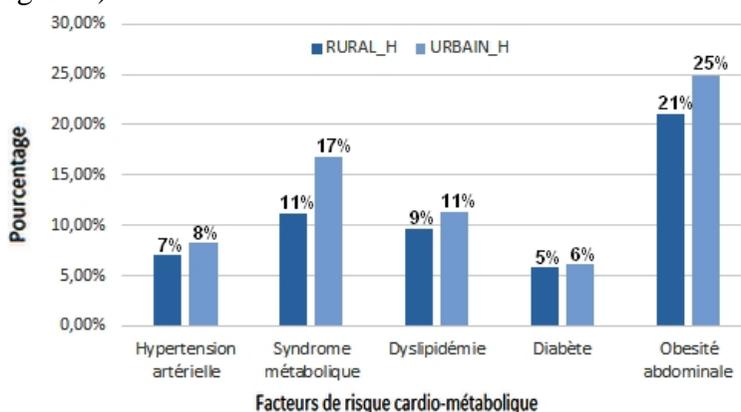
La force d'adhésion au régime méditerranéen diffère entre les populations urbaines (71%) versus rurales (79%) (score d'adhésion au RM de 5 à 8).

L'obésité abdominale est moins fréquente chez les sujets adoptant un RM traditionnel pour les deux sexes. La majorité des facteurs de risque cardio-métabolique sont plus présents pour les femmes surtout en milieu urbain (Figure 2).



**Figure 2 :** Répartition des pourcentages de la prévalence des facteurs de risque cardio-métabolique chez les femmes adultes selon le lieu de résidence.

Plusieurs facteurs de risque des maladies cardio-métabolique pour les hommes en milieu rural sont réduits comparés à ceux qui résident en milieu urbain (Figure 3).



**Figure 3 :** Répartition des pourcentages de la prévalence des facteurs de risque cardio-métabolique chez les hommes adultes selon le lieu de résidence.

Les sujets fortement adhérents au RM consomment relativement plus de céréales, de légumes, d'huile d'olive, de poissons, de fruits, de noix et de légumineuses par rapport à ceux moins adhérents. (Tableau 2).

<b>Tableau 2 : Fréquence de consommation alimentaire hebdomadaire selon le niveau d'adhésion au RM et le sexe</b>				
<b>Adhésion au RM</b>	<b>Faible adhésion au RM (scores : 1-4) N=596</b>		<b>Forte adhésion au RM (scores : 5-8) N=1941</b>	
<b>Composants du RM</b>	<b>Moyenne (± déviation standard)</b>			
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Céréales complètes, Pain / riz / pommes de terre / pâtes *	8,6 (2,1)	8,1 (2,4)	9,3 (2,4)	8,9 (1,8)
Fruits et noix *	6,7 (3,6)	6,3 (2,7)	7,1 (1,2)	6,8 (1,4)
Légumes *	3,4 (1,5)	3,2 (1,4)	4,4 (2,3)	4,1 (1,8)
Légumineuses *	2,4 (1,4)	1,3 (1,6)	2,6 (1,6)	1,7 (1,3)
Poissons *	2,8 (1,7)	1,9 (1,4)	3,2 (2,5)	2,8 (1,3)
Huile d'olive (%)	67,6	62,1	83,2	81,7
Produits laitiers *	4,2 (2,1)	5,6 (1,2)	3,9 (1,7)	5,1 (1,4)
Viandes rouges et transformées *	4,7 (2,2)	2,9 (2,6)	4,3 (2,7)	2,8 (2,1)
Le test t pour l'égalité des moyennes ou le test Chi2 selon le sexe. * : Nombre de jours de consommation habituelle par semaine.				

Les résultats des analyses biochimiques sont représentés dans le tableau 3. Ainsi, on a trouvé que la glycémie à jeun représente une moyenne de 95.04 mg/dl et un écart type de ±15.06 (Tableau 3), et que la pression artérielle systolique et diastolique montrent respectivement les moyennes 128.23 mm\_Hg (±19.82) et 72.83 mm\_Hg (±12.74) et la fréquence cardiaque 91.73 battements par minute (±13.74) (Tableau 3).

Pour ce qui est du dosage des paramètres lipidiques, les moyennes du cholestérol total sont de 1.68 g/L (±0.27), le HDL-Cholestérol 0.46 g/L (±0.08), le LDL-Cholestérol 1.15 g/L (±0.39) et les Triglycérides 0.76 g/L (±0.32) (Tableau3). En fin, La moyenne d'acide urique était 4.76 mg/dl (±1.73).

<b>Tableau 3: Valeurs moyennes des tests sanguins de la population adulte</b>	
	<b>La moyenne±écart type</b>
<b>Glycémie à jeun (mg/dl)</b>	95.04±15.06
<b>Tension artérielle systolique (mm Hg)</b>	128.23±19.82
<b>Pression artérielle diastolique (mm Hg)</b>	76.62±8.26
<b>Fréquence cardiaque (bat/min)</b>	91.73±13.74
<b>Cholestérol total (g/L)</b>	1.68±0.27

<b>HDL-Cholestérol (g/L)</b>	0.46±0.08
<b>LDL-Cholestérol (g/L)</b>	1.15±0.39
<b>Triglycérides (g/L)</b>	0.76±0.32
<b>Acide urique (mg/dl)</b>	4.71±1.73

Les personnes qui exercent une activité physique de forte intensité représentent 64% en zone rurale versus 53% en zone urbaine, les femmes 48% contre 69% pour les hommes (Tableau4).

<b>Tableau 4 : Fréquence de la pratique des activités physiques de forte intensité, en fonction de nombre de jours par semaine, la durée habituelle, le genre et le lieu de résidence.</b>			
<b>Activités physiques de forte intensité</b>			
<b>N=2537</b>	<b>Nombre de sujets</b>	<b>Nombre moyen de jour/semaine</b>	<b>Durée moyenne habituelle en minutes</b>
<b>Lieu de résidence</b>			
Urbain	52%	4,38(2,16)	213 (127)
Rural	64%	5,19(1,83)	268 (182)
<b>Genre</b>			
Féminin	48%	4,27(1,92)	159 (138)
Masculin	69%	5,09(1,74)	247 (164)
<b>Activités physiques d'intensité modérée</b>			
<b>Lieu de résidence</b>			
Urbain	31%	4,62(1,53)	153 (127)
Rural	34%	5,26(1,42)	168 (116)
<b>Genre</b>			
Féminin	28%	5,14(1,43)	116 (94)
Masculin	39%	5,59(1,18)	218 (173)

Les personnes qui exercent une activité physique d'intensité modérée représentent 34% en zone rurale versus 31% en zone urbaine, les femmes 28% contre 39% pour les hommes (Tableau 4).

#### **IV- Discussion**

La présente étude a montré que la force d'adhésion au RM diffère entre la population habitant dans le milieu urbain et celle résidant en milieu rural, ainsi que selon le niveau d'activité physique et les deux formes d'obésités (abdominale et périphérique). La population résidant en milieu rural adhère plus fortement au RM. L'obésité abdominale chez les femmes et les hommes est moins fréquente chez les sujets adoptant ce régime et le taux d'obésité trouvé chez les femmes s'avère plus faible que ce qui a été révélé par des études antérieures (Gallus *et al.*, 2015 ; Hamjane *et al.*, 2019) ce qui s'explique par une tendance à faire des activités physiques suite à la dissipation de l'image de la beauté de la femme qui se liait avec un corps avec des formes généreuses.

Les éléments du syndrome métabolique mesurés sont plus présents chez les femmes surtout celles résidant en milieu urbain et, pour les hommes ils sont moins en milieu rural versus milieu urbain, peut être en lien avec une consommation plus importante de produits issus de l'industrie agroalimentaire et de restauration rapide par les deux sexes. Notre étude a ainsi décrit l'adhésion au RM en association avec les facteurs de risque cardio-métabolique, le mode de vie et les caractéristiques socio-économiques dans un échantillon de 2537 adultes marocains vivant dans les deux milieux urbain et rural des villes de Nador et Oujda.

On peut déterminer une limite pour cette étude, bien qu'elle est transversale, elle présente une utilité majeure du fait qu'elle a permis de réaliser un traitement des données sociodémographiques, socioéconomiques, d'obésité et maladies chroniques, afin de tirer le maximum d'informations concernant l'effet de la transition nutritionnelle, épidémiologique et démographique de la région orientale du Maroc. L'autre limite pouvant être évoquée c'est que cet étude ne s'est pas concentré sur les calculs des apports énergétiques de la population de la région orientale de Maroc, cela est dû à la méthode qui est basée sur les déclarations des apports qui pouvant être sous-estimés ou surestimés et ne permet pas d'estimer à partir de ces données de consommation telles que collectées les apports énergétiques de manière adéquate, de même pour les déclarations des interrogés à propos de la durée et de l'intensité des activités physiques. En plus, la présente étude n'a pas étudié le comportement nutritionnel de la population de moins de 18 ans.

Vu l'absence de sponsors, la présente étude a fixé un nombre de participants au tests biochimiques de 217. (Tableau3).

De nombreuses études ont montré qu'une moindre adhésion au RM est associée à une forte prévalence d'un ou de plusieurs facteurs de risque cardio-métabolique, tels que l'HTA, le diabète, et l'hypercholestérolémie (Benyaich *et al.*, 2020).

La présente étude montre des différences avec d'autres études présentées dans d'autres pays méditerranéens en ce qui concerne les facteurs socio-économiques, socio-démographiques, biochimiques, mesures anthropométriques et la prévalence de risque cardio-métabolique :

L'étude montre une relation significative entre le niveau éducatif et l'adhésion au RM. On peut expliquer ce résultat par la conscience que développent ces personnes en terme de niveau de vie lié au système sain de la santé en suivant le RM, et ce, à l'inverse de l'étude de Martínez-González *et al.* (MARTÍNEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1997) qui n'a pas trouvé une association entre adhésion au RM et niveau d'éducation.

On a trouvé une association entre l'âge et l'adhésion au RM, même que Abdelhay Benyaich *et al.*, cela peut être dû à l'adoption des habitudes alimentaires occidentales par les jeunes (Benyaich *et al.*, 2020).

Le revenu mensuel des ménages n'est pas proportionnel au score d'adhésion au RM, tout comme l'étude de El Rhazi et al. (El Rhazi *et al.*, 2012) à l'inverse de celle de Panagiotakos (Panagiotakos *et al.*, 2008) car les aliments appartenant à ce régime sont présentés au Maroc à des prix convenables à la majorité de la population voire bas en comparant avec les aliments des systèmes occidentaux.

Dans notre série, la population urbaine semble relativement plus adopter un comportement alimentaire dit occidental (aliments à haute densité calorique et sodas sucrés) et un mode de vie sédentaire par rapport à la population qui réside en zone rurale.

Comme d'autres (El Rhazi *et al.*, 2012 ; Mohtadi *et al.*, 2020) on a trouvé une association significative entre IMC, tour de taille, et adhésion au RM. Plus la force d'adhésion au RM est forte, en observant la valeur de l'IMC réduit. Ce qui peut être considéré comme conséquence de la transition nutritionnelle au niveau du Maroc. La présente étude ne permet pas d'examiner le lien de causalité entre l'adhésion au RM et le surpoids et l'obésité cela dû au fait de type transversal de l'étude.

Les tests sanguins de glycémie, de cholestérol total, de HDL-cholestérol, de LDL-cholestérol, de triglycérides et d'acide urique ont été mesurés à l'aide de bandelettes sanguines, ont montré que les sujets qui sont fortement adhérents au RM représentent des moyennes des taux de glycémie, tension artérielle, cholestérolémie et d'acide urique dans les normes.

En absence d'études traitant la relation entre la nutrition et les facteurs de risque cardio-métabolique, les résultats de la présente étude se comparent à une étude réalisée à l'échelle nationale dans la ville de Rabat (Tazi *et al.*, 2003) a montré une moyenne de pression artérielle systolique de 129.8 mm Hg et diastolique de 76.0 mm Hg ce qui est relativement proche des résultats de cet étude (pression artérielle systolique 128.23 mm Hg et diastolique 76.62 mm Hg) et un pourcentage d'hypertension 33.6% plus élevé par rapport à la présente étude (26.57%), en plus l'étude de Tazi MA, a montré respectivement des pourcentages de diabète et de hypercholestérolémie 6.6% et 29%

En comparant les résultats de cette étude avec une étude réalisée à Tlemcen en Algérie qui a montré un pourcentage d'hypertension artérielle de 36.2% ce qui est plus élevé par rapport à la présente étude, et 6.8% du diabète qui est inférieur à cette étude, et qui a montré un pourcentage de dyslipidémie de 15.9% qui est supérieur à la présente étude (12.7%), aussi a trouvé 17.4% comme pourcentage de syndrome métabolique qui a été inférieur aux résultats trouvés dans la présente étude (23.1%) (Yahia-Berrouiguet *et al.*, 2011).

L'obésité centrale et abdominale représentent respectivement 17% et 45% cela peut être dû à l'âge et/ou la réduction de l'activité physique.

De nombreuses études ont montré que la présence d'un ou plusieurs facteurs de risques cardio-métaboliques tels que l'hypertension, l'hypercholestérolémie et le diabète, est liée à une plus faible adhésion au RM (Estruch *et al.*,2013 ; Georgoulis *et al.*,2014) (Grosso *et al.*,2014), mais certaines données marocaines antérieures ont montré leur forte prévalence. Cela peut s'expliquer en partie par le départ du RM traditionnel dans la population marocaine.

La méthode de simple rappel de fréquence de consommation de groupes d'aliments hebdomadaire en faisant appel à la mémoire, a servi de mieux classer les personnes interrogées par catégories de consommation.

Cette étude peut servir de référence pour comparaison avec de futures recherches.

### **Financement**

Il n'y a pas eu de financement extérieur pour cette étude.

### **V- Conclusions**

Notre étude a montré que les personnes qui adhèrent le plus au régime alimentaire méditerranéen sont des personnes fortement adhérentes aux traditions des grands parents, mais également des personnes dont le niveau intellectuel et éducatif sont relativement élevés.

En outre, les personnes adhérant fortement au régime méditerranéen présentent des moyennes de taux de glycémie, tension artérielle, cholestérolémie et d'acide urique dans les normes.

Notre population a montré que plus on s'éloigne du régime méditerranéen, plus on remarque une croissance remarquable de l'obésité, surpoids, et maladies cardio-métaboliques.

Il s'avère qu'il serait nécessaire d'élaborer plusieurs études et stratégies pour les personnes moins de 18 ans pour mieux révéler les effets du régime méditerranéen sur l'apparition des maladies chroniques et cardio-métabolique. Il serait également important de signaler que les maladies cardio-métaboliques présentent une charge importante sur le système de santé publique avec une ampleur qui tend à s'accroître de plus en plus.

La prévention demeure indispensable et le grand public doit être conscient de la gravité de la situation qui s'installe en attirant son attention pour confronter l'évolution des facteurs de risque des maladies cardio-métaboliques liées à l'alimentation et mode de vie au fil des futures années.

### **Conflits d'intérêts**

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

### **Contributions des auteurs**

Tous les auteurs ont participé à la réalisation de l'étude, ont lu et approuvé la version finale.

## References:

1. Estruch R., Ros E., Salas-Salvadó J., Covas M. I., Corella D., Arós F., Martínez-González, M. A. (2013). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *New England Journal of Medicine*, 368(14), 1279-1290.
2. Georgoulis M., Kontogianni M. D., Yiannakouris N. (2014). Mediterranean diet and diabetes: prevention and treatment. *Nutrients*, 6(4), 1406-1423.
3. Grosso G., Mistretta A., Frigiola A., Gruttadauria S., Biondi A., Basile F., Galvano F. (2014). Mediterranean diet and cardiovascular risk factors: a systematic review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(5), 593-610.
4. Ralapanawa U., Sivakanesan R. (2020). Epidemiology and the Magnitude of Coronary Artery Disease and Acute Coronary Syndrome: A Narrative Review.
5. Mendis S., Puska P., Norrving B., World Health Organization. (2011). Global atlas on cardiovascular disease prevention and control. World Health Organization.
6. Romagnolo D. F., Selmin, O. I. (2017). Mediterranean diet and prevention of chronic diseases. *Nutrition today*, 52(5), 208.
7. Billingsley H. E., Carbone S. (2018). The antioxidant potential of the Mediterranean diet in patients at high cardiovascular risk: an in-depth review of the PREDIMED. *Nutrition & diabetes*, 8(1), 1-8.
8. Benyaich Abdelhay, Analla, Mohamed, Benyaich Kaouthar. (2020). Le régime méditerranéen et la prévalence des facteurs de risque cardiovasculaire à Nador (Maroc). *Médecine des Maladies Métaboliques*, 14(1), 85-92.
9. El Rhazi K., Nejari C., Romaguera D., Feart C., Obtel M., Zidouh A., Gateau, P. B. (2012). Adherence to a Mediterranean diet in Morocco and its correlates: cross-sectional analysis of a sample of the adult Moroccan population. *BMC Public Health*, 12(1), 1-8.
10. Le développement socio-économique régional — Niveau et disparités, 2001–2017. « HCP Région de l'Oriental Oujda », HCP Région de l'Oriental Oujda. <https://www.hcp.ma/region-oriental>. (Consulté le janv. 07, 2022)
11. Wiernik E., Kab S., Goldberg M., Zins M. (2019). Interaction entre l'obésité abdominale et l'indice de masse corporelle dans le risque cardiometabolique: Résultats de la cohorte Constances. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 67, S140.
12. Houti L., Hamani-Medjaoui I., Ouhaibi-Djellouli H., Lardjam-Hetraf S. A., Mediene-Benchekor S. (2018). Obésité, activité physique et

- habitudes nutritionnelles dans la population urbaine de l'Ouest Algérien. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 32(4), 308.
13. Mengden T., Weisser B. (2021). Monitoring of Treatment for Arterial Hypertension: The Role of Office, Home, and 24 h Ambulatory Blood Pressure Measurement. *Deutsches Ärzteblatt International*, 118(27-28), 473.
  14. Trichopoulou A., Costacou T., Bamia C., Trichopoulos D. (2003). *New England Journal of Medicine*. *NEJM*, 348(26), 2599-2608.
  15. Sperling L. S., Mechanick J. I., Neeland I. J., Herrick C. J., Després J. P., Ndumele C. E., Grundy S. M. (2015). The CardioMetabolic Health Alliance: working toward a new care model for the metabolic syndrome. *Journal of the American College of Cardiology*, 66(9), 1050-1067.
  16. Alberti K. G., Eckel R. H., Grundy S. M., Zimmet P. Z., Cleeman J. I., Donato K. A., Smith Jr S. C. (2009). Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the international diabetes federation task force on epidemiology and prevention; national heart, lung, and blood institute; American heart association; world heart federation; international atherosclerosis society; and international association for the study of obesity. *Circulation*, 120(16), 1640-1645.
  17. Cleeman J. I., Grundy S. M., Becker D., Clark L. (2001). Expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel (ATP III). *Jama*, 285(19), 2486-2497.
  18. Yadav D., Mahajan S., Subramanian S. K., Bisen P. S., Chung C. H., Prasad G. B. K. S. (2013). Prevalence of metabolic syndrome in type 2 diabetes mellitus using NCEP-ATPIII, IDF and WHO definition and its agreement in Gwalior Chambal region of Central India. *Global journal of health science*, 5(6), 142.
  19. Balkau B., Charles M. A. (1999). Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*, 16(5), 442-443.
  20. Gallus S., Lugo A., Murisic B., Bosetti, C., Boffetta P., & La Vecchia C. (2015). Overweight and obesity in 16 European countries. *European journal of nutrition*, 54(5), 679-689. [21] Hamjane N., Benyahya, F., Mechita M. B., Nourouti N. G., Barakat A. (2019). The complications of overweight and obesity according to obesity indicators (body mass index and waist circumference values) in a population of Tangier (Northern Morocco): a cross-sectional study.

*Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 13(4), 2619-2624.

21. MARTÍNEZ-GONZÁLEZ M. Á., PÉEREZ-GUTIÉRREZ R., MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, J., GARCÍA-MARTÍN M., BUENO-CAVANILLASA. (1997). Dietary intake of some food items in smokers and non-smokers in a Mediterranean population. *The European Journal of Public Health*, 7(1), 40-44.
22. Panagiotakos D. B., Pitsavos C., Chrysohoou C., Vlismas K., Skoumas Y., Palliou K., Stefanadis C. (2008). Dietary habits mediate the relationship between socio-economic status and CVD factors among healthy adults: the ATTICA study. *Public health nutrition*, 11(12), 1342-1349.
23. Mohtadi K., Msaad R., Benalioua N., Jafri A., Meftah H., Elkardi Y., Saïle R. (2020). Sociodemographic and lifestyle factors associated with adherence to mediterranean diet in representative adult population in Casablanca City, Morocco: a cross-sectional study. *Journal of nutrition and metabolism*, 2020.
24. Tazi M. A., Abir-Khalil S., Chaouki N., Cherqaoui S., Lahmouz F., Sraïri J. E., Mahjour J. (2003). Prevalence of the main cardiovascular risk factors in Morocco: results of a National Survey, 2000. *Journal of hypertension*, 21(5), 897-903.
25. (2011). Enquête sur la prévalence des facteurs de risque de maladies cardiovasculaires à Tlemcen (Algérie). *Médecine des maladies Métaboliques*, 5(4), 42-48.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Effects Of Environmental Factors And Atmospheric Pollution in the Incidence of Hospital Admissions of Patients With Stroke In São Paulo City By Stroke In São Paulo City

*André Akira Ramos Takahashi,*

*André Costa Corral Ponce,*

*Italla Maria Bezerra ,*

*João Antonio Correa,*

*Luis Eduardo Werneck de Carvalho,*

*Rodrigo Daminello Raimundo,*

*Laércio da Silva Paiva,*

*Fernando Luiz Affonso Fonseca,*

Laboratory of Epidemiology and Data Analysis. Collective Health  
Department, Centro Universitário FMABC – Santo André (SP), Brazil

*Luiz Carlos de Abreu,*

School of Medicine, University of Limerick (UL) - Limerick, Ireland

*Luiz Vinicius de Alcantara Sousa,*

*Fernando Adami,*

Laboratory of Epidemiology and Data Analysis. Collective Health  
Department, Centro Universitário FMABC – Santo André (SP), Brazil

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p157](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p157)

Submitted: 27 November 2021

Accepted: 04 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Takahashi A.A.R., Ponce A.C.C., Bezerra I.M., Antonio Correa J., Werneck de Carvalho L.E., Raimundo R.D., Laércio da Silva Paiva, Affonso Fonseca F.L., Luiz Carlos de Abreu, Luiz Vinicius de Alcantara Sousa Fernando Adami (2022). *Effects Of Environmental Factors And Atmospheric Pollution In The Incidence Of Hospital Admissions Of Patients With Stroke In São Paulo City By Stroke In São Paulo City* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 157.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p157>

### Abstract

**Introduction:** Stroke is one of the major causes of morbidity and mortality worldwide, difficult to treat and recover. The risk of developing stroke may be associated with environmental factors. **Objective:** To analyze the association between ambient temperature, air humidity and atmospheric pollution with the incidence of hospital admissions for stroke in the city of São Paulo in 2016. **Methods:** This is an ecological study, carried out by secondary

data collection in the city of São Paulo in 2016. The definition of Stroke was according to the tenth revision of the International Classification of Diseases in codes: I60, I61, I63 and I64. Results: There was a positive correlation between the incidence of hospital admissions for stroke and in SO<sub>2</sub> in air ( $\rho$ : 0.80,  $p=0002$ ) in women. In men there was a positive correlation between the number of hospital admission and SO<sub>2</sub> concentration ( $\rho$ : 0.570,  $p=0.005$ ). Conclusion: We observed a positive correlation between the incidence of stroke and the concentration of the atmospheric pollutant SO<sub>2</sub>, an important fact for the intervention in the dispersion of pollutants.

---

**Keywords:** Stroke; Hospital Admission Service; Atmospheric Pollution.

## Introduction

Stroke is one of the major causes of worldwide deaths, difficult to treat and recover from patients (Huang et al., 2017). In more severe cases, this illness can lead to physical and mental disabilities, which damages the lifestyle of many individuals (Thayabaranathan et al., 2017).

Besides, stroke damage may continue even during treatment, because of the encephalic white matter degeneration (Sampaio-Baptista et al., 2018). This creates an obstacle for rehabilitation, which can be an important factor for people in financial difficulties, on account of its high costs or even labor problems (Ganesh et al., 2017).

In this context, the study of some environmental factors, which leads to an increase of stroke incidence, is important because the treatment and prevention of this morbidity are more effective in a risk control scenario (Stambler et al., 2016). Moreover, the treatment methods of stroke are precarious in many Brazilian areas, fluctuating a lot even in the same town (Rolim et al., 2011).

Environmental factors have a great impact on population health, being that air pollution was associated with at least 5.708.000 deaths all over the world in 2015 (Forouzanfar et al., 2015). These characteristics surround all the individuals and affect the type of work produced by each person daily, so the quality of life is closely related to the ambient air pollution (Cohen et al., 2017).

The atmospheric pollution, temperature and air humidity, already have been associated with risk of stroke (Bai et al., 2018; Qian et al., 2013; Requia et al., 2018). This became more evident in developing countries, due to the expressive changes in the environmental components, because in these regions, the environmental components, most like the air pollution, changes constantly. This can corroborate the increase in cases of stroke in those regions (Chen et al., 2013). Therefore, despite the fact that stroke incidence has been falling in Southeastern part of Brazil in the

period from 2008 to 2012 (Adami et al., 2016), the numbers of death by this disease is increasing due to population rises and epidemiology transition in the country (Vincens et al., 2015).

Thus, the increasing accumulation of atmospheric pollutants and changes in temperature conditions significantly influence the number of deaths, which negatively impacts public health in Brazil. However, the influence of environmental factors (pollution, temperature, and humidity) on hospital admission rates due to stroke within the Brazilian population is still insufficiently studied, which may hamper the prevention and treatment of this morbidity in the national territory.

The city of São Paulo is considered a global metropolis, with the largest population concentration in Brazil and with a vast industrial park according to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Therefore, the air pollution and climate changes influence the residing population in São Paulo, due to the accumulation of pollutants in this place by vehicular traffic and industrial gasses emitted in the region (Pestana et al., 2017).

Stroke, as already seen, has high rates of mortality and high incidence worldwide (Mozaffarian et al., 2016) as it is observed in Brazil. Other studies have already considered the relationship of this disease with pollution and temperature (Amancio et al., 2012). However, in 2016, the city of São Paulo experienced high pollutant rates in addition to very high or very cold temperatures for national standards. This has raised doubts about how these environmental variables can affect the incidence of hospital admissions for stroke in a large global metropolis.

Thus, the main objective of this article is to analyze the association between ambient temperature, air humidity and atmospheric pollution with the incidence of hospital admissions for Stroke in the city of São Paulo, Brazil, in 2016.

## **Methods**

### **Study design**

This is an observational, ecological study that uses secondary data referring to hospital admissions for Stroke and environmental conditions of São Paulo city, Brazil, in 2016.

### **Study location and period**

This study was carried out at the Epidemiology and Data Analysis Laboratory of the Department of Public Health at the Faculty of Medicine, ABC (FMABC) in 2016.

### **Study population and eligibility criteria**

The study was conducted with individuals living in the capital of São Paulo, the city with the largest population accumulation in the country, with 11,376,685 people, of which 5,386,957 are men and 5,989,728 are women, according to the Census of Brazilian Institute of Geography and Statistics (*DEMOGRÁFICO ICIBGE, 2010*).

### **Data collection**

The definition of stroke is in accordance with the tenth revision of the International Classification of Diseases (ICD10) codes: I60, I61, I63, and I64, which correspond to intracranial hemorrhage, cerebral infarction, stroke not specified as hemorrhagic or ischemic in the list morbidity of ICD-10. The number of hospital admissions in the city of São Paulo was obtained by the Hospital Information System of the Unified Health System (SIH / SUS), which are available in DATASUS.

Hospital admissions for stroke are included in the database of the Brazilian Ministry of Health, available on the website of the Department of Information Technology of SUS (DATASUS), which is the official database of public health data in Brazil and is available for free access to the user at <http://datasus.saude.gov.br/>.

We stratified the data on hospitalization for stroke by age and sex of the individuals, aged between 15 and 80 years or more, stratified every 5 years. The incidence of hospital admissions of the SUS was obtained by dividing the number of monthly hospital admissions for stroke in the total resident population of the city of São Paulo in the year 2016.

The Environmental Company of São Paulo State (CETESB) is the agency of the state of São Paulo responsible for the control and monitoring of environmental conditions in the region. Created on July 24, 1968, by Decree No. 50,079. Data of this company will be used to analyze the temperature of the environment, the humidity of the air and the concentration of particulate material and pollutant gases in the place and period studied. This data is available in the site <http://www.cetesb.sp.gov.br/>.

The temperature, humidity, and concentration of pollutants were expressed by the monthly average of each variable during the year 2016, and the data on SO<sub>2</sub>, particulate matter (MP10), and minor particulate matter (MP 2.5) were expressed in µg/ m<sup>3</sup>, and the CO concentration was expressed in ppm.

CETESB has several stations for data collection in São Paulo. The stations D. Pedro II, Pinheiros, Interlagos, Marg. Tietê-Pte and Pico do Jaraguá. They have collected air humidity data referring to Parque D. Pedro II, Pinheiros, Ibirapuera, Interlagos, Marg. Tietê-Pte and Pico do Jaraguá. Data for sulfur dioxide were collected from D. Pedro II Park, Congonhas, Cerqueira

César, Interlagos and Marg. Tietê-Pte. The concentration of carbon monoxide was obtained from Santo Amaro, Parque D. Pedro II, Congonhas, Ibirapuera, Mooca, Cerqueira César, Grajaú-Parelheiros, Pinheiros and Marg. Tietê-Pte. For MP10 data were obtained from Santana, Santo Amaro, D. Pedro II Park, Congonhas, Mooca, Cerqueira César, N. Senhora do Ó, Grajaú-Parelheiros, Interlagos, Itaim Paulista and Marg. Tietê-Pte. Finally, MP2.5 was collected at the stations: Parque D. Pedro II, Congonhas, Ibirapuera, Cid. University-USP, Grajaú-Parelheiros, Itaim Paulista, Marg. Tietê-Pte and Pico do Jaraguá.

We analyzed each marker (ambient temperature, air humidity, MP10, MP2.5, SO<sub>2</sub>, and CO) unitarily in all seasons, in order to study the association between stroke and the presence of all markers.

Before the beginning of the collection, training was carried out to level the research in the databases. The collection team has three (3) researchers, two independent researchers and a third researcher to identify possible discrepancies in the collected values.

### **Data Analysis**

For the descriptive analysis of the quantitative variables, as they had a normal distribution (Shapiro-Wilk test,  $p > 0.05$ ), mean, standard deviation, minimum and maximum were used.

To analyze the association between exposure to pollutants and the incidence of hospital admissions for stroke, the Pearson and Spearman correlation test will be used. The confidence level adopted will be 95% and the statistical program used will be the Data Analysis and Statistical Software for Professionals (Stata) version 13.0®.

### **Ethical and legal aspects of the research**

As we based this study on secondary data, since it is not able to identify the individual and the data is free and unrestricted on the Internet, there is no need for this project to be sent to the Research Ethics Committee for its appreciation, as expressed in the resolution 466/2012.

### **Results**

The study observed an average in the year 2016 for CO of 0.58 ppm (SD=0.12), not exceeding 0.81 ppm. For MP10, there was an annual average of 28, 26 µg / m<sup>3</sup> (SD=7.13), ranging from 20, 45 µg/m<sup>3</sup> to 42.81 µg/m<sup>3</sup>. MP2.5 had a mean of 2016 of 13.40 µg/ m<sup>3</sup> (SD=5.01). SO<sub>2</sub> had an annual average of 1,90 µg/m<sup>3</sup> (SD=0,90), with a minimum of 1,20 µg/ m<sup>3</sup> and a maximum of 4,20 µg/ m<sup>3</sup>. The mean of the year 2016 for the ambient temperature was 16, 18°C (SD = 3.95). Relative humidity had a mean of 55.62% (SD=7.83). The minimum humidity was 40% and the maximum humidity was 65.17%. The incidence of hospital admissions in

females averaged 6.38 (SD=1.22), ranging from 3.03 to 7.69 admissions. Among men, this mean was 7.61 (SD=1.47), with a minimum of 3.48 and a maximum of 8.92 hospitalizations (Table 1).

A positive correlation between the pollutants and the incidence of hospital admissions for total stroke in women, CO (rho: 0.22, p=0.480), MP10 (rho: 0.52, p=0.080), SO<sub>2</sub> (rho: 0.80, p=0.002), and MP 2.5 (rho: 0.51, p=0.090). For the male, the study also observed a positive correlation between these variables, CO (rho=0.09, p=0.780), MP10 (rho: 0.27, p=0.390), SO<sub>2</sub> (rho: 0.570, p=0.005) and MP 2.5 (rho: 0.24, p=0.440). Where “p” means the level of significance of the study and “rho” means the strength of association using the analytical model of the study

This study observed that the higher incidence values of stroke were stated in the colder and drier months of the year between May and August notably referring to the female stroke incidence of 769 in August and the male incidence of 8.92 in July . This fact matches with high concentrations of the pollutants, mostly SO<sub>2</sub> that had the most relevant value of 4.2 µg/ m<sup>3</sup> in July (Figure 1).

There was a negative correlation between temperature and the incidence of total stroke in women and men. In the case of relative air humidity, there was a positive correlation with the incidence of total stroke for men, however, this correlation is negative for women. It is also observed that only correlations involving SO<sub>2</sub> were statistically significant (Table 2).

## Discussion

We carried out the current study in the city of São Paulo, a large, heavily industrialized state region. In this study, the main findings were the higher rate of hospital admissions for stroke in males compared to females, in addition to the positive correlation found between the concentration of SO<sub>2</sub> and the incidence of stroke.

One study analyzed mortality from stroke in the large Brazilian metropolises, including São Paulo, and found that mortality in men due to this morbidity is higher when compared to women (Pinheiro, 2014; Soares, 2010). This may be related to the higher incidence of male hospital admissions found in the present study, as the samples in both cases are similar.

In addition, a review proposed by Piassaroli et al. has already described the higher rate of hospital admissions in men compared to women, who used a total of 92 articles on the subject related to stroke, and most of these articles proves a similar scenario, with a higher incidence in men (Piassaroli et al., 2012). Furthermore, in an ecological study similar to this, Alcantara et al., found out that the incidence of stroke in men is 19% higher than in women (Alcantara et al., 2017). Thus, the present study

follows the same proportion, with the incidence in men being 7.61 and in women being 6.38, which shows that our results corroborate a tendency regarding sex.

The positive correlation between the SO<sub>2</sub> concentration and the incidence of hospital admissions for stroke in both sexes may be justified by the absorption of this gas in the membranes of the respiratory tract, which may contribute to the activation of neuronal signals that stimulate bronchial constriction and cardiovascular, as already explained by Tunnicliffe, in a study on the effects of SO<sub>2</sub> in adults, where he found that this gas participates in neural mechanisms (Tunnicliffe et al, 2001).

In this scenario, it is possible to note that the increase of SO<sub>2</sub>, generates an increase in hospital admissions for stroke in São Paulo, which are more present in the colder months of the year, periods in which the SO<sub>2</sub> rates reach the highest averages. This increase in SO<sub>2</sub> in these months can be understood as a consequence of the thermal inversion, which occurs in the coldest time of the year, reducing the dispersion of pollutants (Amancio et al, 2012).

The study positively correlated other pollutants with the incidence of stroke. However, no other pollutant in question had a statistically significant result ( $p > 0.05$ ). Huang et al. stated in their study that it is not possible to accurately correlate stroke with particulate matter, which supports our result, since this correlation can vary even in the same year in different seasons (Huang et al, 2017). In the case of carbon monoxide, the statistically insignificant result may be influenced by a protective role that this gas promotes in low concentrations against ischemic stroke, as already explained by Wang et al. in his study on the effects of CO as a neuro protector (Wang et al., 2011).

This poor association can be considered, on the other hand, a negative point of this study. This can be explained by analyzing each pollutant separately and in the short term, which can camouflage possible reactions between the organism and all pollutants together. In a review, for example, by Ljungman et al., it was possible to point out that in developed countries studies have already observed such correlation (Ljungman et al., 2014). In addition, Lipsett et al. stated that long-term exposure to particulate matter and fine particulate

material significantly increases the risk of stroke (Lipsett et al., 2011).

## **Conclusion**

Stroke is, indeed, a morbidity that affects many individuals in the city of São Paulo. Stroke is, indeed, a morbidity that affects many individuals in the city of São Paulo. What impacts the most is the conjunction of the

difficulty of treatment, the extended periods of rehabilitation, and the life-lasting dependence of these patients, which significantly reduces the quality of life of this population.

The present study observed that there is a positive correlation between total hospital admissions for stroke and the concentration of atmospheric pollutant Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>). This fact must be considered in the preparation of public measures for the intervention in the dispersion of pollutants, so concentrated in the city of São Paulo.

Despite the limitations of a transversal study, it is important to create hypotheses, which can be further investigated and confirmed by other studies. This is one of the first studies to create hypotheses of this important theme, in the biggest metropolis of Brazil.

### **Limitations**

The faint association of other pollutants, but SO<sub>2</sub>, can be considered a negative point of this study. This can be explained by analyzing each pollutant separately and in a short period, which can camouflage possible reactions between the organism and all pollutants together. In a review by Ljungman et al., it was possible to point out that such correlation has already been studied in developed countries (Ljungman et al., 2014). In addition, Lipsett et al stated that long-term exposure to particulate matter and fine particulate material significantly increases the risk of stroke.

The decreased use of tobacco in the population may have interfered in the results of this study, since this study is aggregated and does not observe each individual separately, meanwhile other studies have observed the positive correlation between stroke and use of tobacco.

### **Abbreviations**

1. ICD10: International Classification of Diseases
2. SIH / SUS: Hospital Information System of the Unified Health System
3. SD: Standard Deviation
4. CO: Carbon Monoxide
5. SO<sub>2</sub>: Sulfur Dioxide
6. MP10: Particulate matter
7. MP2.5: Minor Particulate matter

### **Funding:**

This study was funded by São Paulo Research Foundation (FAPESP), a nonprofit organization that serves to encourage and develop multiple researches in the State of São Paulo, Brazil.

Number of the FAPESP process: grant# 2017/23866-4 São Paulo Research Foundation (FAPESP)

**Acknowledgments:**

This work is supported by FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), grant # 2017/23866-4 São Paulo Research Foundation (FAPESP).

**Conflicts of interest:**

There was not any conflicts of interest

**Table 1:** Characterization of the sample.

Variables	Average (SD)	Minimum - maximum
Carbon monoxide (CO)	0,58 (0,12)	0,44 - 0,81
Particulate Material (MP10)	28,26 (7,13)	20,45 - 42,81
Fine Particulate Material (MP2.5)	13,40 (5,01)	9,25 - 25,00
Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> )	1,90 (0,90)	1,20 - 4,20
Temperature	16,18 (3,95)	9,42 - 22,88
Humidity	55,62 (7,83)	40,00 - 65,17
Incidence of total female hospital admissions	6,38 (1,22)	3,03 - 7,69
Incidence of total male hospital admissions	7,61 (1,47)	3,48 - 8,92

SD: Standard Deviation.

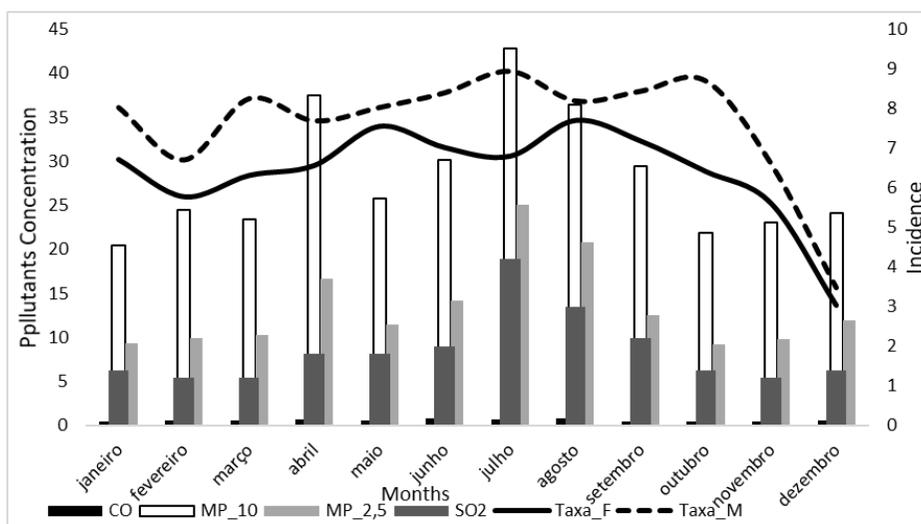
Source: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (<http://cetesb.sp.gov.br>). Sistema de Informação Hospitalar (SIH / SUS). Dados disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Nacional de Saúde (DATASUS-[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)). Ministério da Saúde, Brasil.

**Table 2:** Correlation between pollutant gases, particulate matter, air temperature and humidity with total hospital admissions.

Variables	Total female hospital admissions		Total male hospital admissions	
	rho	p*	rho	p*
Carbon monoxide (CO)	0,220	0,480	0,090	0,780
Particulate Material (MP10)	0,520	0,080	0,270	0,390
Fine Particulate Material (MP2,5)	0,510	0,090	0,240	0,440
Sulfur Dioxide (SO2)	0,800	<b>0,002</b>	0,570	<b>0,005</b>
Temperature	-0,450	0,140	-0,190	0,560
Humidity	-0,160	0,620	0,060	0,860

\* Spearman's correlation test .

Source: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (<http://cetesb.sp.gov.br>). Sistema de Informação Hospitalar (SIH / SUS). Dados disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Nacional de Saúde (DATASUS-[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)). Ministério da Saúde, Brasil.



**Figure 1:** Graphic illustration of the atmospheric pollution variation by month and its correlation with the incidence of Stroke between a year.

## References:

1. Adami, F., Figueiredo, F. W. D. S., Paiva, L. D. S., Sá, T. H. D., Santos, E. F. D. S., Martins, B. L., ... & Abreu, L. C. D. (2016). Mortality and incidence of hospital admissions for stroke among Brazilians aged 15 to 49 years between 2008 and 2012. *PloS one*, *11*(6), e0152739.
2. Amancio, C. T., & Nascimento, L. F. C. (2012). Association of sulfur dioxide exposure with circulatory system deaths in a medium-sized city in Brazil. *Brazilian journal of medical and biological research*, *45*, 1080-1085.
3. Bai, L., Li, Q., Wang, J., Lavigne, E., Gasparrini, A., Copes, R., ... & Chen, H. (2018). Increased coronary heart disease and stroke hospitalisations from ambient temperatures in Ontario. *Heart*, *104*(8), 673-679.
4. Chen, R., Wang, C., Meng, X., Chen, H., Thach, T. Q., Wong, C. M., & Kan, H. (2013). Both low and high temperature may increase the risk of stroke mortality. *Neurology*, *81*(12), 1064-1070.
5. Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., ... & Forouzanfar, M. H. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, *389*(10082), 1907-1918.
6. de Alcantara Sousa, L. V., da Silva Paiva, L., dos Santos Figueiredo, F. W., do Carmo Almeida, T. C., Oliveira, F. R., & Adami, F. (2017). Trends in stroke-related mortality in the ABC region, São Paulo, Brazil: an ecological study between 1997 and 2012. *The open cardiovascular medicine journal*, *11*, 111.
7. DEMOGRÁFICO ICIBGE. Acesso em, v. 4, n. 01, p. 2011, 2010
8. Ganesh, A., King-Shier, K., Manns, B. J., Hill, M. D., & Campbell, D. J. (2017). Money is brain: financial barriers and consequences for Canadian stroke patients. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, *44*(2), 146-151.
9. Huang, F., Luo, Y., Tan, P., Xu, Q., Tao, L., Guo, J., ... & Guo, X. (2017). Gaseous air pollution and the risk for stroke admissions: a case-crossover study in Beijing, China. *International journal of environmental research and public health*, *14*(2), 189.
10. Lipsett, M. J., Ostro, B. D., Reynolds, P., Goldberg, D., Hertz, A., Jerrett, M., ... & Bernstein, L. (2011). Long-term exposure to air pollution and cardiorespiratory disease in the California teachers

- study cohort. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 184(7), 828-835.
11. Ljungman, P. L., & Mittleman, M. A. (2014). Ambient air pollution and stroke. *Stroke*, 45(12), 3734-3741.
  12. Lo, W. C., Ku, C. C., Chiou, S. T., Chan, C. C., Chen, C. L., Lai, M. S., & Lin, H. H. (2017). Adult mortality of diseases and injuries attributable to selected metabolic, lifestyle, environmental, and infectious risk factors in Taiwan: a comparative risk assessment. *Population health metrics*, 15(1), 1-12.
  13. Mozaffarian, D., Benjamin, E. J., Go, A. S., Arnett, D. K., Blaha, M. J., Cushman, M., ... & Turner, M. B. (2016). Heart disease and stroke statistics—2016 update: a report from the American Heart Association. *circulation*, 133(4), e38-e360.
  14. Pestana, P. R. D. S., Braga, A. L. F., Ramos, E. M. C., Oliveira, A. F. D., Osadnik, C. R., Ferreira, A. D., & Ramos, D. (2017). Effects of air pollution caused by sugarcane burning in Western São Paulo on the cardiovascular system. *Revista de saude publica*, 51, 13.
  15. Piassaroli, C. D. P., Almeida, G. C., Luvizotto, J. C., & Suzan, A. B. (2012). Physical therapy rehabilitation models in adult patients with ischemic stroke sequel. *Rev Neurocienc*, 20(1), 128-37.
  16. Pinheiro, S. D. L. L. D. A., Saldiva, P. H. N., Schwartz, J., & Zanobetti, A. (2014). Isolated and synergistic effects of PM10 and average temperature on cardiovascular and respiratory mortality. *Revista de saude publica*, 48(6), 881-888.
  17. Qian, Y., Zhu, M., Cai, B., Yang, Q., Kan, H., Song, G., ... & Wang, C. (2013). Epidemiological evidence on association between ambient air pollution and stroke mortality. *J Epidemiol Community Health*, 67(8), 635-640.
  18. Requia, W. J., Adams, M. D., Arain, A., Papatheodorou, S., Koutrakis, P., & Mahmoud, M. (2018). Global association of air pollution and cardiorespiratory diseases: a systematic review, meta-analysis, and investigation of modifier variables. *American journal of public health*, 108(S2), S123-S130.
  19. Sampaio-Baptista, C., Sanders, Z. B., & Johansen-Berg, H. (2018). Structural plasticity in adulthood with motor learning and stroke rehabilitation. *Annual review of neuroscience*, 41, 25-40.
  20. Soares, G. P., Brum, J. D., Oliveira, G. M., Klein, C. H., & Silva, N. A. (2010). All-cause and cardiovascular diseases mortality in three Brazilian states, 1980 to 2006. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 28(4), 258-266.

21. Stambler B, Scazzuso F. Targeting stroke risk and improving outcomes in patients with atrial fibrillation in latin america. *Sao Paulo medical journal = Revista paulista de medicina*. 2016;134:534-542
22. Stambler, B., & Scazzuso, F. (2016). Targeting stroke risk and improving outcomes in patients with atrial fibrillation in Latin America. *Sao Paulo Medical Journal*, 134, 534-542.
23. Thayabaranathan, T., Andrew, N. E., Immink, M. A., Hillier, S., Stevens, P., Stolwyk, R., ... & Cadilhac, D. A. (2017). Determining the potential benefits of yoga in chronic stroke care: a systematic review and meta-analysis. *Topics in stroke rehabilitation*, 24(4), 279-287.
24. Tunnicliffe, W. S., Hilton, M. F., Harrison, R. M., & Ayres, J. G. (2001). The effect of sulphur dioxide exposure on indices of heart rate variability in normal and asthmatic adults. *European Respiratory Journal*, 17(4), 604-608.
25. Vincens, N., & Stafström, M. (2015). Income inequality, economic growth and stroke mortality in Brazil: longitudinal and regional analysis 2002-2009. *PloS one*, 10(9), e0137332.
26. Wang, B., Cao, W., Biswal, S., & Doré, S. (2011). Carbon monoxide-activated Nrf2 pathway leads to protection against permanent focal cerebral ischemia. *Stroke*, 42(9), 2605-2610.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Les Facteurs Individuels Et Contextuels De Risque De L'anémie Chez Les Enfants De 6-59 Mois Au Burkina Faso

*Yelbi Karim, Msc*

Université Joseph Ki-Zerbo/Institut Supérieur Des Sciences De La Population (ISSP), Burkina Faso

*Chouapi Kouam Nadège, Msc*

Université Yaoundé II/ Institut De Formation Et De Recherche Démographiques (IFORD), Cameroun

*Moussa Bougma, Phd*

Université Joseph Ki-Zerbo/Institut Supérieur Des Sciences De La Population (ISSP), Burkina Faso

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p170](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p170)

Submitted: 03 May 2021

Accepted: 21 January 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bouhika E.J., Nkouna P.R.M., Nsompfi F., Pambou R.A.C.B., Mbutou C.B., Nsougani K.P.M., Mpandi S.B.B., Elenga M., Nguimbi E., & Mbemba F. (2022). *Apport nutritionnel des aliments consommés par les adolescents de l'école Congolaise de Basket Ball « Gametime » de Brazzaville* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 170.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p170>

### Résumé

Bien que l'anémie soit reconnue depuis de nombreuses années comme un problème de santé publique majeur au Burkina Faso, peu de progrès ont été réalisés dans sa lutte et son niveau élevé de prévalence à l'échelle nationale (88%) reste préoccupant. Cet article vise à contribuer à l'amélioration des connaissances sur les facteurs individuels et contextuels de risque de l'anémie chez les enfants en utilisant les données de la quatrième Enquête démographique et de santé, et à indicateurs multiples du Burkina Faso (EDSBF-MICS IV) réalisée en 2010. Les méthodes d'analyse utilisées sont descriptives et explicatives. Les résultats obtenus montrent l'effet significatif des variables individuelles (âge de l'enfant, état anémique de la mère, état nutritionnel de l'enfant ...) et contextuelles (zone agroécologique de résidence, proportion d'enfants imparludés dans la communauté, milieu de résidence) sur l'état d'anémie des enfants. Globalement, cette étude suggère la prise en compte des dimensions individuelles et communautaires dans

l'élaboration des politiques et programmes de lutte contre l'anémie et une sensibilisation conséquente des populations à de meilleures pratiques nutritionnelles.

---

**Mots clés :** anémie, enfant, analyse multiniveau, enquête démographique et de santé, Burkina Faso.

## **Individual And Contextual Risk Factors Of Anemia Among Children Aged 6-59 Months In Burkina Faso**

*Yelbi Karim, Msc*

Université Joseph Ki-Zerbo/Institut Supérieur Des Sciences De La Population (ISSP), Burkina Faso

*Chouapi Kouam Nadège, Msc*

Université Yaoundé II/ Institut De Formation Et De Recherche Démographiques (IFORD), Cameroun

*Moussa Bougma, Phd*

Université Joseph Ki-Zerbo/Institut Supérieur Des Sciences De La Population (ISSP), Burkina Faso

---

### **Abstract**

Although anemia has been recognized for many years as a major public health issue in Burkina Faso, little progress has been made in terms of its eradication, and its high prevalence level (88%) throughout the country remains a concern. This article aims to improve our knowledge of the individual and contextual risk factors for anemia in children using data from the last Demographic and Health Survey, and Multiple Indicators (DHS-MICS IV) carried out in 2010. Based on descriptive and explanatory methods, the results of the study show a significant effect of individual variables (age of the child, anemic state of the mother, nutritional state of the child, etc.) and contextual variables (agro-ecological zone of residence, proportion of malaria-infected children in the community, environment of residence) on the anemia status of children. Overall, this study suggests an inclusion of individuals and communities in the development of policies and programs to eradicate anemia as well as a substantial sensitization of populations for better nutritional practices.

---

**Keywords:** Anemia, Child, Multi-Level Analysis, Demographic And Health Survey, Burkina Faso.

## Introduction

L'anémie demeure un problème de santé publique<sup>1</sup> aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en développement (Yessoufou et al., 2015). L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) la définit comme un état pathologique dans lequel le nombre d'hématies (c'est-à-dire les cellules contenant l'hémoglobine et transportant l'oxygène dans le sang) est insuffisant pour répondre aux besoins physiologiques de l'organisme. Ces besoins varient en fonction de l'âge, du sexe, de l'altitude, des habitudes tabagiques et du statut de la grossesse (OMS, 2011). Bien que l'anémie puisse être causée par des parasitoses (intestinales et urinaires), des hémorragies, des affections congénitales, des maladies chroniques ou infectieuses (le paludisme, les helminthiases, la tuberculose, l'infection à VIH/SIDA), elle est due le plus souvent à une déficience alimentaire avec à la base un manque de fer (Yip, 1994 ; World Health Organization [WHO], 2008).

Une personne est considérée comme étant anémique lorsque sa concentration en hémoglobine circulante est abaissée au-dessous du niveau jugé normal pour une personne saine (Alemayehu et al., 2003). Les limites de concentrations en hémoglobine permettant de définir l'anémie ont été établies par l'OMS et certains experts des centres de référence comme le Centers for disease control and prevention (CDC) et l'International nutritional anemia consultative group (INACG). Elles sont de 11 grammes par décilitre (g/dl) pour les enfants de 6 à 59 mois et pour les femmes enceintes, 12 g/dl pour les femmes non enceintes âgées de 15 ans ou plus et 13 g/dl pour les hommes âgés de 15 ans ou plus (WHO, 2008). Outre le sexe, l'âge et le statut gravidique, d'autres facteurs tels que l'altitude, la race et les habitudes tabagiques influencent les valeurs de la concentration de l'hémoglobine (WHO and al., 2001). Toutefois, bien qu'ils soient très souvent utilisés, notamment dans les pays en développement, ces seuils ne font pas l'objet d'un consensus universel et des valeurs différentes peuvent être utilisées (Diouf et al., 2015).

Les groupes de population les plus vulnérables à cette affection sont les enfants d'âge préscolaire (moins de cinq ans), les femmes en âge de procréer, notamment celles enceintes et allaitantes, et les personnes âgées (Badham et al., 2007 ; WHO, 2008). L'OMS estime à 293,1 millions le nombre d'enfants de moins de cinq ans souffrant d'anémie dans le monde, soit une prévalence de 47,4%. En Afrique, cette prévalence est de 67,6%, soit 83,5 millions d'enfants de moins de cinq ans atteints (WHO, 2008). En ce qui concerne le Burkina Faso, les résultats de la quatrième Enquête démographique et de santé, et à indicateurs multiples (EDSBF-MICS IV) montrent que près de neuf

---

<sup>1</sup> Selon l'OMS (2011), une maladie est considérée comme un problème de santé publique léger lorsqu'elle touche entre 5,0 et 19,9% de la population, modéré si elle touche entre 20,0 et 39,9% et sévère si elle touche plus de 40% de la population.

enfants sur dix âgés de 6-59 mois (88%) souffraient d'anémie à la date de l'enquête (INSD et ICF International, 2012). En 2003, cette prévalence était de 92%, soit plus de neuf enfants sur dix âgés de 6-59 mois (INSD et Macro International Inc., 2004). Par ailleurs en 2015, l'anémie représentait, pour les enfants de moins de cinq ans fréquentant les centres médicaux et hospitaliers du pays, le quatrième motif principal de consultations (avec une proportion de 3,2%), le deuxième motif principal d'hospitalisation (avec une proportion de 11,4%) et la cinquième cause importante de décès (avec une proportion de 5,3% et une létalité de 2,9%) (Ministère de la Santé, 2016).

Bien que l'anémie soit reconnue depuis de nombreuses années comme un problème de santé publique majeur au Burkina Faso, peu de progrès ont été réalisés dans la lutte contre cette affection et son niveau élevé de prévalence à l'échelle nationale (88%) reste préoccupant. Cette situation est lourde de conséquence car, en plus d'entraîner la détérioration du statut immunitaire et l'altération du développement cognitif et psychomoteur des enfants, affectant de ce fait leurs capacités d'apprentissage et leur insertion socioéconomique ultérieure (Adio, 2004 ; Diouf et al., 2015), la carence en fer et l'anémie que cette carence entraîne contribuent à l'augmentation de la mortalité infanto-juvénile (WHO and al., 2001 ; Brabin et al., 2001 ; Badham et al., 2007).

L'objectif général de cette recherche est de contribuer à une meilleure connaissance des facteurs individuels et contextuels de risque de l'anémie chez les enfants de 6-59 mois au Burkina Faso en vue d'améliorer les stratégies de lutte contre ce problème de santé publique. De façon spécifique, cette étude vise à décrire les caractéristiques individuelles et contextuelles associées à l'état d'anémie des enfants de 6-59 mois, à dresser le profil des enfants anémiés et à identifier et hiérarchiser les facteurs individuels et contextuels de risque de l'anémie chez les enfants de 6-59 mois au Burkina Faso.

## **1. Approches explicatives de l'anémie chez les enfants**

La revue de la littérature a permis d'identifier sept approches théoriques pouvant expliquer l'occurrence de l'anémie chez les enfants. Il s'agit de l'approche institutionnelle, de l'approche liée au contexte de résidence, de l'approche socioculturelle, de l'approche économique, de l'approche nutritionnelle, de l'approche démographique et de l'approche sanitaire ou biomédicale.

Selon la première approche, le cadre institutionnel joue un rôle primordial dans l'amélioration de la santé des populations, notamment à travers la disponibilité, la qualité des services de soins et l'accessibilité financière, géographique et culturelle des populations aux soins et aux services de santé. Cette approche peut se comprendre à travers l'examen du rôle que joue le système de santé dans l'amélioration du bien-être des populations (Lavy et al., 1996 ; Moïsi et al., 2010). Ainsi, à travers cette approche, on pourrait penser que dans les localités où l'offre de santé est adéquate, suffisante et accessible

aux populations, le niveau d'utilisation des services de santé infantile est plus élevé et par conséquent la prévalence de l'anémie y est plus faible.

Selon la seconde approche, le contexte de résidence détermine également le recours aux soins préventifs et curatifs. Par conséquent, il influence le risque d'anémie chez les enfants. Cette approche peut se comprendre à partir de l'examen du rôle que jouent le milieu de résidence et la région de résidence dans la disponibilité des services et l'accès aux soins ainsi que par rapport à la disponibilité des ressources alimentaires et même par rapport au risque infectieux, des aspects qui sont très variables selon le contexte de résidence. En effet, plusieurs études mettent en exergue une plus forte prévalence de la malnutrition, d'anémie et de morbidité en milieu rural (Sommerfelt, 1991, Osorio et al., 2004 ; Khan et al., 2016). De plus, la plupart des pays en développement sont confrontés à des inégalités régionales dans la répartition des ressources (d'éducation, de santé, etc.) ainsi que dans la disponibilité alimentaire. De ce fait, la région de résidence apparaît souvent comme une variable discriminante du risque d'anémie chez les enfants (Pongou et al., 2006).

L'approche socioculturelle, quant à elle, montre que l'appartenance culturelle joue un rôle central dans la détermination de la santé des enfants (Rakotondrabe, 2004), à travers les systèmes de valeurs et de normes (Akoto, 1993). En effet, la culture influence les pratiques d'alimentation et de santé des femmes vis-à-vis de leurs enfants. Les croyances étiologiques des maladies et les normes culturelles qui prévalent dans le milieu où vivent les femmes influent sur la qualité des soins accordés aux enfants. L'attachement de la population à sa culture d'origine conduit parfois certaines femmes à adopter des comportements conformes à ces normes bien que ceux-ci risquent de compromettre leur propre santé et celle de leurs enfants (Rakotondrabe, 2004). L'éducation des parents et la religion (Rakotondrabe, 2004 ; Ngnié-Téta, 2005) sont les principales variables socioculturelles retenues dans la littérature comme influant sur le risque d'anémie chez les enfants.

L'approche économique se base sur le postulat selon lequel la santé des enfants est largement dépendante de la situation économique des mères et de la capacité de celles-ci à répartir les ressources du ménage (Rakotondrabe, 2004). Un niveau de vie élevé du ménage serait donc un facteur important de promotion de la santé des enfants. Pour les tenants de cette approche, l'amélioration du niveau de vie des ménages contribue à l'amélioration de la santé des enfants. Pour Rakotondrabe (2004, p. 46) :

*« Les facteurs économiques influenceraient la santé des enfants à travers la salubrité de l'environnement, la disponibilité alimentaire dans le ménage et la possibilité financière de recourir aux services de soins préventifs ou curatifs. Ils détermineraient également les comportements sanitaires et nutritionnels des femmes, celles-ci étant considérées comme des actrices dites rationnelles vis-à-vis de la santé des enfants ».*

Les variables retenues dans cette approche comme jouant un rôle déterminant dans l'occurrence de l'anémie chez les enfants sont le niveau de vie du ménage et l'activité économique de la mère (Osorio et al., 2004 ; Tympa-Psirropoulou et al., 2005).

L'approche nutritionnelle tente d'apprécier l'apport positif de l'alimentation dans la santé des enfants. En effet, l'alimentation, comme tout autre facteur de santé, joue un rôle déterminant dans le maintien des systèmes de défense de l'organisme humain. Elle a une influence considérable sur le bien-être des enfants. Il ressort de la littérature empirique que les principales causes d'anémie dans le monde sont d'origine nutritionnelle (carences en fer, en vitamines A, B9, B12, etc.). Ainsi, l'alimentation (particulièrement pauvre en fer), l'état nutritionnel et la source d'approvisionnement en eau de boisson apparaissent comme les principaux facteurs de risque de l'anémie dans les pays en développement (Asobayire et al., 2001 ; Leite et al., 2013 ; Khan et al., 2016).

L'approche démographique met en exergue le rôle important des facteurs biodémographiques dans le risque d'anémie chez les enfants. De nombreuses études montrent que les caractéristiques biodémographiques tels que l'âge et le sexe de l'enfant, l'âge de la mère à l'accouchement, le rang de naissance de l'enfant, la taille du ménage influent sur le risque d'anémie chez les enfants (Ngnié-Téta et al., 2007 ; Agho et al., 2008 ; Kokoré et al., 2013).

Enfin, l'approche sanitaire ou biomédicale met en avant la contribution des facteurs sanitaires dans le risque d'anémie chez les enfants. Parmi ces facteurs, on retrouve dans la littérature les parasitoses intestinales, le VIH/SIDA, la malaria (Cornet et al., 1998, Mcroft et al., 1999, Muller et al., 2003).

La présente étude utilise une approche globale – c'est-à-dire une approche intégrant les sept approches explicatives susmentionnées – afin de mieux appréhender les facteurs individuels et contextuels de risque de l'anémie chez les enfants.

## **2. Hypothèses de recherche**

Au regard de la revue de la littérature et du contexte dans lequel vivent les enfants au Burkina Faso, l'hypothèse générale de cette étude stipule que l'anémie chez les enfants dépend directement des facteurs contextuels que sont le contexte de résidence, le contexte épidémiologique et le contexte institutionnel. Mais, cette influence passe également par les caractéristiques du ménage (la disponibilité alimentaire dans le ménage, les caractéristiques démo-économiques du ménage, l'environnement immédiat dans lequel vivent les enfants) ainsi que par les caractéristiques individuelles de la mère et de l'enfant, et les comportements sanitaires et nutritionnels de la mère.

De façon pratique, huit hypothèses spécifiques ont été formulées comme suit :

(H1) Les enfants vivant en milieu rural courent plus de risque d'être atteints d'anémie que ceux vivant en milieu urbain.

- (H2) Les enfants issus des communautés où la proportion d'enfants impaludés est élevée courent plus de risque d'être anémiés que les autres enfants.
- (H3) Les enfants issus des ménages pauvres présentent un risque plus élevé de souffrir d'anémie que ceux issus de ménages riches.
- (H4) Les enfants consommant de l'eau provenant d'une source non améliorée sont plus susceptibles d'être anémiés que les autres enfants.
- (H5) Les enfants de mères non instruites ou de niveau d'instruction primaire courent plus de risque d'être anémiés que ceux dont les mères ont un niveau d'instruction secondaire ou plus.
- (H6) Les enfants de mères anémiées sont plus susceptibles d'être anémiés que ceux de mères non anémiées.
- (H7) Les enfants âgés de 6 à 23 mois courent plus de risque d'être anémiés que ceux âgés de 24 à 59 mois.
- (H8) Les enfants ayant un mauvais état nutritionnel (souffrant de malnutrition chronique ou retard de croissance) courent plus de risque d'être anémiés que les autres.

### **3. Méthodologie**

#### **3.1. Source de données**

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont celles de la quatrième Enquête démographique et de santé, et à indicateurs multiples (EDSBF-MICS IV) réalisée au Burkina Faso de mai 2010 à début janvier 2011 par l'Institut national de la statistique et de la démographie (INSD) en collaboration avec ICF International. On retrouve dans les données de cette enquête les informations sur les mesures anthropométriques, les tests d'anémie et de paludisme. On y retrouve également les informations sur les caractéristiques individuelles des enquêtés, leur cadre de vie et sur les caractéristiques des ménages dans lesquels ils vivent. Ces informations permettent de mener à bien cette recherche. Cependant, le manque d'informations sur certains concepts tels que le contexte institutionnel et la disponibilité alimentaire dans les ménages ne permettent pas d'appréhender la contribution des facteurs institutionnels et d'ordre alimentaire à l'occurrence de l'anémie chez les enfants au Burkina Faso.

Au cours de cette quatrième EDSBF-MICS, l'anémie était mesurée par le niveau d'hémoglobine dans le sang. Le sang capillaire était prélevé et placé dans un hémoglobinomètre portatif (HemoCue). C'est un appareil à lecture directe fiable qui donne en moins d'une minute la mesure exacte du niveau (en gramme) d'hémoglobine par décilitre de sang (g/dl).

#### **3.2. Population cible de l'étude et taille de l'échantillon**

La population cible de l'étude est constituée des enfants âgés de 6 à 59 mois au moment de l'enquête et ayant effectué le test d'hémoglobine. Ainsi, l'échantillon est constitué de 6518 enfants de 6-59 mois, dont 3317 garçons et 3201 filles.

Le choix de la population cible se justifie en deux points essentiellement. Premièrement, il ressort de la littérature que le diagnostic de l'anémie chez l'enfant de moins de six mois est délicat en raison de la grande variabilité de la concentration de l'hémoglobine dans le sang ; c'est seulement à partir de six mois que cette concentration deviendrait stable (Tasseau et Rigourd, 2004 ; Lainey et al., 2009). De ce fait, il n'existe pas de consensus international pour définir l'anémie chez l'enfant avant six mois. Deuxièmement, on constate que la prévalence de l'anémie chez les enfants au Burkina Faso devient très élevée à partir de six mois, âge auquel devrait débiter normalement l'introduction d'aliments de complément qui modifie en quelque sorte l'alimentation de l'enfant.

### 3.3. Variables d'analyse

#### 3.3.1. Variable dépendante

Très peu d'enquêtes réalisées au niveau national permettent de disposer de données sur l'anémie. Les rares enquêtes qui donnent une mesure du phénomène sont les Enquêtes démographiques et de santé (EDS), particulièrement celles de 2003 et 2010. Les EDSBF de 1993 et de 1998-1999 n'ont pas collecté de données sur l'anémie. Dans le cadre de l'EDSBF-MICS IV de 2010, un enfant de 6-59 mois est déclaré anémique lorsque sa concentration en hémoglobine est inférieure à 11 g/dl. Cette anémie est dite *légère* lorsque sa concentration en hémoglobine est comprise entre 10,0 et 10,9 g/dl ; elle est dite *modérée* lorsque sa concentration en hémoglobine est comprise entre 7,0 et 9,9 g/dl ; elle est dite *sévère* lorsque sa concentration en hémoglobine est inférieure à 7,0 g/dl (INSD et ICF International, 2012).

Les enfants de 6-59 mois ayant effectué le test d'hémoglobine au cours de cette quatrième EDSBF-MICS ont été classés en cinq catégories selon leur état anémique : les enfants « *sévèrement anémiés* », les enfants « *modérément anémiés* », les enfants « *légèrement anémiés* », les enfants « *non anémiés* » et ceux dont « *l'état anémique n'est pas connu (NSP)* » (voir tableau 1 ci-après).

**Tableau 1 : Répartition des enfants de 6-59 mois selon leur état anémique**

État d'anémie	Sévère	Modéré	Légère	Pas d'anémie	NSP	Total
Effectifs	723	3715	1144	773	162	6518
Fréquences (%)	11,1	57,0	17,6	11,9	2,5	100

**Source : Exploitation des données de l'EDSBF-MICS IV, 2010**

Dans le cadre de cette recherche, la variable opérationnelle dépendante est l'état d'anémie de l'enfant de 6-59 mois ayant effectué le test d'hémoglobine au moment de l'enquête. Cette variable comprend deux modalités : « *anémié* » (tous types d'anémie confondus) et « *non anémié* » ; les cas d'enfants dont l'état anémique est inconnu ont été exclus de l'analyse. Ainsi, les enfants anémiés représentent 87,8% de la population d'étude contre 12,2% d'enfants non anémiés.

Deux raisons essentielles justifient le regroupement de la variable dépendante en deux modalités. Premièrement, l'objectif des autorités en charge de la santé au Burkina Faso est de lutter contre l'anémie sous toutes ses formes, car c'est lorsque l'anémie est prise dans sa globalité qu'elle constitue un problème de santé publique majeur. Deuxièmement, les stratégies mises en œuvre ne visent pas particulièrement à lutter contre les différentes formes d'anémie prises isolément. Ainsi, ce travail de recherche s'intéresse à la présence de l'anémie chez l'enfant et non à ses différentes formes. Sur le plan statistique, ce grand écart observé entre les deux sous populations d'enfants (anémiés et non anémiés) n'engendrera pas de biais dans les analyses, car la méthode d'analyse utilisée (la régression logistique multiniveau) tient compte de cet écart.

### **3.3.2. Variables indépendantes**

Pour vérifier toutes les hypothèses de recherche formulées, quinze variables indépendantes ont été retenues. Leur choix est motivé par leur importance dans la littérature empirique, mais surtout par leur disponibilité et leur qualité dans la base de données. Au niveau du contexte, le milieu de résidence, la zone agroécologique de résidence et la proportion d'enfants impaludés dans la communauté ont été retenus. Au niveau du ménage, le niveau de vie du ménage, la source d'approvisionnement en eau de boisson et le type de lieux d'aisance ont été retenus. Au niveau des individus, les caractéristiques des mères et de leurs enfants ont été retenues. Il s'agit du niveau d'instruction de la mère, de l'état anémique de la mère, de l'occupation principale de la mère, de l'âge de la mère à l'accouchement, de l'état vaccinal de l'enfant, de l'état nutritionnel de l'enfant, de l'infection palustre de l'enfant, du sexe et de l'âge de l'enfant.

Parmi ces quinze variables indépendantes retenues, trois ont été construites. Il s'agit de la proportion d'enfants impaludés dans la communauté, de l'âge de la mère à l'accouchement et de l'état vaccinal de l'enfant. Les autres ont été pour la plupart recodées.

### **3.4. Méthodes statistiques d'analyse des données**

Deux méthodes d'analyse des données sont utilisées dans le cadre de cette étude : la méthode d'analyse descriptive (bivariée et multivariée) et la méthode d'analyse explicative.

La première méthode d'analyse a permis, au moyen de la statistique de Khi-deux au seuil de 5% et de l'Analyse factorielle de correspondance multiples (AFCM), d'examiner l'association entre chacune des variables indépendantes et la variable principale d'étude (état d'anémie de l'enfant), et de dresser le profil des enfants anémiés. Des tests de proportions ont également été effectués pour voir si les différences observées entre les modalités des différentes variables explicatives étaient statistiquement significatives.

La seconde méthode d'analyse a permis, au moyen de la régression logistique multiniveau au seuil de 5%, d'estimer l'effet net de chacune des variables indépendantes sur l'état d'anémie de l'enfant en distinguant deux niveaux d'analyse. Au premier niveau, on retrouve les variables indépendantes relatives aux caractéristiques des enfants, des mères et des ménages, et au second niveau, les caractéristiques de la communauté<sup>2</sup>. Trois raisons principales justifient ce choix. Premièrement, les décisions en ce qui concerne l'alimentation et les soins de santé de l'enfant sont exclusivement prises soit par la mère (la plupart du temps) soit par un membre du ménage, généralement le chef de ménage. Deuxièmement, les données utilisées dans cette étude présentent une structure à base hiérarchique des unités d'observation. En effet, l'on peut observer que les enfants (niveau 1) sont nichés au sein des mères (niveau 2), elles-mêmes nichées au sein des ménages (niveau 3) qui sont à leur tour nichés dans les communautés (niveau 4). Troisièmement, les ménages sélectionnés pour le test d'hémoglobine avaient en moyenne moins de deux enfants de moins de cinq ans (0,94) et moins de deux femmes de 15-49 ans (1,17). Ainsi, il est fort probable que les enfants vivant dans ces ménages connaissent les mêmes comportements nutritionnels et sanitaires de la part des mères, ce qui réduit considérablement la variabilité du phénomène au sein des ménages.

Par ailleurs, les approches classiques souvent utilisées pour analyser les facteurs de risque des problèmes de santé à partir des données hiérarchiques (comme celles des EDS) sont généralement de deux types : les approches individuelles qui s'intéressent aux caractéristiques des individus constituant la population d'étude et les approches dites "écologiques" qui s'intéressent aux caractéristiques du milieu de vie sans particulièrement s'intéresser aux caractéristiques des individus qui y résident (Ngnié-Téta, 2005). Cependant, bien que les approches individuelles permettent d'identifier le profil des personnes à risque (d'anémie par exemple) à partir de leurs caractéristiques individuelles (âge, sexe, niveau de vie, état nutritionnel, etc.), elles ne renseignent pas sur l'influence que peut avoir le milieu de vie sur l'occurrence des problèmes de santé. De même, les approches écologiques permettent de documenter les inégalités en santé, mais elles ne peuvent permettre de déterminer si les différences observées entre les régions sont dues aux caractéristiques intrinsèques de ces régions ou aux caractéristiques des individus qui peuplent ces régions (Ngnié-Téta, 2005).

Dans le premier cas (approche individuelle), on commet une erreur dite "atomiste" et dans le second cas (approche écologique), on commet une erreur dite "écologique" dont l'ampleur est d'autant plus grande que la variabilité

---

<sup>2</sup> La communauté se rapporte à l'environnement géographique dans lequel vivent les enfants, leurs parents ainsi que leurs ménages et qui est susceptible de favoriser l'occurrence de l'anémie chez l'enfant. De ce fait, le niveau communautaire peut désigner le niveau national, régional, départemental, etc. Dans le cas présent, le niveau communautaire renvoie à la zone de dénombrement (ZD).

entre individus d'un même groupe est plus importante que la variabilité intergroupe (Subramania et al., 2001). Ces deux types de biais sont évitables si l'on travaille simultanément à différents niveaux d'agrégations (Bringe et Golaz, 2017). Les modèles multiniveaux permettent donc d'articuler dans un même modèle d'analyse différents niveaux d'observation en distinguant « correctement l'effet des caractéristiques individuelles de l'effet des caractéristiques des divers niveaux d'agrégation considérés, ainsi que d'un effet aléatoire propre à chaque niveau » (Nganawara, 2016, p. 23).

## **4. Résultats et discussion**

### **4.1. Résultats descriptifs**

Il ressort au niveau descriptif bivarié que les caractéristiques individuelles qui sont significativement associées, pour la plupart au seuil de 1%, à l'état anémique des enfants de 6-59 mois au Burkina Faso sont le niveau de vie du ménage, la source d'approvisionnement en eau de boisson, le type de lieux d'aisance, le niveau d'instruction de la mère, l'occupation de la mère, l'état anémique de la mère, l'âge de l'enfant, l'infection palustre de l'enfant et l'état nutritionnel de l'enfant ; les caractéristiques communautaires étant le milieu de résidence, la zone agroécologique de résidence et la proportion d'enfants impaludés dans la communauté (voir tableau 3 en annexe).

Au niveau descriptif multivarié, les résultats de l'AFCM montrent que les enfants de 6-59 mois qui souffrent d'anémie sont ceux qui résident dans la zone agroécologique du Sahel et en milieu rural. Ces enfants vivent dans les communautés où la proportion d'enfants impaludés est élevée. Ils appartiennent à des ménages pauvres ou à des ménages de niveau de vie moyen qui consomment de l'eau provenant de sources non améliorées et qui utilisent des toilettes non améliorées pour leurs besoins naturels. Les enfants appartenant à ce groupe sont incomplètement vaccinés et souffrent de malnutrition chronique ou retard de croissance. Leurs mères sont inactives ou agricultrices (voir graphique 1 en annexe).

### **4.2. Résultats explicatifs et discussion**

La régression logistique multiniveau (voir tableau 4 en annexe) a mis en évidence l'influence significative des facteurs tant individuels que contextuels sur l'état d'anémie des enfants de 6-59 mois au Burkina Faso. Au niveau individuel, on a l'âge de l'enfant, l'état nutritionnel de l'enfant, l'occupation de la mère, l'âge de la mère à l'accouchement et l'état anémique de la mère. Au niveau communautaire, on a le milieu de résidence, la zone agroécologique de résidence et la proportion d'enfants impaludés dans la communauté. Par ailleurs, 12,43% de la variabilité du risque d'anémie chez les enfants sont imputables aux caractéristiques des communautés.

En tenant compte du pouvoir explicatif de chacun de ces facteurs de risque (voir tableau 5 en annexe), on constate que l'âge de l'enfant est le facteur qui contribue le plus (35,84%) au risque d'anémie, suivi de l'état anémique de la

mère (9,24%), l'état nutritionnel de l'enfant (6,59%), la zone agroécologique de résidence (5,66%), l'occupation de la mère (5,22%), l'âge de la mère à l'accouchement (2,57%), la proportion d'enfants impaludés dans la communauté (2,25%) et le milieu de résidence (2,06%). Cette hiérarchisation permet de connaître les facteurs de risque sur lesquels il faudra agir prioritairement dans un contexte de rationalisation des ressources.

Il ressort du modèle saturé (voir tableau 4 en annexe) que toutes choses égales par ailleurs, les enfants résidant en milieu urbain ont 34% moins de risque d'être anémiés que ceux résidant en milieu rural. Ce résultat va dans le sens de ceux trouvés par Khan et al. (2016) au Bangladesh, Ngnié-Téta et al. (2007) au Bénin et au Mali, et Pongou et al. (2006) au Cameroun. Un tel résultat pourrait s'expliquer par le niveau élevé de malnutrition en milieu rural en raison de la disponibilité limitée d'aliments nutritifs due au niveau élevé de la pauvreté monétaire, par un accès limité aux infrastructures sanitaires, mais surtout par des différences significatives existantes entre le milieu urbain et le milieu rural concernant les modes de vie, les pratiques d'alimentation et de soins.

Toutes choses égales par ailleurs, les enfants qui vivent dans les communautés où la proportion d'enfants impaludés est faible ont 31% moins de risque de souffrir d'anémie que ceux vivant dans les communautés fortement impaludées. Ce résultat corrobore celui obtenu par Muller et al. (2003) et infirme celui obtenu par Gwamaka et al. (2012). En effet, le paludisme est une maladie endémique au Burkina Faso. Il est la première cause de consultations, d'hospitalisations et de décès des enfants de moins de cinq ans dans les formations sanitaires. En 2010 par exemple, le paludisme représentait 53,63% des motifs de consultations, 71,9% des motifs d'hospitalisations et 67,4% des causes de décès d'enfants de moins de cinq ans (Ministère de la Santé, 2012). Le paludisme étant une cause importante d'anémie, il va de soi que les régions fortement impaludées présentent des proportions les plus élevées d'enfants anémiés.

Toutes choses égales par ailleurs, les enfants résidant dans la zone agroécologique de l'Ouest ont 29% moins de risque d'être anémiés que ceux résidant dans la zone agroécologique du Centre. Ce résultat paraît logique dans la mesure où la zone agroécologique de l'Ouest est le grenier du pays. Les enfants vivant dans cette zone bénéficient davantage d'une alimentation riche et diversifiée (même à base de céréales) par rapport aux enfants vivant dans les autres zones agroécologiques. Par conséquent, les enfants de cette zone sont moins exposés que les autres au risque de malnutrition et donc d'anémie (d'anémie nutritionnelle surtout).

Toutes choses égales par ailleurs, les enfants dont les mères sont anémiques ont 1,55 fois plus de risque de souffrir d'anémie que ceux de mères non anémiques. Ce résultat est conforté par ceux obtenus par Khan et al. (2016) et Osorio et al. (2004). Dans le contexte burkinabè, ce résultat pourrait se comprendre puisque les mères et leurs enfants partagent généralement un

environnement familial commun, des conditions socioéconomiques, nutritionnelles et sanitaires pratiquement similaires. Il est donc logique que l'anémie maternelle soit étroitement associée à l'apparition de l'anémie infantile, car ces deux formes d'anémie donnent une idée de l'état nutritionnel commun du ménage.

Toutes choses égales par ailleurs, les enfants dont les mères avaient 35 ans ou plus à l'accouchement ont 22% moins de risque d'être anémiés que ceux dont les mères avaient entre 25 et 34 ans à l'accouchement. Ce résultat rejoint ceux obtenus par Osorio et al. (2004) et Agho et al. (2008). Dans le contexte africain et celui du Burkina Faso en particulier, l'âge de la mère est très souvent lié à son expérience en matière de nutrition et de soins. Il est donc possible que les mères âgées sachent bien alimenter et prendre soin de leurs enfants.

Toutes choses égales par ailleurs, les enfants âgés de 6-23 mois ont 3,42 fois plus de risque d'être anémiés que ceux âgés de 24-59 mois. Ce résultat corrobore ceux d'Osorio et al. (2004), Ngnié-Téta et al. (2007) et Khan et al. (2016). D'après ces auteurs, l'effet de l'âge sur l'occurrence de l'anémie chez l'enfant serait dû aux fortes carences en micronutriments, aux besoins élevés en fer et à l'insuffisance nutritive du lait maternel après l'âge de six mois pour répondre aux besoins quotidiens en fer de l'enfant. Au Burkina Faso, cette susceptibilité des plus jeunes pourrait essentiellement être due aux pratiques d'allaitement et de sevrage<sup>3</sup>. Il est possible également que le sevrage soit accompagné d'une augmentation des infections qui peuvent conduire à l'anémie.

Toutes choses égales par ailleurs, les enfants qui souffrent de malnutrition chronique ou retard de croissance ont 1,58 fois plus de risque d'être anémiés que les autres enfants. Ce résultat va dans le sens de ceux obtenus par Hassan et al. (1997), Ngnié-Téta et al. (2007) et Khan et al. (2016). Cela paraît plausible dans la mesure où la malnutrition chronique est une cause importante d'anémie, ces deux affections étant généralement associées à des conditions socioéconomiques médiocres. La malnutrition chronique réduirait jusqu'à 20% la concentration sérique de l'hémoglobine (Warrier et al., 1990). Or au Burkina Faso en 2010, un peu plus d'un tiers des enfants (35%) souffraient de malnutrition chronique dont 20% sous sa forme modérée et 15% sous sa forme sévère (INSD et ICF International, 2012). Il va donc de soi que la prévalence élevée de malnutrition chronique chez les enfants entraîne un risque élevé d'anémie.

---

<sup>3</sup> En effet, il ressort du rapport de l'EDSBF-MICS IV que le sevrage est assez précoce : seulement 25% des enfants sont exclusivement allaités au lait maternel jusqu'à l'âge de six mois. De même, l'introduction des aliments de complément a lieu trop tôt (avant six mois) : déjà à deux mois, 7% des enfants allaités avaient reçu des liquides autres que le lait maternel et à 4-5 mois, 10% avaient reçu des aliments solides ou semi-solides et 7% des aliments à base de céréales (INSD et ICF International, 2012).

Contrairement à la littérature, le niveau de vie du ménage, le niveau d’instruction de la mère et la source d’approvisionnement en eau de boisson n’exercent pas d’influence significative sur l’état d’anémie de l’enfant de 6-59 mois au Burkina Faso. Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Osorio et al. (2004), El-Sayed et al. (1999) et Khan et al. (2016). Cela pourrait s’expliquer par le fait que, quels que soient le niveau de vie du ménage et le niveau d’instruction de la mère, le régime alimentaire dans le pays – et partant l’alimentation des enfants – reste dominé par les céréales (sorgho, mil, maïs, riz, fonio, etc.) dont la teneur en fer est faible<sup>4</sup>. Par ailleurs, bien qu’un tiers des ménages burkinabè (33%) n’avaient pas accès à une source améliorée d’approvisionnement en eau de boisson au moment de l’enquête (INSD et ICF International, 2012), il est plausible que les enfants consommaient de l’eau ayant fait l’objet d’un traitement par les mères dans les ménages (filtrage sur tissu, filtrage sur sable, traitement par ébullition, traitement par chloration, etc.).

## Conclusion

Au terme de cette étude, les résultats montrent que l’état anémique des enfants de 6-59 mois au Burkina Faso est expliqué à la fois par les caractéristiques relatives à l’enfant, à la mère et au ménage, par les caractéristiques communautaires et par les effets non observés au niveau de la communauté. Au regard de ces résultats, il ressort que les hypothèses relatives au milieu de résidence (H1), à la proportion d’enfants impaludés dans la communauté (H2), à l’état anémique de la mère (H6), à l’âge de l’enfant (H7) et à l’état nutritionnel de l’enfant (H8) sont confirmées. Par contre, les hypothèses relatives au niveau de vie du ménage (H3), à la source d’approvisionnement en eau de boisson (H4) et au niveau d’instruction de la mère (H5) sont infirmées.

Malgré les résultats obtenus, cette étude possède quelques limites qu’il convient de souligner. Premièrement, il est à relever sur le plan méthodologique la présence d’un risque d’endogénéité. En effet, il est quasi impossible de saisir avec la base de données utilisée toutes les informations susceptibles d’expliquer l’anémie chez les enfants et de savoir si l’anémie est une cause ou une conséquence de certaines maladies relevées dans la revue de la littérature comme étant associées à l’anémie (paludisme, malnutrition, parasitoses, etc.). Il est possible que des caractéristiques communautaires ou individuelles inobservées puissent agir sur les variables explicatives et même

---

<sup>4</sup> Les résultats de l’EDSBF-MICS IV montrent que dans l’ensemble du pays, seulement 3,1% des enfants de 6-23 mois ont été nourris de manière appropriée, c’est-à-dire en suivant les Pratiques d’alimentation optimales du nourrisson et du jeune enfant (PANJE). Cette proportion est de 2,6% lorsque les mères sont sans niveau d’instruction, 3,5% lorsqu’elles ont un niveau primaire et 10,1% lorsqu’elles ont un niveau secondaire et plus (INSD et ICF International, 2012).

sur la variable expliquée. Dans une telle situation, on aboutirait à une relation fallacieuse entre ces variables, toute chose qui remettra en cause le lien de causalité établi entre ces variables et l'état anémique des enfants. De même, il pourrait aussi exister un risque de causalité inverse entre l'état anémique des enfants et certaines variables sélectionnées. Deuxièmement, le niveau communautaire retenu dans cette étude correspond à la grappe qui est l'unité primaire de sondage des EDS. Pourtant, les grappes sont créées pour les besoins de l'échantillonnage statistique, en général, à partir des zones de dénombrement des recensements de la population (Kravdal, 2006 ; Boco, 2011). De ce fait, elles peuvent ne pas représenter une réalité socioéconomique et culturelle des différentes communautés. Il est donc possible qu'elles ne soient pas convenables pour saisir les facteurs de risque de l'anémie au sein des communautés. Ces grappes ont été retenues pour les analyses compte tenu du nombre réduit de régions (au nombre de treize).

Toutefois, les limites susmentionnées n'entachent pas pour autant la qualité des résultats obtenus. À cet effet, les recommandations suivantes peuvent être formulées. Au niveau politique et social, cette étude suggère au Ministère de la Santé que les politiques et programmes élaborés et mis en œuvre pour prévenir et lutter contre l'anémie prennent aussi en compte les caractéristiques communautaires telles que le milieu de résidence, la zone agroécologique de résidence et la proportion d'enfants impaludés dans la communauté. Par ailleurs, hormis l'âge de l'enfant, les causes les plus déterminantes de l'anémie chez les enfants sont d'ordre alimentaire. Dès lors, pour réduire significativement la prévalence de l'anémie au Burkina Faso, cette étude suggère au Gouvernement et aux autres acteurs du développement concernés une mise en œuvre effective de la Politique nationale de sécurité alimentaire et nutritionnelle (PNSAN) élaborée en 2013 et du Plan national de développement économique et social 2021-2025 (PNDES-II) dont l'un des effets attendus est d'améliorer l'état nutritionnel de la population, en particulier celui des femmes et des enfants. Elle suggère également la promotion de bonnes habitudes alimentaires (éducation nutritionnelle) et de modes de vie sains des populations (des mères notamment) afin que la disponibilité alimentaire puisse concorder avec les bonnes pratiques nutritionnelles. Au niveau scientifique, cette recherche propose aux ministères en charge de la santé et de l'économie de commanditer une enquête spécifique à la fois quantitative et qualitative sur l'anémie prenant en compte la dimension communautaire. Une telle enquête contribuera à mieux appréhender les facteurs de risque de l'anémie et permettra d'approfondir la connaissance du milieu dans lequel évoluent les mères et leurs enfants, des pratiques nutritionnelles et sanitaires des mères vis-à-vis des enfants et des perceptions que les populations ont de l'anémie. Enfin, compte tenu de l'absence de certaines variables importantes renseignant sur la disponibilité alimentaire, l'offre de santé et les comportements sanitaires et nutritionnels des mères, il est suggéré à l'INSD et à ICF International d'introduire dans les

futurs questionnaires d'EDS des variables relatives aux caractéristiques susmentionnées. Qu'il soit également intégré dans ces enquêtes des questionnaires communautaires qui permettront de collecter directement des informations telles que la présence des infrastructures sanitaires, scolaires, de moyens de transport, de marchés, etc. Cela permettra d'éviter l'utilisation de proxys pour saisir l'effet des variables communautaires sur le phénomène étudié.

### Annexes

**Tableau 2 : Répartition (%) des enfants de 6-59 mois selon les variables de l'étude**

Variables	Modalités	Effectif	Fréquence (%)
<i>Variable dépendante</i>			
<b>État d'anémie de l'enfant</b>	<i>Anémié</i>	5583	87,8
	<i>Pas anémié</i>	773	12,2
<i>Variables indépendantes</i>			
<b>Âge de l'enfant</b>	<i>6-23 mois</i>	2227	34,2
	<i>24-59 mois</i>	4291	65,8
<b>Sexe de l'enfant</b>	<i>Masculin</i>	3317	50,9
	<i>Féminin</i>	3201	49,1
<b>État nutritionnel de l'enfant</b>	<i>Non retardé</i>	3931	62,7
	<i>Retardé</i>	2334	37,3
<b>Infection palustre de l'enfant</b>	<i>Non impaludé</i>	1969	30,2
	<i>Impaludé</i>	3822	58,6
<b>État vaccinal de l'enfant</b>	<i>Incomplètement vacciné</i>	2208	34,0
	<i>Complètement vacciné</i>	4293	66,0
<b>Occupation de la mère</b>	<i>Inactive</i>	1213	18,7
	<i>Cadre/Employée</i>	80	1,2
	<i>Commerçante</i>	1268	19,5
	<i>Agricultrice</i>	3575	55,0
	<i>Ouvrière/ménagère/domestique</i>	362	5,6
<b>Âge de la mère à l'accouchement</b>	<i>Moins de 25 ans</i>	1712	26,3
	<i>25-34 ans</i>	3227	49,5
	<i>35 ans et plus</i>	1579	24,2
<b>Niveau d'instruction de la mère</b>	<i>Sans niveau</i>	5437	83,4
	<i>Primaire</i>	746	11,5
	<i>Secondaire et plus</i>	335	5,1
<b>État anémique de la mère</b>	<i>Non anémié</i>	3250	50,7
	<i>Anémié</i>	3166	49,3
<b>Niveau de vie du ménage</b>	<i>Pauvre</i>	2703	41,5
	<i>Moyen</i>	1438	22,1
	<i>Riche</i>	2377	36,5
<b>Source d'approvisionnement en eau de boisson</b>	<i>Améliorée</i>	4886	75,6
	<i>Non améliorée</i>	1577	24,4
<b>Type de lieux d'aisance</b>	<i>Non amélioré</i>	4866	75,3
	<i>Amélioré</i>	1600	24,7
<b>Milieu de résidence</b>	<i>Urbain</i>	1130	17,3

	<i>Rural</i>	5388	82,7
<b>Zone agroécologique de résidence</b>	<i>Est</i>	1221	18,9
	<i>Sahel</i>	544	8,4
	<i>Centre</i>	2163	33,5
	<i>Nord-Ouest</i>	517	8,0
	<i>Ouest</i>	2021	31,3
<b>Proportion d'enfants impaludés dans la communauté</b>	<i>Faible</i>	1685	25,9
	<i>Élevée</i>	4833	74,1

*Source* : Exploitation des données de l'EDSBF-MICS IV, 2010

**Tableau 3 : Résultats de l'association entre chacune des variables indépendantes et la variable d'étude (état d'anémie de l'enfant).**

Variables indépendantes	Modalités	État d'anémie de l'enfant (%)	
		<i>Non</i>	<i>Oui</i>
<b>Milieu de résidence</b>	<i>Urbain</i>	22,3 <sub>a</sub>	77,7 <sub>a</sub>
	<i>Rural</i>	10,1 <sub>b</sub>	89,9 <sub>b</sub>
<b><i>Khi-deux = 123,572 *** V de Cramer = 0,139</i></b>			
<b>Zone agroécologique de résidence</b>	<i>Est</i>	8,6 <sub>a</sub>	91,4 <sub>a</sub>
	<i>Sahel</i>	8,9 <sub>a</sub>	91,1 <sub>a</sub>
	<i>Centre</i>	13,1 <sub>b</sub>	86,9 <sub>b</sub>
	<i>Nord-Ouest</i>	8,7 <sub>a</sub>	91,3 <sub>a</sub>
	<i>Ouest</i>	14,9 <sub>b</sub>	85,1 <sub>b</sub>
<b><i>Khi-deux = 40,432 *** V de Cramer = 0,080</i></b>			
<b>Proportion d'enfants impaludés dans la communauté</b>	<i>Faible</i>	18,5 <sub>a</sub>	81,5 <sub>a</sub>
	<i>Élevée</i>	10,0 <sub>b</sub>	90,0 <sub>b</sub>
<b><i>Khi-deux = 81,328 *** V de Cramer = 0,113</i></b>			
<b>Niveau de vie du ménage</b>	<i>Pauvre</i>	10,1 <sub>a</sub>	89,9 <sub>a</sub>
	<i>Moyen</i>	8,2 <sub>a</sub>	91,8 <sub>a</sub>
	<i>Riche</i>	17,0 <sub>b</sub>	83,0 <sub>b</sub>
<b><i>Khi-deux = 82,028 *** V de Cramer = 0,114</i></b>			
<b>Source d'approvisionnement en eau de boisson</b>	<i>Améliorée</i>	12,9 <sub>a</sub>	87,1 <sub>a</sub>
	<i>Non améliorée</i>	9,8 <sub>b</sub>	90,2 <sub>b</sub>
<b><i>Khi-deux = 10,465 *** V de Cramer = 0,041</i></b>			
<b>Type de lieux d'aisance</b>	<i>Non amélioré</i>	10,2 <sub>a</sub>	89,8 <sub>a</sub>
	<i>Amélioré</i>	18,2 <sub>b</sub>	81,8 <sub>b</sub>
<b><i>Khi-deux = 70,413 *** V de Cramer = 0,106</i></b>			
<b>Niveau d'instruction de la mère</b>	<i>Sans niveau</i>	10,8 <sub>a</sub>	89,2 <sub>a</sub>
	<i>Primaire</i>	15,4 <sub>b</sub>	84,6 <sub>b</sub>
	<i>Secondaire et plus</i>	27,4 <sub>c</sub>	72,6 <sub>c</sub>
<b><i>Khi-deux = 86,320 *** V de Cramer = 0,117</i></b>			
<b>Âge de la mère à l'accouchement</b>	<i>Moins de 25 ans</i>	11,3 <sub>a</sub>	88,7 <sub>a</sub>
	<i>25-34 ans</i>	12,3 <sub>a</sub>	87,7 <sub>a</sub>
	<i>35 ans et plus</i>	13,7 <sub>a</sub>	86,3 <sub>a</sub>
<b><i>Khi-deux = 3,918 ns V de Cramer = 0,025</i></b>			
<b>Occupation de la mère</b>	<i>Inactive</i>	14,2 <sub>a</sub>	85,8 <sub>a</sub>
	<i>Cadre/employée</i>	44,3 <sub>b</sub>	55,7 <sub>b</sub>
	<i>Commerçante</i>	13,8 <sub>a</sub>	86,2 <sub>a</sub>

	<i>Agricultrice</i>	10,0 <sub>c</sub>	90,0 <sub>c</sub>
	<i>Ouvrière/ménagère/domestique</i>	15,3 <sub>a</sub>	84,7 <sub>a</sub>
		<b>Khi-deux = 102,312 ***</b>	<b>V de Cramer = 0,127</b>
<b>État vaccinal de l'enfant</b>	<i>Incomplètement vacciné</i>	11,8 <sub>a</sub>	88,2 <sub>a</sub>
	<i>Complètement vacciné</i>	12,3 <sub>a</sub>	87,7 <sub>a</sub>
		<b>Khi-deux = 0,336 ns</b>	<b>V de Cramer = 0,007</b>
<b>État anémique de la mère</b>	<i>Non anémié</i>	14,7 <sub>a</sub>	85,3 <sub>a</sub>
	<i>Anémié</i>	9,7 <sub>b</sub>	90,3 <sub>b</sub>
		<b>Khi-deux = 37,290 ***</b>	<b>V de Cramer = 0,077</b>
<b>Âge de l'enfant</b>	<i>6-23 mois</i>	5,9 <sub>a</sub>	94,1 <sub>a</sub>
	<i>24-59 mois</i>	15,4 <sub>b</sub>	84,6 <sub>b</sub>
		<b>Khi-deux = 120,232 ***</b>	<b>V de Cramer = 0,138</b>
<b>Sexe de l'enfant</b>	<i>Masculin</i>	11,4 <sub>a</sub>	88,6 <sub>a</sub>
	<i>Féminin</i>	13,0 <sub>a</sub>	87,0 <sub>a</sub>
		<b>Khi-deux = 3,812 ns</b>	<b>V de Cramer = 0,024</b>
<b>Infection palustre de l'enfant</b>	<i>Non impaludé</i>	15,1 <sub>a</sub>	84,9 <sub>a</sub>
	<i>Impaludé</i>	10,4 <sub>b</sub>	89,6 <sub>b</sub>
		<b>Khi-deux = 25,889 ***</b>	<b>V de Cramer = 0,068</b>
<b>État nutritionnel de l'enfant</b>	<i>Non retardé (atteint de malnutrition chronique)</i>	14,3 <sub>a</sub>	85,7 <sub>a</sub>
	<i>Retardé (non atteint de malnutrition chronique)</i>	8,8 <sub>b</sub>	91,2 <sub>b</sub>
		<b>Khi-deux = 41,148 ***</b>	<b>V de Cramer = 0,082</b>

*Note* : <sup>ns</sup> non significatif, \* significatif au seuil de 10%, \*\* significatif au seuil de 5%, \*\*\* significatif au seuil de 1%.

*Source* : Exploitation des données de l'EDSBF-MICS IV, 2010

**Tableau 4 : Effets nets (Odds ratios) des variables explicatives sur l'état d'anémie des enfants de 6-59 mois au Burkina Faso**

Variables et modalités	Modèle M <sub>0</sub>	Modèle M <sub>1</sub>	Modèle M <sub>2</sub>	Modèle M <sub>3</sub>
<b>Caractéristiques individuelles</b>				
<b>Âge de l'enfant</b>		***		***
<i>6-23 mois</i>		3,448 ***		3,421 ***
<i>24-59 mois</i>		Réf		Réf
<b>Sexe de l'enfant</b>		*		*
<i>Masculin</i>		Réf		Réf
<i>Féminin</i>		0,852 *		0,854 *
<b>État nutritionnel de l'enfant</b>		***		***
<i>Non retardé</i>		Réf		Réf
<i>Retardé</i>		1,637 ***		1,581 ***
<b>Infection palustre de l'enfant</b>		*		ns
<i>Non impaludé</i>		0,835 *		0,928 ns
<i>Impaludé</i>		Réf		Réf
<i>Manquant</i>		0,890 ns		0,941 ns
<b>État vaccinal de l'enfant</b>		ns		ns
<i>Incomplètement vacciné</i>		0,856 ns		0,855 ns

<i>Complètement vacciné</i>		Réf		Réf
<b>Occupation de la mère</b>		***		***
<i>Inactive</i>		0,716 **		0,764 *
<i>Cadre/Employée</i>		0,291 ***		0,287 ***
<i>Commerçante</i>		0,853 ns		0,988 ns
<i>Agricultrice</i>		Réf		Réf
<i>Ouvrière/ ménagère/ domestique</i>		0,844 ns		0,971 ns
<b>Âge de la mère à l'accouchement</b>		**		**
<i>Moins de 25 ans</i>		1,167 ns		1,167 ns
<i>25-34 ans</i>		Réf		Réf
<i>35 ans ou plus</i>		0,785 **		0,777 **
<b>Niveau d'instruction de la mère</b>		**		ns
<i>Sans Niveau</i>		Réf		Réf
<i>Primaire</i>		0,858 ns		0,928 ns
<i>Secondaire ou plus</i>		0,667 **		0,752 ns
<b>État anémique de la mère</b>		***		***
<i>Non anémié</i>		Réf		Réf
<i>Anémié</i>		1,546 ***		1,547 ***
<b>Niveau de vie du ménage</b>		*		ns
<i>Pauvre</i>		Réf		Réf
<i>Moyen</i>		1,171 ns		1,173 ns
<i>Riche</i>		0,797 *		0,880 ns
<b>Source d'approvisionnement en eau de boisson</b>		ns		ns
<i>Améliorée</i>		Réf		Réf
<i>Non améliorée</i>		1,028 ns		1,017 ns
<b>Type de lieux d'aisance</b>		ns		ns
<i>Non amélioré</i>		Réf		Réf
<i>Amélioré</i>		0,923 ns		1,113 ns
<b>Caractéristiques communautaires</b>				
<b>Milieu de résidence</b>			***	**
<i>Urbain</i>			0,521 ***	0,663 **
<i>Rural</i>			Réf	Réf
<b>Zone agroécologique de résidence</b>			**	**
<i>Est</i>			1,313 *	1,252 ns
<i>Sahel</i>			1,240 ns	1,133 ns
<i>Centre</i>			Réf	Réf
<i>Nord-Ouest</i>			1,426 ns	1,326 ns
<i>Ouest</i>			0,758 **	0,715 **
<b>Proportion d'enfants impaludés dans la communauté</b>			***	**

<i>Faible</i>			0,659 ***	0,689 **
<i>Élevée</i>			Réf	Réf
<b>Partie fixe</b>				
<i>Constante</i>	9,31 ***	7,34 ***	11,71 ***	7,65 ***
<b>Partie aléatoire</b>				
<i>Variance communauté</i>	0,78 ***	0,57 ***	0,49 ***	0,47 ***
<i>Khi-deux de Wald</i>		252,69 ***	87,09 ***	286,03 ***

*Note* : <sup>ns</sup> non significatif, \* significatif au seuil de 10%, \*\* significatif au seuil de 5%, \*\*\* significatif au seuil de 1%, <sup>Réf</sup> référence

*M0* : modèle vide *M0* ; *M1* : modèle contenant uniquement les variables du niveau 1 ; *M2* : modèle contenant uniquement les variables du niveau 2 ; *M3* : modèle complet ou saturé contenant toutes les variables d'analyse.

*Source* : Exploitation des données de l'EDSBF-MICS IV, 2010

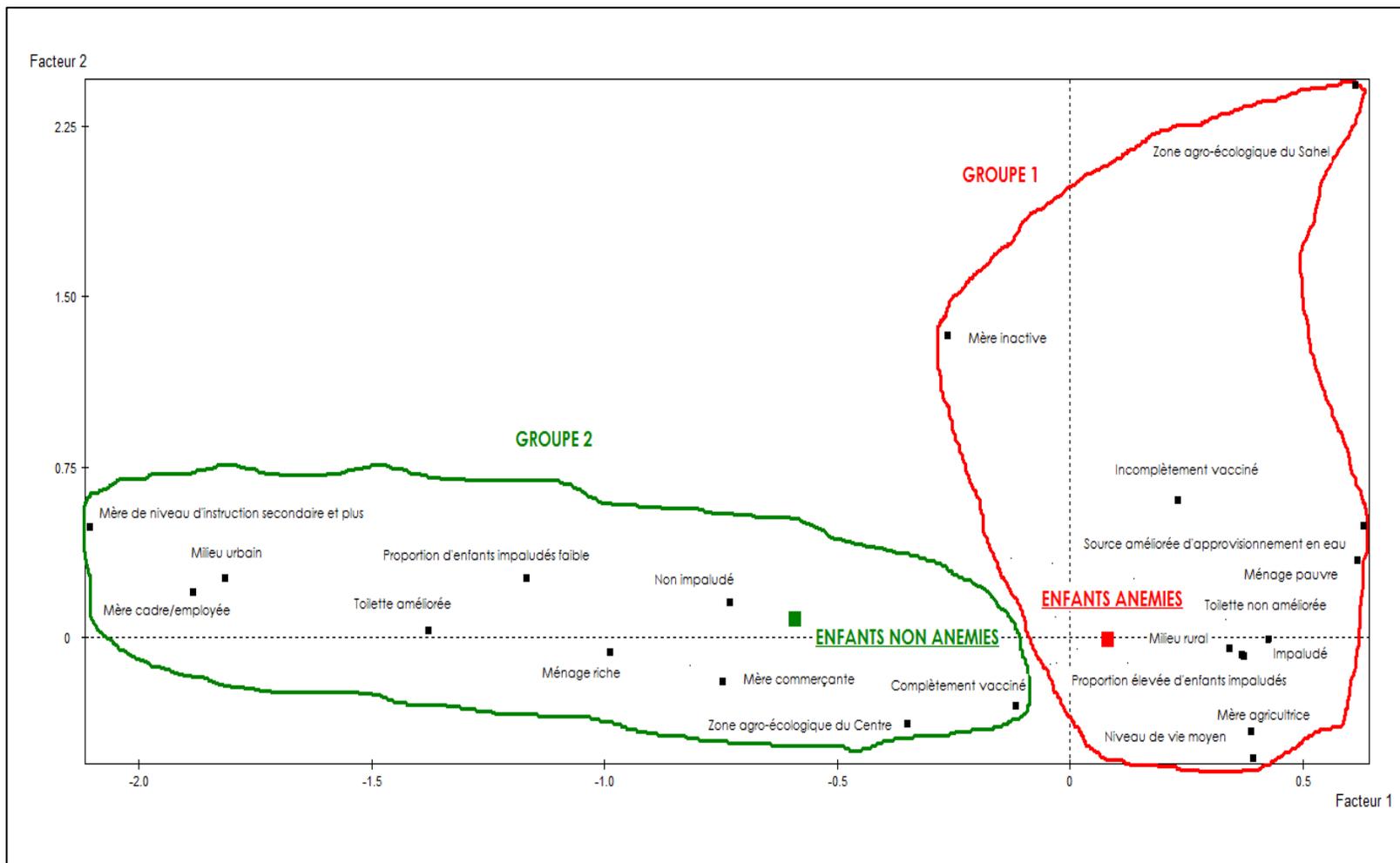
**Tableau 5 : Contribution et rang des facteurs de risque de l'anémie chez les enfants de 6-59 mois au Burkina Faso**

<b>Variables</b>	<b>Khi-deux du modèle complet</b>	<b>Khi-deux du modèle sans le facteur <i>i</i></b>	<b>Contribution de chaque facteur (%)</b>	<b>Rang</b>
Âge de l'enfant	286,03	183,53	35,84	1 <sup>er</sup>
État anémique de la mère	286,03	259,59	9,24	2 <sup>e</sup>
État nutritionnel de l'enfant	286,03	267,18	6,59	3 <sup>e</sup>
Zone agroécologique de résidence	286,03	269,83	5,66	4 <sup>e</sup>
Occupation de la mère	286,03	271,1	5,22	5 <sup>e</sup>
Âge de la mère à l'accouchement	286,03	278,68	2,57	6 <sup>e</sup>
Proportion d'enfants impaludés dans la communauté	286,03	279,6	2,25	7 <sup>e</sup>
Milieu de résidence	286,03	280,13	2,06	8 <sup>e</sup>

*Source* : Exploitation des données de l'EDSBF-MICS IV



Graphique 1 : Profil des enfants de 6-59 mois selon leur état anémique





## References:

1. Adio, M.B.L., Ndamukong, K.J.N., Kimbi H.K. & Mbuh J.V. (2004). Malaria and intestinal helminthiasis in school children of Kumba Urban Area, Cameroon. *East African Medical Journal*, 81(11), pp. 583-588.
2. Agho, K.E., Dibley, M. J., D'Este, C. & Gibberd, R. (2008). Factors associated with haemoglobin concentration among Timor-Leste children aged 6-59 months. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 26(2), pp. 200-209.
3. Akoto, E.M. (1993). *Déterminants socio-culturels de la mortalité des enfants en Afrique Noire. Hypothèses et recherche d'explication*. Louvain-La-Neuve, Academia.
4. Alemayehu, G., Belay, A. Fethi, M., Jemal, S., Haji, K., Melake, D., Mistrak, B., Mulusew, G., Nega, A., Negga, B., Nigist, O., Selamawit, D., Senbeta, G., Tamrat, G., Tekabe, A., Tesfaye, G. & Dr. Fikru, T. (2003). *Module sur l'anémie ferriprive pour le personnel des centres de santé éthiopiens*. Éthiopie, document de travail, Alemaya.
5. Asobayire, F.S., Adou, P., Davidsson, L., Cook, J.D. & Hurrell, R.F. (2001). Prevalence of iron deficiency with and without concurrent anemia in population groups with high prevalence's of malaria and other infections: a study in Cote d'Ivoire. *American Journal of Clinical Nutrition*, 74(6), pp. 776-782.
6. Badham, J., Zimmermann, M.B. & Kraemer, K. (2007). *Le guide de l'anémie nutritionnelle*. Sight and Life Presse, Suisse.
7. Boco, A.G. (2011). *Déterminants individuels et contextuels de la mortalité des enfants de moins de cinq ans en Afrique au sud du Sahara. Analyse comparative des enquêtes démographiques et de santé*. Thèse Doctorat en Démographie, Université de Montréal (Canada).
8. Brabin, B.J., Prernji, Z. & verhoeff, F. (2001). An analysis of anemia and child mortality. *Journal of Nutrition*, 131(n° special), pp. 636S-648S.
9. Bringé, A. & Golaz, V. (2017). *Manuel pratique d'analyse multiniveau*. Collection Méthodes et savoirs, éditions INED.
10. Cornet, M., Le Hesran, J.Y., Fievet, N., Cot, M., Personne, P., Gounoue, R., Beyeme, M. & Deloron, P. (1998). Prevalence of and risk factors for anemia in young children in southern Cameroon. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 58(5), pp. 606-611.
11. Diouf, S., Folquet, M., Mbofung, K., Ndiaye, O., Brou, K., Dupont, C., N'dri, D., Vuillerod, M., Azaïs-Braesco, V. & Tetanye, E. (2015).

- Prévalence et déterminants de l'anémie chez le jeune enfant en Afrique francophone – Implication de la carence en fer. *Archives de Pédiatrie*, 22, pp. 1188-1197.
12. El-Sayed, N., Gad, A., Nofal, N., Zeid, H.A., El-Morshedy, H. & El-Waseef, S. (1999). Assessment of the Prevalence and Potential Determinants of Nutritional Anaemia in Upper Egypt. *Food and Nutrition Bulletin*, 20(4), pp. 417-421.
  13. Gwamaka, M., Kurtis, J.D., Duffy, P.E., Bess, E.S., Holte, S., Morrison, R., Mutabingwa, T.K., Fried, M. & Duffy, P.E. (2012). Iron deficiency protects against severe *Plasmodium falciparum* malaria and death in young children. *Clinical Infectious Diseases*, 54(8), pp. 1137-1144.
  14. Hassan, K., Sullivan, K.M., Yip, R. & Woodruff, B.A. (1997). Factors associated with anemia in refugee children. *Journal of Nutrition*, 127(11), pp. 2194-2198.
  15. INSD & ICF International. (2012). *Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples (EDSBF-MICS IV) 2010*. Burkina Faso, rapport d'enquête.
  16. INSD & Macro International Inc. (2004). *Enquête Démographique et de Santé (EDS) 2003*. Burkina Faso, rapport d'étude.
  17. Khan, J.R., Awan, N. & Misu F. (2016). Determinants of anemia among 6–59 months aged children in Bangladesh: evidence from nationally representative data ». *BMC Pediatrics*, 16(3), pp. 1186-1198.
  18. Kokoré, A.B., Bleyere, N.M., Ehie, E.E & Yapo, A.P. (2013). L'anémie nutritionnelle chez les écoliers de trois communes du district d'Abidjan en Côte d'Ivoire. *Anthropo*, 29, pp. 49-56.
  19. Kravdal, Ø. (2006). A simulation-based assessment of the bias produced when using averages from small DHS clusters as contextual variables in multilevel models. *Demographic Research*, 15, pp. 1-20.
  20. Lainey, E., Boire, M. & Fenneteau O. (2009). Hémogramme en pédiatrie : variations physiologiques. *Revue Francophone des Laboratoires*, 416, pp. 49-59.
  21. Lavy, V., Strauss, J., Thomas, D. & De Vreyer, P. (1996). Quality of health care, survival and health outcomes in Ghana. *Journal of Health Economics*, 15(33), pp. 3-57.
  22. Leite, M.S., Cardoso, A.M., Coimbra, Jr, C.E.A., Welch, J.R., Gugelmin, S.A., Lira, P.C.I., Horta, B.L., Santos, R.V. & Escobar A.L. (2013). Prevalence of anemia and associated factors among indigenous children in Brazil: results from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition. *Nutrition Journal*, 12(69), pp. 1475-1477.

23. Ministère de la Santé, 2016, *Tableau de bord 2015 des indicateurs de santé*, Burkina Faso, document de travail, Ouagadougou, 109 p.
24. Ministère de la Santé. (2012). *Tableau de bord santé 2011*. Burkina Faso, document de travail.
25. Mocroft, A., Kirk, O. & Barton, S.E. (1999). Anemia is an independent predictive marker for clinical prognosis in HIV-infected patients from across Europe. *EuroSIDA Study Group*, 13(8), pp. 943-950.
26. Moïsi, J.C, Gatakaa, H., Noor, A.M., Williams, T.N., Bauni, E., Tsofa, B. Levine, O.S. & Scott, J.A.G. (2010). Geographic access to care is not a determinant of child mortality in a rural Kenyan setting with high health facility density. *BMC Public Health*, 10, pp. 10-142.
27. Muller, O., Traoré, C., Jahn, A. & Becher, H. (2003). Severe anaemia in West African children: Malaria or malnutrition?. *Lancet*, 361(9351), pp. 86-87.
28. Nganawara, D. (2016). *Famille et scolarisation des enfants en âge obligatoire scolaire au Cameroun : Une analyse à partir du recensement de 2005*, Collection Rapport de recherche de l'Observatoire Démographique et Statistique de l'Espace Francophone (ODSEF), Université Laval (Québec).
29. Ngnié-Téta, I., Receveur, O. & Kuate-Defo B. (2007). Risk factors for moderate to severe anemia among children in Benin and Mali: insights from a multilevel analysis. *Food and Nutrition Bulletin*, 28(1), pp. 76–89.
30. Ngnié-Téta, I. (2005). *Facteurs de risque de l'anémie chez les femmes et les enfants au Bénin et au Mali*. Thèse de Doctorat en Nutrition, Université de Montréal (Canada).
31. Organisation Mondiale de la Santé. (2011). *Concentrations en hémoglobine permettant de diagnostiquer l'anémie et d'en évaluer la sévérité. Système d'informations nutritionnelles sur les vitamines et les minéraux*. Suisse, document de travail.
32. Osorio, M.M., Pi, L. & Ashworth, A. (2004). Factors associated with Hb concentration in children aged 6-59 months in the State of Pernambuco, Brazil. *British Journal of Nutrition*, 91(2), pp. 307-314.
33. Pongou, R., Ezzati, M. & Salomon, J.A. (2006). Household and community socioeconomic and environmental determinants of child nutritional status in Cameroon. *BMC Public Health*, 6(98), pp. 1471-1490.
34. Rakotonrabé, F.P. (2004). *Statut de la femme et santé des enfants à Madagascar*. Thèse de Doctorat en Démographie, Université de Yaoundé II Soa, IFORD (Cameroun).

35. Sommerfelt, A.E. (1991). Comparative analysis of the determinants of children's nutritional status. Demographic and Health Surveys. *World Conference*, 2(98), pp. 722-743.
36. Subramania, S.V., Kawachi, I. & Kennedy, B.P. (2001). Does the state you live in make a difference? Multilevel analysis of self-rated health in U.S. *Social Science and Medicine*, 53, pp. 9-19.
37. Tasseau, A. & Rigourd, V. (2004). Anémie néonatale précoce : orientation diagnostique. *Journal de pédiatrie et puériculture*, 17(4), pp. 98-203.
38. Tympa-Psirropoulou, E., Vagenas, C., Psirropoulos, D., Dafni, O., Matala, A. & Skopouli, F. (2005). Nutritional risk factors for iron-deficiency anaemia in children 12-24 months old in the area of Thessalia in Greece. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(1), pp. 1-12.
39. Warrier, R.P. (1990). The anemia of malnutrition. in Suskind, R.M. & Suskind, L.L. (eds). *The malnourished child. Nestlé Nutrition Workshop Series*, 19, pp. 61-72.
40. World Health Organization. (2008). *Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005. WHO Global database on anaemia*, Switzerland, work documents.
41. World Health Organization, United Nations University and United Nations of International Children's Emergency Fund. (2001). *Iron deficiency anaemia: Assessment, prevention and control, a guide for programme managers*, Switzerland, work documents.
42. Yessoufou, A.G., Behanzin, J., Ahokpé M. & Djinti, S.A., Bossou, R., Sezan, A. (2015). Prévalence de l'anémie chez les enfants malnutris de 6 à 59 mois hospitalisés au CHD/Zou-Collines dans le plateau d'Abomey (Centre du Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(1), pp. 82-90.
43. Yip, R. (1994). Iron deficiency: contemporary scientific issues and international programmatic approaches. *Journal of Nutrition*. 124(8), pp. 1479S-1490S.

## Valoración Del Miedo Ante La Muerte En Estudiantes De Enfermería

*Ana Yareli Guerrero Olalde, (Pasante en servicio social)*

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Enfermería, Querétaro, México

*Gabriela Palomé Vega, (Maestra en Ciencias de la Enfermería)*

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Enfermería, Querétaro, México

*Alberto Juárez Lira, (Doctor en Ciencias de la Salud)*

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Enfermería, Querétaro, México

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p195](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p195)

Submitted: 09 February 2021

Accepted: 01 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Guerrero Olalde A.Y., Palomé Vega G., & Juárez Lira A., (2022). *Valoración Del Miedo Ante La Muerte En Estudiantes De Enfermería* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 195.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p195>

### Resumen

**Introducción:** La muerte siempre genera temor y no se aborda a menos que se requiera. En enfermería, la cotidianidad del cuidado tampoco propicia espacios seguros y se aprende a sobrellevar la muerte de los pacientes sin el adecuado acompañamiento o conocimientos de estrategias eficaces, desde la etapa de estudiante, lo que genera un rezago de atención a este tema en el gremio de enfermería.

**Objetivo:** valorar el nivel de miedo presente en los estudiantes de enfermería, ante la muerte del otro y de sí mismo.

**Metodología:** Estudio descriptivo, transversal; se trabajó con 156 estudiantes de enfermería. Se utilizó la escala de Miedo a la Muerte de Collett-Lester, de tipo Likert que, genera resultados de bajo y alto miedo a la muerte. Se utilizó estadística descriptiva para el análisis de los datos. El proyecto fue sometido a evaluación y aprobado por los comités de bioética e investigación de la institución receptora.

**Resultados:** La media estadística fue de 21 años, 85.9% de los encuestados correspondieron al sexo femenino, el resto al masculino (14.1%). Los resultados generales arrojaron un bajo miedo a la muerte (53%). La valoración de subescalas denota un bajo miedo a la propia muerte (100%), en comparación con el proceso de muerte propia (60%).

**Conclusión:** No temen a su muerte, pero sí a la forma y tiempo en que ésta se presentará. El alto miedo a la muerte del otro sugiere sensibilidad hacia la mortandad de pacientes. Se sugieren programas de tanatología tanto previo como posterior a la presencia de muerte de pacientes.

---

**Palabras clave:** Muerte, miedo, estudiantes de enfermería

## Assessment Of Fear Of Death In Nursing Students

*Ana Yareli Guerrero Olalde, (Pasante en servicio social)*

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Enfermería, Querétaro,  
México

*Gabriela Palomé Vega, (Maestra en Ciencias de la Enfermería)*

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Enfermería, Querétaro,  
México

*Alberto Juárez Lira, (Doctor en Ciencias de la Salud)*

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Enfermería, Querétaro,  
México

---

### Abstract

**Introduction:** Death always generates fear and is not addressed unless required. In nursing, the daily care does not provide safe spaces either, and one learns to cope with the death of patients without the proper accompaniment or knowledge of effective strategies, from the student stage, which generates a lag of attention to this issue in the guild of nursing.

**Objective:** to assess the level of fear present in nursing students, in the face of the death of the other and of oneself.

**Methodology:** Descriptive, cross-sectional study; we worked with 156 nursing students. The Likert-type Collett-Lester Fear of Death scale was used, which generates results of low and high fear of death. Descriptive statistics were used for data analysis. The project was submitted to evaluation and approved by the bioethics and research committees of the receiving institution.

**Results:** The statistical mean was 21 years, 85.9% of the respondents were female, the rest were male (14.1%). The general results showed a low fear of death (53%). The evaluation of subscales denotes a low fear of one's own death (100%), compared to the process of one's own death (60%).

**Conclusion:** They do not fear their death, but they do fear the form and time in which it will be presented. The high fear of the death of the other

suggests sensitivity towards the mortality of patients. Thanatology programs are suggested both before and after the presence of patient death.

---

**Keywords:** Death, Fear, Nursing Students

## **Introducción**

En el área de la salud, son múltiples las investigaciones enfocadas al tema de la muerte, algunas desde la perspectiva tanatológica como suelen ser las reconocidas aportaciones de Kübler-Ross (Elisabeth Kübler-Ross Biography, n.d.) y algunas más dirigidas a la definición clara del concepto de muerte y cuándo se presenta ésta, en temáticas que abordan la donación de órganos o la vida artificial (Centro Nacional de Trasplantes, 2020).

La muerte humana es un fenómeno multifacético que afecta la vida, no obstante, en la actualidad y favorecido por avances tecnológicos se ha convertido a la muerte en un evento ajeno, institucionalizándola en hospitales o demás centros nosocomiales, por motivos que van desde el deseo de prolongar la vida, hasta el temor de llegar a la muerte sin un antecedente de cuidados (Espinoza y Sanhueza, 2012)

De alguna u otra manera al abordar la muerte, se nota una predisposición a hablar sobre ésta y el moribundo en sí, dejando en ciertas ocasiones de lado a las personas que la rodean; hablando de contextos institucionalizados, la muerte es rodeada tanto de familiares como de todo el recurso humano sanitario, sin embargo, marca una especial atención hacia el profesional de enfermería (Zambrano et al., 2019).

En este enfoque tan centrado en la atención al paciente, es frecuente no poner atención en el personal de salud, quien al ocuparse de las atenciones del mismo, forma parte esencial del proceso de muerte y duelo, de quien se espera un rol afectivo y respetuoso (Sierra Ramírez et al., 2015). Sin embargo, es importante considerar que todas las experiencias previas tanto personales como profesionales, así como la actitud y miedo directamente a la muerte, determinan el modo de actuar de dicho personal (Hernández y Rojas, 2021); (Sierra Ramírez et al., 2015).

Los médicos, enfermeras y demás trabajadores de la salud, a los que se les confía proporcionar servicios en pro de la vida, no fueron ayudados a comprender sus propios sentimientos ante la muerte, mucho menos ante la muerte del otro, por lo que, en algunos casos, la evasión resulta ser una de las estrategias más utilizada por los profesionales que presentan algún grado de temor ante ésta (Bužgová y Janíková, 2017). En especial el personal de enfermería, quien se caracteriza por acompañar al paciente brindando cuidados hasta el último minuto de su existencia.

A pesar de que es bien sabido que la muerte es un proceso inevitable en la vida humana, es una de las experiencias más significativas que componen la misma, por lo que afrontarla sin una adecuada preparación puede resultar

de forma traumática, y marcar la vida de quien la presencia (Hernández y Rojas, 2021). Además de que como ha sido mencionado, las vivencias que experimentan los estudiantes determinarán en gran medida su autoeficacia y competencia profesional (De Dios Duarte y Varela Montero, 2019).

La muerte y lo relacionado con ella suele generar diversas formas de afrontamiento entre los estudiantes de enfermería, quienes en su mayoría, presencian por primera vez la muerte de un paciente durante las prácticas clínicas, en donde la falta de soporte puede generar respuestas de afrontamiento poco adecuada (Agusti et al., 2018).

Las personas que cuentan con la experiencia de haber presenciado la muerte, presentan menor miedo ante ésta (Boceta et al., 2016), así como entre mayor sea la experiencia al cuidado de pacientes en fase terminal, se adquiere mayor confianza y el miedo a la muerte disminuye. Para el caso de estudiantes, se puede decir que entre menor sea el nivel académico o mayor sea la experiencia clínica, menor es el miedo a la muerte (Mondragón-Sánchez et al., 2015).

En un estudio realizado por Hernández y Rojas (2021), se encontró incluso, que el haber presenciado la muerte de un paciente, al momento del estudio, tuvo una asociación positiva con la presencia de niveles bajos de miedo a la muerte, así como también el haber asistido a cursos, o recibido algún tipo de formación previa en tanatología. Lo anterior coincide con lo estudiado por Zambrano et al. (2019), para quienes su estudio arrojó mayores niveles de temor a la muerte en los estudiantes de grados más bajos, asociándolo así, a su nivel de inexperiencia en el tema; concluyendo además, que este miedo a la muerte, es mayormente hacia la muerte del otro, en comparación con la muerte propia.

Al tener más conocimientos sobre los sentimientos y emociones con referente al proceso de muerte, se pueden tener más herramientas para crear un mejor soporte emocional tanto para el personal de enfermería como para los estudiantes (Díaz Tobajas et al., 2016), para quienes se ha demostrado, que la educación sobre la muerte ha generado resultados positivos en la reducción del miedo ante esta, y la forma de afrontarla (Hernández y Rojas, 2021).

Por su parte, González Martínez et al., (2019), además de destacar los altos niveles de miedo obtenidos en su investigación, señalaron dentro de sus conclusiones, la importancia de prestar atención en dichos resultados, pues reflejan no solo la actitud ante la muerte del estudiante, sino del futuro profesional de enfermería, y por ende, la forma de actuar del mismo ante ésta experiencia.

En muchas ocasiones, las instituciones no cuentan con recursos de apoyo para los profesionales de enfermería, en quien surge desde manera temprana, durante su formación inicial, miedo y dolor como respuesta ante la muerte (Zambrano et al., 2019). En menor medida se cuenta con estos apoyos para el estudiantado, con referente a la forma en la que manejan y afrontan la muerte de los pacientes.

Debido a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue estudiar los niveles de miedo que se presentan en los estudiantes durante las prácticas clínicas de formación de la carrera universitaria.

## **Metodología**

Estudio descriptivo y transversal (Hernández Sampieri et al., 2014). El universo se conformó con los estudiantes de la Licenciatura en Enfermería campus Centro Universitario de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro, siendo aproximadamente de 287 alumnos inscritos. La muestra fue de tipo probabilística seleccionada mediante la fórmula para poblaciones finitas. La facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro, maneja como modalidad, abrir dos grupos o un grupo por semestre alternadamente, contando al momento de la recolección de datos, con un grupo para los semestres impar, y dos grupos para los semestres pares, participando así, 13 personas por grupo, creando un total de 26 personas en los semestres pares. Al momento de la investigación los estudiantes debían estar inscritos, pertenecer a cualquiera de los semestres del segundo al octavo y haber cursado las prácticas clínicas. Con estos criterios cumplieron un total de 156 estudiantes.

Una vez obtenida la aprobación del Comité de Investigación y el Comité de Bioética de la Facultad, se solicitó la autorización de la Coordinación de la carrera para la aplicación de la prueba piloto.

La aplicación de la prueba piloto se efectuó en el campus San Juan del Río de la misma Institución educativa, dado que los estudiantes pertenecen al mismo plan de estudios y cuentan con características similares a los de la muestra definitiva. El tiempo requerido para el llenado del instrumento fue de aproximadamente diez minutos.

Para proceder con la recolección definitiva de los datos, se solicitó la matrícula total de los estudiantes para establecer la muestra. Posteriormente se dio a conocer personalmente el objetivo del estudio y sus alcances. Este estudio se apegó a los principios establecidos por la Ley General de Salud en materia de Investigación para México (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014), se solicitó su autorización mediante la firma del consentimiento informado y se procedió a la aplicación del instrumento en los diferentes grupos que habían sido seleccionados. Durante el proceso de llenado de la encuesta se permaneció en todo momento junto a los estudiantes para apoyar en las dudas que surgieran.

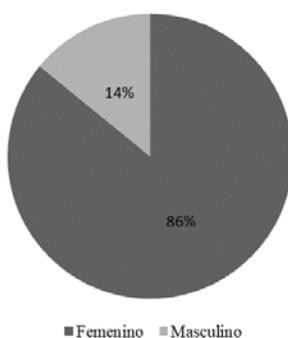
La obtención de los datos se llevó a cabo por medio de un instrumento denominado: “Escala de miedo a la muerte de Collett-Lester” (EMMCL), el cual fue creado en 1969, mismo que ha sido validado mediante validación de constructo y fue traducido de su versión original a una versión española, siendo aplicado en muestras de estudiantes y profesionales de enfermería. Este instrumento presenta una confiabilidad de Alfa de Cronbach de 0,91, y se encuentra dividido en cuatro subescalas del grado de preocupación o ansiedad:

1) Hacia tu propia muerte, 2) Tu propio proceso de morir, 3) La muerte de otros y 4) El proceso de morir de otros. Se califica mediante una escala de tipo Likert, establecida desde Nada (1) a Mucho (5). El grado de miedo se puede obtener a través de la media estadística, por arriba indica alto miedo y viceversa, bajo miedo (Pérez García et al., 2018). El análisis y la interpretación de los datos obtenidos fueron realizados con el programa estadístico SPSS-V20.

## Resultados

La muestra total incluyo las respuestas de 156 estudiantes que consintieron participar en el estudio. Como se puede apreciar en la figura No 1, la proporción de mujeres supera a los hombres en una relación de 8:1 aproximadamente.

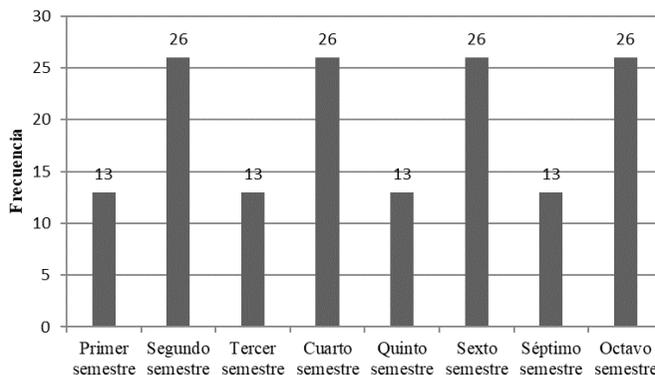
**Figura 1.** Género de los participantes



Fuente: Instrumento EMMCL aplicado en Facultad de Enfermería, Enero 2019

La edad de los participantes según género, tuvo una mediana de 21 años para mujeres y hombres, con un mínimo de 18 años (mujeres) y un máximo de 34 años (hombres). En cuanto al semestre en el que cursaban al momento de la recolección de datos, se muestra una cantidad constante ya sea semestre par o impar; Ver figura 2.

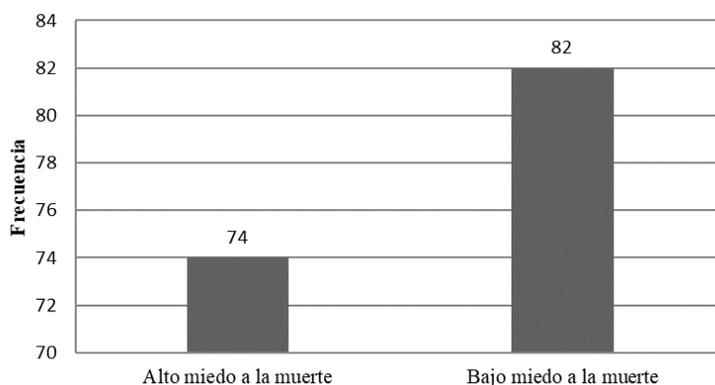
**Figura 2.** Semestre de estudio de los participantes



Fuente: Instrumento EMMCL aplicado en Facultad de Enfermería, Enero 2019

Los datos totales sobre el miedo a la muerte se muestran en la figura 3 y sus frecuencias relativas son de 47 y 53 por ciento respectivamente.

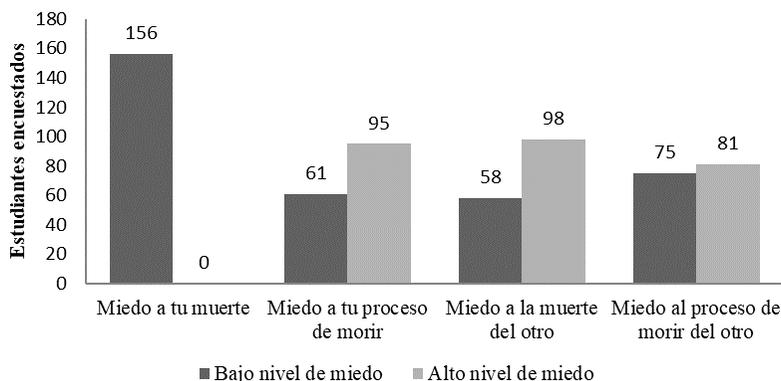
**Figura 3.** Resultados Escala de Miedo a la Muerte de Collett-Lester



Fuente: Instrumento EMMCL aplicado en Facultad de Enfermería, Enero 2019

Los resultados obtenidos por cada subescala, muestran que en la primer subescala “Miedo a tu propia muerte” el 100% de los estudiantes encuestados presentaron un nivel bajo, lo que contrasta con el resto de las subescalas, en las cuales predomina el miedo alto, más notoriamente en la subescala “Miedo a la muerte del otro”, en donde el 62.8% (98) de los estudiantes presentaron alto miedo. Ver figura 4.

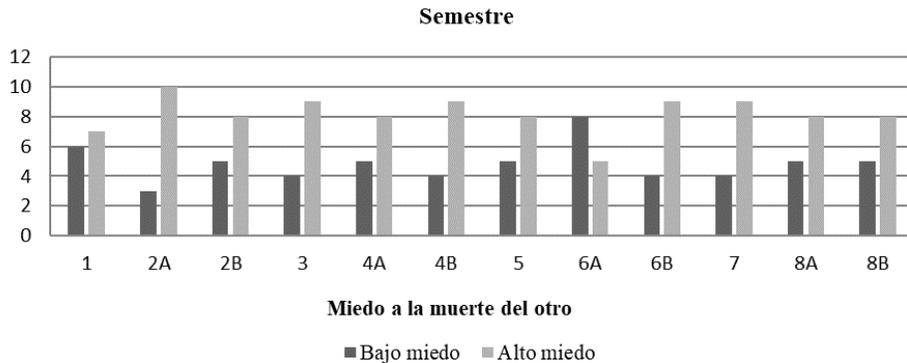
**Figura 4.** Resultados por subescala



Fuente: Instrumento EMMCL aplicado en Facultad de Enfermería, Enero 2019

En lo que respecta a la muerte del otro, pero relacionado con el semestre, se encontró que el 76.92% (10) de los estudiantes del segundo semestre grupo A presentaron mayores niveles de miedo. Por otra parte, el tercer semestre, en el cuarto grupo B, el sexto grupo B y el séptimo semestre, el 69.23% (9) presentaron alto miedo. Ver figura 5.

**Figura 5.** Miedo a la muerte del otro y semestre de los participantes  
Fuente: Instrumento EMMCL aplicado en Facultad de Enfermería, Enero 2019



## Discusión

Se realizó un estudio en una universidad pública en México para correlacionar los componentes actitudinales y el nivel de miedo ante la muerte en 95 estudiantes de enfermería, con la Escala de Collet-Lester de Miedo a la Muerte y al Proceso de Morir y el instrumento Actitudes ante la Muerte II. Los hallazgos muestran que el 67% mostró una actitud negativa, las mujeres reportaron un mayor miedo, existe poco miedo a la propia muerte entre hombres y mujeres y mucho miedo a la muerte de los otros en ambos sexos, además se reportó que existe un mayor miedo cuando se piensa que el paciente que muere será algún día un familiar o un amigo. Los hallazgos de este estudio convergen con el presentado, excepto en la actitud negativa que mostraron los estudiantes y en lo que piensan los estudiantes cuando un paciente muere, es decir, creer que podría haber sido un familiar o un amigo (González Martínez et al., 2019).

Un estudio efectuado en México por Mondragón-Sánchez et al, (2015) titulado “Comparación del nivel de miedo a la muerte entre estudiantes y profesionales de enfermería en México”, utilizó el instrumento de Escala de Miedo a la Muerte de Collett-Lester y se obtuvieron resultados que mostraban que los estudiantes presentaron bajos niveles de ansiedad hacia su propia muerte, igual que en los resultados de esta investigación; sin embargo, Mondragón refirió que en los primeros semestres de la carrera los estudiantes presentaron menor miedo a la muerte, esto relacionado a la poca experiencia hospitalaria y falta de contacto con la muerte de pacientes, lo cual contrasta con lo obtenido en esta investigación, en donde el semestre que mayor puntuación de miedo presentó fue el segundo semestre en el cual se realizan las primeras prácticas clínicas.

En Chile, se efectuó un estudio cuyo objetivo fue conocer el miedo a la muerte y su relación con la inteligencia emocional y otras variables en estudiantes de enfermería. Los hallazgos muestran que los estudiantes tuvieron un promedio medio-alto en miedo a la muerte que no permite una comprensión

del fenómeno para regularlo y no caer en situaciones de ansiedad o estrés. Las puntuaciones más altas de miedo a la muerte están relacionadas con el sexo femenino, con los estudiantes de los primeros semestres de la carrera y con el hecho de poseer una baja preparación académica relativa a la muerte y el proceso de morir (Espinoza y Sanhueza, 2012); lo cual coincidió con los resultados obtenidos por este estudio. Además de haber encontrado semejanza con el hecho de haber identificado que el miedo a la muerte se percibe principalmente ante la muerte y el proceso de morir de los otros.

Por otro lado, en España se realizó un estudio para determinar el miedo y la ansiedad generados por la muerte en 142 estudiantes de enfermería, se utilizó la Escala Collet-Lester y se observó un miedo moderado-alto, mayor ante el proceso que acompaña la muerte, que ante la muerte en sí misma. En la subcategoría "Miedo a la propia muerte" no se hallaron diferencias significativas entre hombre y mujeres, el puntaje total de esta categoría fue ubicada en un miedo moderado-alto para ambos grupos. En la subescala "Miedo al propio proceso de morir", la puntuación derivada en hombres y mujeres presenta un miedo mayor que a la muerte en sí y las mujeres presentan mayor miedo a la muerte del otro; estos dos últimos resultados en particular concuerdan con el hallazgo obtenido en este estudio. En contraste, este estudio refiere que los alumnos del tercer grado presentan un miedo alto a la muerte del otro, mientras que los hallazgos presentados muestran que son los estudiantes del primer y segundo semestre quienes tienen un mayor miedo a la muerte del otro (Edo Gual et al., 2011).

Finalmente, una investigación realizada en una universidad pública en México reportó que los estudiantes de enfermería si presentan miedo a la muerte, y muy notoriamente miedo hacia la muerte del otro (Orozco-González et al., 2013). Es evidente la necesidad que existe de capacitar a los estudiantes de enfermería para desarrollar estrategias que les permitan afrontar la muerte de los demás y de esta forma, encontrar un sentido a la vida y al tránsito por esta para disminuir la ansiedad que genera el proceso de muerte de uno mismo.

## **Conclusiones**

Se puede concluir que el tema de la muerte de los pacientes, es complejo y de mucha importancia, al que lamentablemente no se le ha puesto la suficiente atención, no solo para los pacientes, además para las familias y el personal de salud que los atiende.

Estos niveles altos de miedo hacia la muerte del otro pueden afectar significativamente en la presencia e instalación de un duelo saludable por parte de los estudiantes de enfermería y que impacta además en la dinámica escolar, hospitalaria y familiar. Se pudo observar que el nivel de experiencia con la muerte, no influía de manera significativa con los índices altos de miedo, mostrando la mayor relevancia para esto, que el semestre con mayor índice de miedo a la muerte, fuese el segundo; sin embargo con poca diferencia para los

resultados de semestres posteriores, lo que refleja que no solo la experiencia ayuda a que estos índices bajen.

Los estudiantes no presentan miedo a su muerte, pero sí miedo al proceso de su muerte; les provoca más temor el cómo se presente la muerte que ésta en sí, lo que conduce a pensar en la necesidad de incluir en los programas de formación de recursos humanos en enfermería, la materia de Tanatología como un medio para acercar a los estudiantes al conocimiento de la muerte, su proceso e implicaciones tanto para el individuo como para su familia, tanto de manera previa a las vivencias clínicas y posible afrontamiento a la muerte, así como soporte una vez que se haya presentado ésta.

### References:

1. Agusti, A. M., Esquerda, M., Amorós, E., Kiskerri, A., Nabal, M., & Viñas, J. (2018). Miedo a la muerte en estudiantes de Medicina. *Medicina Paliativa*, 25(4), 230–235. <https://doi.org/10.1016/j.medipa.2017.05.005>
2. Boceta Osuna, J., Galán González-Serna, J. M., Gamboa Antiñolo, F. M., & Muniain Ezcurra, M. Á. (2017). Factores sociodemográficos que influyen en la ansiedad ante la muerte en estudiantes de medicina. *Educación Médica*, 18(3), 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.07.004>
3. Bužgová, R., & Janíková, E. (2017). Czech Adaption of the Collett–Lester Fear of Death Scale in a Sample of Nursing Students. *OMEGA - Journal of Death and Dying*, 80(1), 20–34. <https://doi.org/10.1177/0030222817725183>
4. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, & Secretaría de Servicios Parlamentarios. (2014). *Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud*. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjChMvak-1AhXVmGoFHZopAyYQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.diputados.gob.mx%2FLeyesBiblio%2Fregley%2FReg\\_LGS\\_MIS.pdf&usg=AOvVaw3jT6T5YiAZeaTNwpATcwG0](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjChMvak-1AhXVmGoFHZopAyYQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.diputados.gob.mx%2FLeyesBiblio%2Fregley%2FReg_LGS_MIS.pdf&usg=AOvVaw3jT6T5YiAZeaTNwpATcwG0)
5. Centro Nacional de Trasplantes. (2020, October 16). *¿Qué tanto sabes sobre donación y trasplantes?* Centro Nacional de Trasplantes. <https://www.gob.mx/cenatra/articulos/que-tanto-sabes-sobre-donacion-y-trasplantes?idiom=es>
6. De Dios Duarte, M. J., & Varela Montero, I. (2019). Afrontamiento de la muerte en estudiantes de Ciencias de la Salud. *Educación Médica Superior*, 33(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-21412019000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21412019000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
7. Díaz Tobajas, M. C., Juarros Ortiz, N., García Martínez, B., & Sáez Gavilán, C. (2016). Estudio de la ansiedad del profesional de

- enfermería de cuidados intensivos ante el proceso de la muerte. *Enfermería Global*, 16(1), 246. <https://doi.org/10.6018/eglobal.16.1.232221>
8. Edo Gual, M., Tomás Sábado, J., & Aradilla Herrero, A. (2011). Miedo a la muerte en estudiantes de enfermería. *Dialnet*, 21(3), 129–135.
  9. *Elisabeth Kübler-Ross Biography*. (n.d.). EKR Foundation. <https://www.ekrfoundation.org/elisabeth-kubler-ross/biography/>
  10. Espinoza V., M., & Sanhueza A., O. (2012). Miedo a la muerte y su relación con la inteligencia emocional de estudiantes de enfermería de Concepción. *Acta Paulista de Enfermagem*, 25(4), 607–613. <https://doi.org/10.1590/s0103-21002012000400020>
  11. González Martínez, A. K., Martín del Campo Martínez, G. C., Ríos Díaz, R., Sánchez Báez, S. J., Vásquez Lizalde, E., Gómez Cardona, J. P., & Rosales Hernández, V. S. (2019). Miedo y actitudes ante la muerte en estudiantes de enfermería de una universidad pública de Aguascalientes. *Lux Médica*, 14(41), 77–83. <https://doi.org/10.33064/41lm20192015>
  12. Hernández Márquez, C. I., & Rojas Mancines, J. A. (2021). Miedo a la muerte en estudiantes de enfermería y cursos de tanatología. *Rev ROL Enferm*, 44(9), 42–49.
  13. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
  14. Marchán Espinosa, S. (2015). Afrontamiento del profesional de enfermería ante la muerte de pacientes en unidades de paliativos y oncología | NURE Investigación. *Www.nureinvestigacion.es*, 13(82). <https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/789/702>
  15. Mondragón-Sánchez, E. J., Cordero, E. A. T., Espinoza, M. de L. M., Landeros-Olvera, E. A., (2015). Comparación del nivel de miedo a la muerte entre estudiantes y profesionales de enfermería en México. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 23(2), 323–328. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.3550.2558>
  16. Orozco-González, M. Á., Tello-Sánchez, G. O., Sierra-Aguillón, R., Gallegos-Torres, R. M., Xequé-Morales, Á. S., Reyes-Rocha, B. L., & Zamora-Mendoza, A. (2013). Experiencias y conocimientos de los estudiantes de enfermería, ante la muerte del paciente hospitalizado. *Enfermería Universitaria*, 10(1), 8–13. [https://doi.org/10.1016/s1665-7063\(13\)72622-8](https://doi.org/10.1016/s1665-7063(13)72622-8)
  17. Pérez García, L., Almanzar Curiel, A., Sevilla Godínez, R. E., & Ramos Escobedo, A. (2018). Exploración psicométrica de la Escala de Miedo a la Muerte de Collet-Lester en profesionales de enfermería. *Conjeturas Sociológicas*, 58–73.

18. Sierra Ramirez, M. L., & Lee, B. I. (2015). Actitud del profesional de enfermería frente a la muerte de un paciente. *Cuidado & Ocupación Humana*, 4(2322-6781), 6–10.
19. Zambrano, Y. H., Naranjo, G. M., Jimbo, C. B., Martínez, N. G., & Plascencia, A. R. (2019). Evaluación del nivel de miedo a la muerte entre estudiantes de Licenciatura en Enfermería. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política Y Valores*, 71(2). <https://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/565/985>

## **Evaluation De L'utilisation Des Huiles Essentielles De Six Plantes Aromatiques Collectées Au Benin Dans La Lutte Alternative Contre Les Aflatoxins**

*Yann Christie Sissinto Adjovi,*

Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire  
Ecole des Sciences et Techniques de Conservation et de Transformation des  
Produits Agricoles / Université Nationale d'Agriculture

*Prince Joli Fossou,*

*Akimath Tahirou,*

Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire

*Hilarion Ulrich Ahehehinnou,*

Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p207](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p207)

Submitted: 06 October 2021

Accepted: 16 February 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Sissinto Adjovi.Y.C., Joli Fossou P., Tahirou A., & Ulrich Ahehehinnou H., (2022). *Evaluation De L'utilisation Des Huiles Essentielles De Six Plantes Aromatiques Collectées Au Benin Dans La Lutte Alternative Contre Les Aflatoxins* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 207.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p207>

### **Resume**

Dans la lutte contre les aflatoxines, le recours aux méthodes alternatives est de plus en plus préféré. Cette étude a consisté à évaluer l'efficacité des huiles essentielles de six plantes aromatiques (*Mentha spicata*, *Mentha piperita*, *Cymbopogon citratus*, *Illicium verum*, *Cinnamomum verum*, *Myristica fragrans*) extraites sur le développement des moisissures d'une part et sur leurs capacités anti-aflatoxinogènes d'autre part. Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation. L'activité antifongique de ces dernières ont été évaluées in vitro par les tests de diffusion directe, de micro-atmosphère et de test en puits. L'huile essentielle de *C. verum* a présenté la meilleure activité antifongique par inhibition totale à des concentrations de 0,01mg/μl sur *A. novoparasiticus* (AF32) et de 0,1 mg/μl sur *A. flavus* (AFc5) et *A. novoparasiticus* (NCPT280). Les huiles essentielles d'*I. verum* et de *C. citratus* ont eu une importante activité antifongique par les méthodes de

diffusion directe et de puits respectivement à 0,5 mg/µl. L'huile essentielle de *M. spicata* a également présenté une bonne activité antifongique sur la souche AFc5 par inhibition totale de celle-ci par la méthode de diffusion directe à 0,5 mg/µl. De faible activité ont été obtenue avec les huiles essentielles de *M. piperita* et de *M. fragrans*. Les résultats de cette étude montrent la possibilité d'utilisation des huiles essentielles de *C. verum*, de *I. verum* et de *C. citratus* comme moyen de lutte alternative contre les moisissures au cours du stockage de matière première.

---

**Mots Cles :** Aflatoxines, Lutte alternative, Moisissures, Huile essentielle

## **Essential Oils In The Alternative Fight Against Aflatoxins**

*Yann Christie Sissinto Adjovi,*

Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire  
Ecole des Sciences et Techniques de Conservation et de Transformation des  
Produits Agricoles / Université Nationale d'Agriculture

*Prince Joli Fossou,*

*Akimath Tahirou,*

Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire

*Hilarion Ulrich Ahehinnou,*

Laboratoire de Biochimie et de Biologie Moléculaire

---

### **Abstract**

In the fight against aflatoxins, the use of alternative methods is increasingly preferred. This study consisted in evaluating the effectiveness of essential oils of six aromatic plants (*Mentha spicata*, *Mentha piperita*, *Cymbopogon citratus*, *Illicium verum*, *Cinnamomum verum*, *Myristica fragrans*) extracted on the development of molds on the one hand and on their antiaflatoxinogenic capacities on the other hand. The essential oils were extracted by hydrodistillation. The antifungal activity of these oils was evaluated in vitro by direct diffusion, micro-atmosphere and well tests. The essential oil of *C. verum* showed the best antifungal activity by total inhibition at concentrations of 0.01mg/µl on *A. novoparasiticus* (AF32) and 0.1 mg/µl on *A. flavus* (AFc5) and *A. novoparasiticus* (NCPT280). Essential oils of *I. verum* and *C. citratus* had significant antifungal activity by direct diffusion and sink methods respectively at 0.5 mg/µl. The essential oil of *M. spicata* also showed good antifungal activity on the AFc5 strain by total inhibition of it by direct diffusion method at 0.5 mg/µl. Weak activity was obtained with the essential oils of *M. piperita* and *M. fragrans*. The results of this study show the possibility of using essential oils of *C. verum*, *I. verum* and *C. citratus* as an alternative means of control of molds during the storage of raw material.

---

**Keywords:** Aflatoxins, Alternative control, Molds, Essential oils.

## Introduction

Les plantes aromatiques sont un ensemble de plantes odorantes susceptibles d'être utilisées dans les domaines pharmaceutiques, alimentaires, cosmétiques. Des études préliminaires ont montré l'utilisation des plantes aromatiques dans la conservation des produits alimentaires contre les mycotoxines (Prakash *et al.*, 2015; Dwivedy *et al.*, 2016), métabolites secondaires toxiques, produit par plusieurs espèces de champignons filamenteux, surtout ceux appartenant aux genres *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* et *Claviceps* (Marin *et al.*, 2013). Parmi ces mycotoxines, les aflatoxines sont les toxines qui suscitent un grand intérêt dans la recherche car elles posent un réel problème aussi bien aux producteurs de matières premières agricoles qu'à la santé humaine. Plusieurs travaux ont montré la présence de ces mycotoxines et des moisissures responsables de leur production dans des produits agricoles comme des céréales (maïs, riz, ...), des oléagineux (arachides), des épices séchées (piment, ail, poivre, gingembre, ...), les cossettes de manioc et d'ignames, les poissons fumés et fermentés (Gnonlonfin *et al.*, 2010 ; 2012 ; 2013 ; Adjovi *et al.*, 2019 ; Adjovi *et al.*, 2020). Gnonlonfin *et al.* (2013) ont montré l'impact majeur de la présence de ces toxines sur les pays en développement et spécifiquement sub-sahariens. En tenant compte de l'importance sanitaire et économique de la contamination des produits agricoles et alimentaires, par les aflatoxines, plusieurs études ont porté sur la mise au point de moyens de lutte alternatives (Kedia *et al.*, 2015; Miri *et al.*, 2019). Certaines études ont également montré l'utilisation des huiles essentielles tels que *Thymus vulgaris*, *Allium sativum*, *Cymbopogon citratus*, *Citrus aurantifolia*, *Mentha longifolia*, *Laurus nobilis* dans la conservation des produits alimentaires et leurs propriétés microbiennes (Hyldgaard *et al.*, 2012), (Degnon *et al.*, 2016), (Adjovi *et al.*, 2019). Jantan *et al.* (2008), Huang *et al.* (2010), Bassolé *et al.* (2011), Soni *et al.* (2016), Bayan, (2018) Kot *et al.*, (2018) ont montré les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles de *Mentha spicata*, de *Mentha piperita*, de *Myristica fragrans*, de *Cymbopogon citratus*, de *Cinnamomum verum* et de *Illicium verum*. Certaines études ont montré l'activité antifongique de ces espèces végétales contre *Aternaria alternata*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium tricinctum*, *Candida albicans* (Boukhatem *et al.*, 2014; Das *et al.*, 2018). Cette étude vise à montrer l'activité antifongique et anti-aflatoxine des huiles essentielles de six espèces végétales, contre le développement de *Aspergillus flavus* (AFc5) et de *Aspergillus novoparasiticus* (AF32 et NCPT280). L'issue de cette étude permettrait de connaître les différentes méthodes possibles d'utilisation de ces huiles essentielles dans la conservation de matière première.

## **Materiel Et Methodes**

### **Materiel**

#### **Matières Végétales**

Les feuilles de *Mentha spicata*, *Mentha piperita* et *Cymbopogon citratus* provenant respectivement des jardins de Togbin et Abomey-Calavi ont été utilisées. Elles ont été cultivées sans composé chimique. Par ailleurs, les graines de *Illicium verum*, de *Myristica fragrans* et l'écorce de *Cinnamomum verum* issus du Marché Dantokpa ont également été utilisés. L'échantillonnage a été faite en novembre 2020.

#### **Souches fongiques**

Les souches fongiques utilisées pour les différents tests ont été les souches de référence de *Aspergillus flavus* (AFc5), de *Aspergillus novoparasiticus* (AF32) et de *Aspergillus novoparasiticus* (NCPT 280) isolé et séquencée par Adjovi *et al.* (2013). Une culture fraîche sur gélose Potato Dextrose agar a été réalisée à cet effet.

### **Methodes**

#### **Extraction D'huile Essentielle**

Les feuilles sèche (500 g) ont été soigneusement lavées avec de l'eau distillée, puis broyées dans un mélangeur Waring (elta Carl-Zeiss-Strasse 8) et soumises à une hydrodistillation de type Clevenger pendant 3 heures selon la procédure décrite dans la Pharmacopée européenne (Conseil de l'Europe, 1997). La fraction volatile (OE) a été séparée et stockée dans un pilulier en verre teinté propre (Samia, 2015).

#### **Test d'activité antifongique**

L'activité antifongique des huiles essentielles des plantes a été déterminée à l'aide de trois tests différents. Pour tous les tests, les suspensions microbiennes ont été ajustées à  $10^7$  cfu/ml et étaler dans la gélose de pomme de terre.

Le contrôle négatif a été préparé en utilisant uniquement la solution de diméthylsulfoxyde (DMSO) utilisée pour diluer l'huile essentielle. L'activité antifongique a été évaluée en mesurant le diamètre d'inhibition des zones au centimètre près. Toutes les expériences ont été répétées trois fois. Les moisissures sous-cultivées ont été incubées à  $30 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . La croissance mycélienne a été appréciée chaque jour en mesurant la moyenne de deux diamètres perpendiculaires passant par le milieu de l'huile essentielle point de dépôt, du premier jour au cinquième (5 jours minimum). L'activité antifongique a été évaluée par la formule suivante :

$$\text{Activité antifongique (AA)} = \frac{(D_c - D_t)}{D_c} \times 100$$

Dc :Diamètre de croissance dans la plaque témoin (témoin) (boîte de Pétri sans huile essentielle) Dt : Diamètre de croissance dans la plaque contenant l'agent antifongique testé (Imène, 2011)

### Méthode de diffusion sur disque

Le test est la méthode de diffusion sur disque (NCCLS, 2002) de Boutabia et al (2016). L'inoculum a été étalé à la surface d'une gélose Potatoes Dextrose Agar (PDA) coulée en boîte de Pétri. Des disques de papier absorbant ont été placés à la surface des géloses en boîtes de Pétriensemencées. Ces disques sont ensuite imprégnés de 50µl de solution d'huile essentielle de différentes concentrations. Les huiles essentielles sont diluées dans une solution aqueuse contenant 0,1% de DMSO.

### Méthode de diffusion en puits

Selon la procédure utilisée dans la méthode de diffusion sur disque, la surface de la plaque d'agar a été inoculée en étalant l'inoculum fongique sur l'ensemble surface d'agar. Ensuite, un trou d'un diamètre de 6 mm est réalisé au centre et 50 µl de solution préparée à différentes concentrations chaque huile essentielle sont introduites dans le puits. Ensuite, des plaques d'agar sont incubées (Asma,2013).

### Micro-atmosphère

Selon Hmiri *et al.* (2013), le test de micro-zone est une technique similaire aux aromagrammes. La méthode a consisté à placer le disque imprégné d'huile essentielle au centre du couvercle de la boîte de Pétri. Cela signifie que ce dernier n'a plus été en contact avec la gélose moyenne. Un disque de papier Whatman (1,2 cm diamètre) a été imprégné de 50 µl de solution à différentes concentrations d'huiles essentielles a été placé dans le centre du couvercle d'une boîte de Pétri contenant le PDAensemencé. La boîte de Pétri a été incubée pendant 5 jours à 30°C.

## Resultats

### Extraction D'huiles Essentielles

Les rendements d'extractions des huiles essentielles de *Mentha spicata*, *Mentha piperita*, *Cymbopogon citratus*, *Illicium verum*, *Cinnamomum verum* et *Myristica fragrans* sont faibles. Le plus élevé est celui de *Illicium verum* avec 2,21% et le plus faible l'extrait de *Cymbopogon citratus* avec 0,10%. Le tableau 1 suivant présente les rendements d'extraction par hydrodistillation.

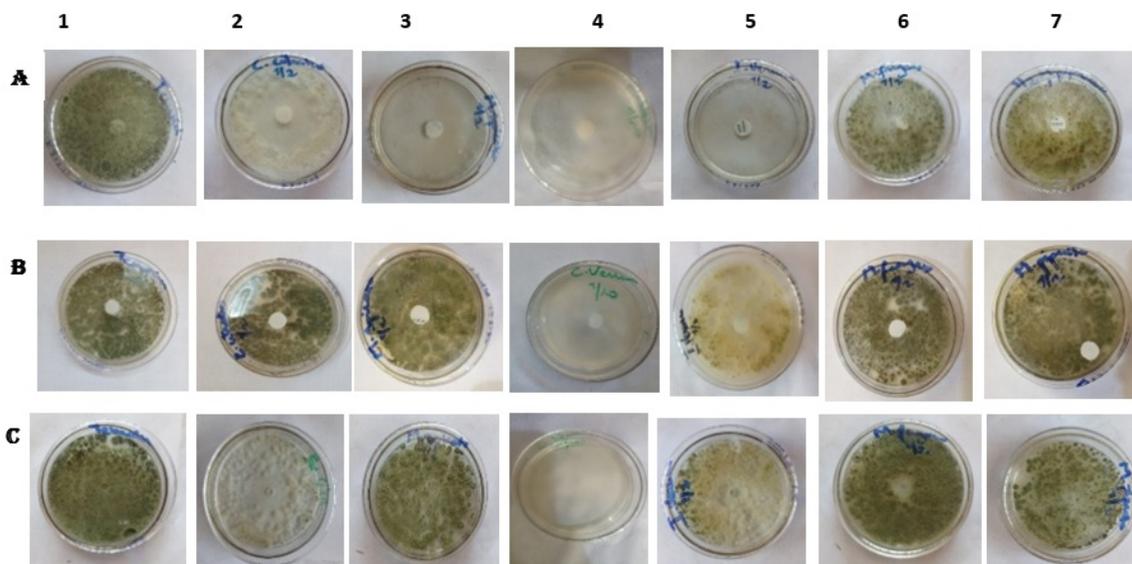
**Tableau 1 : Rendement d'extraction**

Matières végétales	Rendement
<i>Mentha spicata</i>	0.41%
<i>Mentha piperita</i>	0.40%
<i>Cymbopogon citratus</i>	0.10%
<i>Illicium verum</i>	2.12%
<i>Cinnamomum verum</i>	0.84%

<i>Myristica fragrans</i>	3.6%
---------------------------	------

### Activité antifongique sur les espèces d'*Aspergillus*

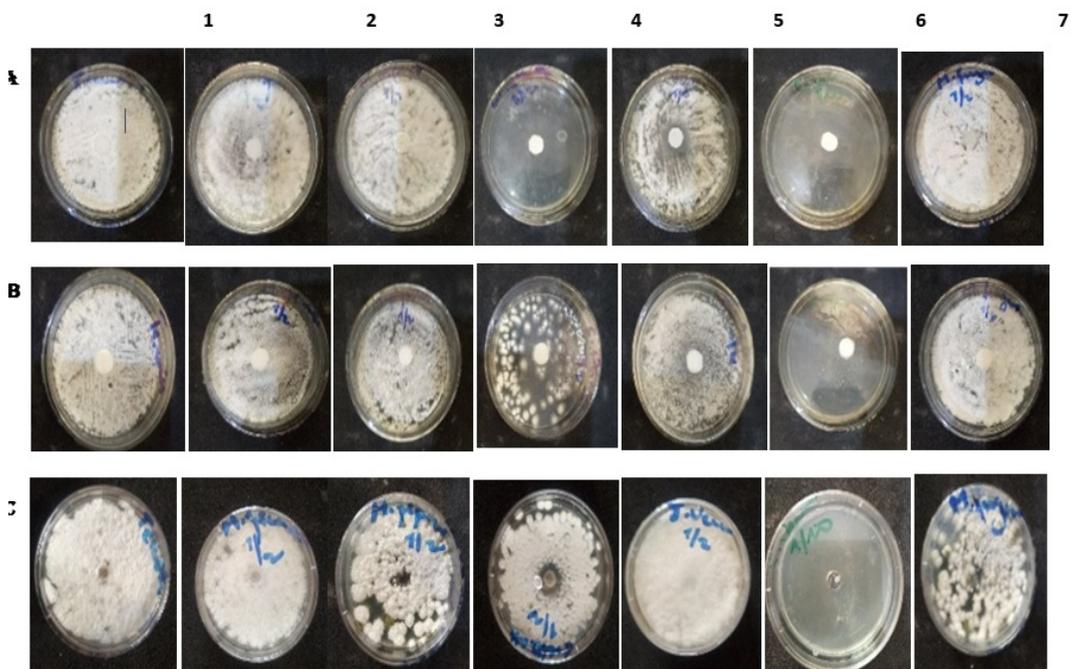
Toutes les huiles essentielles n'ont pas montré d'activité antifongique contre les souches mais des modifications au niveau de la pigmentation et de la morphologie des champignons ont été observées. Les figures 1, 2 et 3 montrent les tests réalisés sur les souches fongiques évaluées. L'analyse des résultats des différents tests effectués, indique que sur les six essences étudiées, quatre ont présenté des propriétés antifongiques sur Afc5 (figure 1).



**Figure 1 :** Effets antifongiques des huiles essentielles sur *Aspergillus flavus* Afc5 évalués pendant 5 jours

**A.** Méthode de diffusion directe sur gélose **B.** Méthode de Micro atmosphère **C.** Méthode en puits

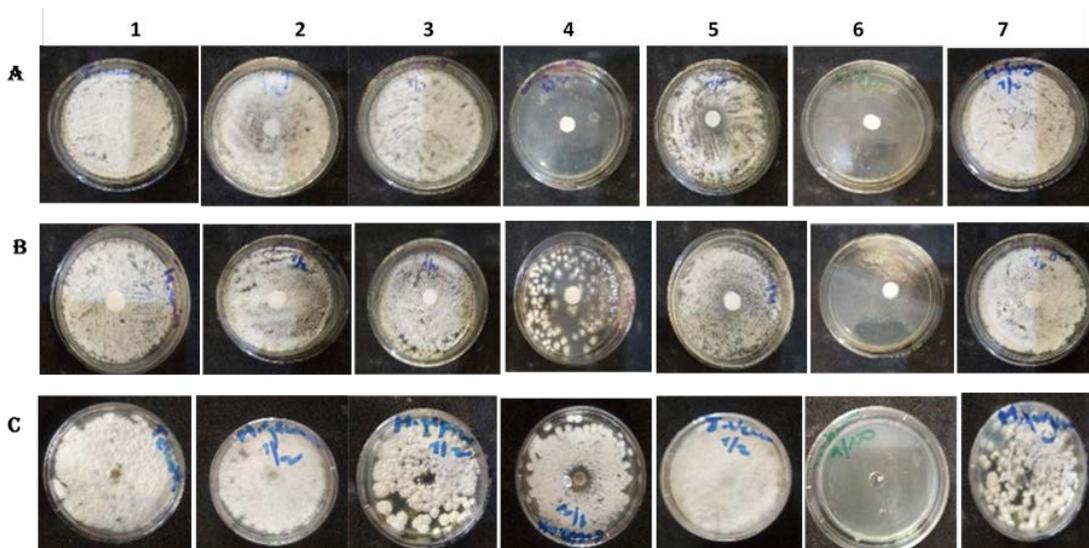
1. Témoin ; 2. *C. citratus* ; 3. *M. spicata* ; 4. *C. verum* ; 5. *I. verum* ; 6. *M. fragrans* ; 7. *M. piperita*



**Figure 2:** Effets antifongiques des huiles essentielles sur *Aspergillus novoparasiticus* NCPT280 évalués pendant 5 jours

A. Méthode de diffusion directe sur gélose B. Méthode de Micro atmosphère C. Méthode en puits

1. Témoin ; 2. *M. piperita*; 3. *M. spicata* ; 4. *C. citratus* ; 5. *I. verum* ; 6. *C. verum* ; 7. *M. fragrans*.



**Figure 3:** Effets antifongiques des huiles essentielles sur *Aspergillus novoparasiticus* AF32 évalués pendant 5 jours

A. Méthode de diffusion directe sur gélose B. Méthode de Micro-atmosphère C. Méthode en puits

1. Témoin ; 2. *M. piperita*; 3. *M. spicata* ; 4. *C. citratus* ; 5. *I. verum* ; 6. *C. verum* ; 7. *M. fragrans*

Les essais d'activité antifongiques des huiles essentielles, effectués sur *Aspergillus novoparasiticus* NCPT280 ont montré que, seuls les extraits de *C.*

*verum*, de *C. citratus* et de *I. verum* ont un effet sur la souche. L'huile essentielle de *C. verum* a inhibé totalement la croissance de *A. novoparasiticus* à une concentration de 0,1µl/µl pour les trois méthodes. Des changements ont été également observés macroscopiquement avec l'apparition d'un mycélium aérien blanchâtre. Les caractères microscopiques ont aussi été modifiés notamment au niveau de la vésicule globulaire à structure unisériée, couvert au ¼ ; des hyphes courtes, moins développés et des conidies petites. Le tableau 2 suivant présente la capacité d'inhibition de la croissance fongique à différentes concentrations des six huiles essentielles testées. Ces résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition.

**Tableau 2 : Taux d'inhibition de la croissance fongique à différentes concentrations des six huiles essentielles suivant trois méthodes d'évaluation**

Concentration (mg/µl)		Diffusion directe				Micro-atmosphère			Puits				
		0,5	0,2	0,1	0,01	0,5	0,2	0,1	0,01	0,5	0,2	0,1	0,01
<b>Taux d'inhibition de la croissance fongique (%)</b>													
<i>M. spicata</i>	AFc5	100	0	0	0	66,66	0	0	0	12,03	0	0	0
	AF32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NCPT2 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. piperita</i>	AFc5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF32	0	0	0	0	0	0	0	0	7,77	0	0	0
	NCPT2 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. citratus</i>	AFc5	28,14	0	0	0	0	0	0	0	55,18	20,55	0	0
	AF32	42,22	0	0	0	5,55	0	0	0	23,33	0	0	0
	NCPT2 80	18	0	0	0	0	0	0	0	15,74	11,11	0	0
<i>I. verum</i>	AFc5	90	0	0	0	72,22	0	0	0	26,29	10,59	0	0
	AF32	37,77	0	0	0	18,88	0	0	0	22,22	16,66	0	0
	NCPT2 80	27,88	0	0	0	65,55	0	0	0	8,51	7,77	0	0
<i>C. verum</i>	AFc5	100	100	100	0	100	100	100	0	100	100	100	11,11
	AF32	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	NCPT2 80	100	100	100	0	100	100	100	0	100	100	100	15,11
<i>M. fragrans</i>	AFc5	0	0	0	0	0	0	0	0	11,85	0	0	0
	AF32	0	0	0	0	0	0	0	0	66,66	0	0	0
	NCPT2 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Témoin	AFc5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	NCPT2 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
--	-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Les huiles essentielles d'*I. verum* et de *C. citratus* ont inhibé le développement et la pigmentation d'*A. flavus* et d'*A. novoparasiticus* pour les trois méthodes. Une légère inhibition de la pigmentation est également observée avec les huiles de *M. spicata*, de *C. verum*, de *M. fragrans* et de *M. piperita*. Les six huiles essentielles ont modifié la morphologie des conidiophores et des conidies ainsi que les têtes aspergillaires qui se sont désorganisées.

### Activité anti-aflatoxines

L'évaluation de la production d'aflatoxines a été testée sur la souche *AFc5* de l'espèce *Aspergillus flavus* qui est productrice d'aflatoxines B1 et B2 et sur la souche *AF32* de l'espèce *Aspergillus novoparasiticus* productrice des aflatoxines B1, B2, G1 et G2. Les tests effectués sur les trois huiles essentielles ayant la plus faible activité antifongique montrent que malgré le développement mycélien qu'elles inhibent la production d'aflatoxines.

Le tableau 3 suivant présente les résultats des analyses.

**Tableau 3** : Test de production d'aflatoxine

Méthodes Huiles essentielles	Diffusion directe		Micro-atmosphère		Puits	
	AFc5	AF32	AFc5	AF32	AFc5	AF32
Témoin (DMSO 0,1%)	+	+	+	+	+	+
<i>C. verum</i>	-	-	-	-	-	-
<i>I. verum</i>	-	-	-	-	-	-
<i>C. citratus</i>	-	-	-	-	-	-

AFc5 : *A. flavus* ; AF32 : *A. novoparasiticus*;

+: production d'aflatoxine, - : inhibition de la production d'aflatoxine

### 3. Discussion

Dans le cadre de la lutte contre les mycotoxines, spécialement les aflatoxines, l'utilisation de moyens alternatifs naturels a été proposée. Ainsi plusieurs travaux de recherche ont porté sur les propriétés antifongiques des huiles essentielles. Dans notre étude six huiles essentielles extraites de plantes aromatiques ont été testées sur trois souches d'*Aspergillus productrices d'aflatoxines*. Les rendements des extractions réalisées sont en général faibles. Le tableau 1 présente ces rendements. Pour les extraits de menthe (*M. spicata* et *M. piperita*) les rendements obtenus sont inférieurs à ceux de (Adjou, 2013) qui ont respectivement 0,96% et 1,17% ; il en est de même pour *Illicium verum* (6% (Mostaganem et al., 2018)), *Cymbopogon citratus* 0,61 % (Kobenan et al., 2021 et *Cinnamum verum* 1,8% (Rahimifard et Shoeibi, 2008). Les différences de rendement observées par rapport à d'autres auteurs pourraient être liées à l'état du matériel, la zone de récolte, le temps de

collecte, la nature du sol, le climat et la procédure d'extraction (Chahboun *et al.*, 2015). Néanmoins, le meilleur rendement (3,6%) est obtenu avec les graines de *M. fragrans*. Ce pourcentage est supérieur à celui de (Lee *et al.*, 2007) ayant obtenu 2,9%. Cette Huile Essentielle, montre une inhibition de 11,85% de la croissance de *Aspergillus flavus* AFc5 par la méthode en puits avec 0,5µl. Cette activité confirme les travaux de (Atta-Ur-Rahman *et al.*, 2000) qui ont relevé une faible activité antifongique de cette HE sur *Aspergillus flavus*. Les graines de *Illicium verum* ont également donné un bon rendement de 2,12% ; mais une différence significative du rendement est observée, comparé à celui de (Mostaganem *et al.*, 2018) qui était de 6%. L'activité antifongique de l'HE de *I. verum* contre *A. flavus* et *A. novoparasiticus* a été montrée dans cette étude. L'aromatogramme réalisé avec *I. verum* a donné la meilleure activité avec 90% d'inhibition de *A. flavus* ; par le test de micro-atmosphère la plus forte activité inhibitrice de croissance a été observée sur *A. novoparasiticus* soit 65,55% avec 0,5µl d'HE. Ces résultats sont similaires à ceux de (Aly *et al.*, 2016) qui ont testé cette HE sur *A. flavus*. L'HE de l'anis étoilé possède une forte activité antimicrobienne (90%) contre *Botrytis cinerea*, *colletotrichum gloeosporioides* (Lee *et al.*, 2007). Des changements similaires dans la morphologie des hyphes et des conidiophores après exposition à l'HE de *I. verum* ont été également observés par d'autres auteurs (Freire *et al.*, 2011; Yanjun Li *et al.*, 2020). Les pourcentages observés supposent que l'activité de l'HE de *I. verum* est due aux composés volatiles comme la trans-anéthol connue pour ces propriétés antimicrobiennes (Y. Huang *et al.*, 2010). L'activité antifongique de l'Huile essentielle d'anis étoilé peut être attribuée principalement à sa composition en trans anéthole et limonène (Freire *et al.*, 2011)(Mugnaini *et al.*, 2012).

Pour *Cinnamomum verum*, un rendement de 0,84% a été obtenu avec l'écorce ce qui est inférieur à celui obtenu par (Rahimifard N, Shoeibi SH, 2008) (1,8%). Le test d'activité antifongique de cette huile essentielle a montré une inhibition de la croissance de *A. flavus* et *A. novoparasiticus* pour les trois méthodes effectuées. La concentration minimale inhibitrice (CMI) des deux souches est de 0,1ppmv. Des résultats similaires, d'inhibition totale, sont obtenus par (Císarová *et al.*, 2016) qui ont testé l'HE de *C. verum* sur *A. parasiticus* et *A. flavus* par la méthode de micro-atmosphère. D'un autre côté (Manso *et al.*, 2013) ont mis en évidence le ralentissement de la croissance fongique sur *A. flavus* par la méthode macrodilution en contact directe, avec une désorganisation de la tête aspergillaire et un rétrécissement des hyphes. Cette activité antifongique pourrait être due à la présence de plusieurs molécules bioactives telles que l'eugénol et le cinnamaldéhyde contenues dans l'huile essentielle de *C. verum* (Marchese *et al.*, 2017; Mateen *et al.*, 2019; Wei, 2019).

Quant aux feuilles de *M. spicata* les résultats des tests antifongiques ont révélé une inhibition totale de la croissance de *Aspergillus flavus* par aromatoigramme avec 0,5µl mais n'a pas agi sur la croissance de *Aspergillus novoparasiticus*.

L'activité antifongique de la menthe verte a été prouvée par d'autres auteurs comme (Filho, 2021) qui a évalué l'action des huiles essentielles de *Mentha piperita*, *Cymbopogon martinii*, *Cinnamomum camphora*, *Mentha spicata* contre *Botrytis cinerea* par différentes méthodes *in vitro*. D'après ses résultats l'HE de *M. spicata* et de *C. martinii* ont présenté l'activité la plus élevée par les méthodes de contact direct, de contact avec la vapeur, de germination des spores et de dilution par micro-puits. Cette activité antifongique pourrait s'expliquer par la présence de carvone et de limonène dans l'huile essentielle de *M. spicata*, rapportée par plusieurs auteurs (Bayan, 2018; A Piras et al., 2016). Parallèlement, l'huile essentielle des feuilles de *M. piperita* n'a montré aucune inhibition de la croissance des souches de *Aspergillus flavus* et *Aspergillus novoparasiticus* par les trois méthodes d'évaluation. Mais contrairement à nos résultats, plusieurs études antérieures ont montré l'activité antimicrobienne de *M. piperita* (Mimica-Dukic et al., 2003; Neeraj et al., 2008; Singh et al., 2015 ) et son activité antifongique bien que faible, sur *Aspergillus flavus* (Moghaddam et al., 2013; Saharkhiz et al., 2012; Desam et al., 2019; Plavsic et al., 2017).

En ce qui concerne les feuilles de *Cymbopogon citratus*, 20 $\mu$ l/ $\mu$ l de l'huile essentielle extraite a inhibé 20,55% de *A. flavus* à et 11,11% de *A. novoparasitus* par la méthode en puits. (Martinazzo et al., 2019) dans leur étude ont constaté que l'huile essentielle de *C. citratus* agit sur la croissance de *Aspergillus flavus* à partir 0,6  $\mu$ l/ml mais provoque une inhibition totale à partir de 1 $\mu$ l/ml. Mais les deux autres tests ont été moins efficace surtout le test de micro-atmosphère qui n'a montré aucune activité antifongique des molécules volatiles et le test de diffusion qui n'a montré une activité antifongique qu'à partir de 0,5 $\mu$ l/ $\mu$ l.

## Conclusion

Les résultats de ces travaux ont révélé que les huiles essentielles issues des graines, des écorces et des feuilles de *I. verum*, de *C. verum* et de *C. citratus* respectivement collectée au Sud du Bénin ont une activité antifongique et peuvent être utilisées pour bloquer le développement d'*Aspergillus flavus* et d'*Aspergillus novoparasiticus* et la production d'aflatoxine pendant l'entreposage des denrées alimentaires. Les huiles essentielles de *I. verum*, de *C. verum* et de *C. citratus* possédant un potentiel antifongique assez élevé peuvent être utilisées comme moyen de lutte alternatif naturel dans la protection des aliments contre les mycotoxines, spécialement les aflatoxines. L'emploi des huiles essentielles des plantes aromatiques usuelles vient donc en réponse aux problèmes d'amélioration de la sécurité sanitaire des aliments.

## References:

1. Adjou, E. S. (2013). Efficacité des extraits de plantes dans la lutte contre les moisissures toxigènes isolées de l'arachide en post-récolte

- au Bénin. *Applied Biosciences*, 70(October 2013), 5555–5566.
2. Adjovi, C.Y. S., Koulony, R., Atindehou, MA M., Ahehehinnou, U A. H., Dadavodou, J., & Sanni, A. (2019). *Laurus Nobilis L.* a Natural Alternative Against *Aspergillus flavus* and Aflatoxins. *International Journal of Developpement Research*, 09(05), 27692–27697.
  3. Gnonlonfin, G.J.B., Hell, K., Adjovi, Y., Fandohan, P., Koudande, D.O., Mensanh, G.A., Sanni, A., Brimer, L. 2013. A review on Aflatoxin contamination and its implication in the developping word: A sub-saharan African perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 349–365.
  4. Gnonlonfin, GJB, Adjovi, YC, Tokpo, AF, Agbekponou, ED, Ameyapoh, Y, de Souza, C, Brimer, L, Sanni, A. (2013) Mycobiota and aflatoxin genes cluster in marketed spices in West Africa. *Journal of food control*, 34, 115-120.
  5. Adjovi, YCS, Gnonlonfin, BJG., Bailly, S, Bailly, J-D, Tadrist, S, Puel, O, Oswald, POI, Sanni, A. (2015). Occurrence of mycotoxins in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and its products. *International Journal of Food Safety, Nutrition and Public Health*, 5 (3/4), 217-246.
  6. Adjovi, YCS, Hodeve, GT, Gnonlonfin, BJG, Sanni, A. 2019. Morphologic and Molecular Characterization of *Aspergillus flavus* Isolated from Smoked, Fermented and Dried Fishes Sold in Main Markets of Cotonou (Benin). *Journal of Food & Industrial Microbiology*, 5 (01), 1-6.
  7. Adjovi, YCS, Koulony, R, Atindehou, M, Ahehehinnou, HU, Dadavodou, J. (2020). Evaluation of the contamination of maize marketed in Benin by aflatoxins and alternative control. *Global Advanced Research Journal of Microbiology*, 9 (01), 05-12.
  8. Adjovi, YCS, Agnandji, P, Ayi-Fanou, L, Sanni, A (2019). Isolation of *Aspergillus* section Flavi and determination of aflatoxins in Bambara groundnut sold in Cotonou main markets (Benin). *Journal of Bioscience and Applied Research*, 5 (04), 486 -494.
  9. Adjovi, YCS, Ahehehinnou, HU, Dadavodou, J, Koulony, R, Sanni, A. (2019). Evaluation de la contamination du riz commercialisé au Bénin par les aflatoxines. *International Journal of Bioscience*, 15 (06), 210-217.
  10. Aly, SE, Sabry, BA, Shaheen, MS, Hathout, AS. (2016). Assessment of antimycotoxigenic and antioxidant activity of star anise (*Illicium verum*) *in vitro*. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(1), 20–27.
  11. Asma, K. (2013). Contribution à l'étude de certaines huiles essentielles de Lamiaceae, Myrtaceae, Gramineae, et Rutaceae du Mali, 1–32.
  12. Sidibe, L. (1997). Contribution a l'étude de certaines huiles essentielles de lamiacees, myrtacees, graminees et rutacees du Mali. Thèse de doctorat, Clermont Ferrand 2

13. Atta-UrR., Choudhary, M. I., Farooq, A., Ahmed, A., Iqbal, M. Z., Demirci, B., Demirci, F., Hüsnü Can Baser, K. (2000). Antifungal Activities and Essential Oil Constituents of Some Spices from Pakistan. *Journal of Chemical Society of Pakistan*, 22(1), 60–65.
14. Bassolé, I. H. N., Lamien-meda, B., Obame, L. C., Iboudo, A. J., Franz, C., Novak, J., Nebié, R. C., & Dicko, M. H. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. *Phytomedicine*, 18(2011), 1070-1074.
15. Bayan, Y. (2018). Chemical composition and antifungal and antibacterial activity of *Mentha spicata* L. volatile oil. *Phytochemistry*, 45(1), 64-69.
16. Boukhatem, M. N., Ferhat, M. A., Kameli, A., Saidi, F., & Kebir, H. T. (2014). Lemon grass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as a potent anti-inflammatory and antifungal drugs. *Libyan Journal of Medicine*, 9 (September 2014), 1–11.
17. Boutabia, L., Telailia, S., Bouguetof, I., Guenadil, F., & Chefrou, A. (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. De la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). *Bulletin de La Societe Royale Des Sciences de Liege*, 85(November), 174–189.
18. Buru, S. A. (2017). *Cinnamomum* genus : a review on its biological activities. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 9 (February), 1–12.
19. Chahboun, N., Esmail, A., Abed, H., Barrahi, M., Amiyare, R., & Berrabeh, M. H. (2015). Evaluation de l'activité bactériostatique d'huile essentielle de la *Lavandula Officinalis* vis-à- vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques (Evaluation of the bacteriostatic activity of the essential oil of *Lavandula Officinal*. *Journal Mater. Environ. Sci.* 6 (4), 1186–1191.
20. Císarová, M., Tančinová, D., Medo, J., & Kačániová, M. (2016). The *in vitro* effect of selected essential oils on the growth and mycotoxin production of *Aspergillus* species. *Journal of Environmental Science and Health*, 51(10), 668–674.
21. Das, S., Singh, V. K., Dwivedy, A. K., Kumar, A., Upadhyay, N., Singh, A., Saha, A. K., Ray, S., Prakash, B., & Dubey, N. K. (2018). Assessment of chemically characterised *Myristica fragrans* essential oil against fungi contaminating stored scented rice and its mode of action as novel aflatoxin inhibitor. *Natural Product Research*, 0 (November 2018), 1–5.
22. Degnon, G. R., Adjou, E. S., Metome, G., & Dahouenon-ahoussi, E. (2016). Efficacy of essential oils of *Cymbopogon citratus* and *Mentha piperita* in stabilizing of the fresh cow' s milk in southern Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*,

- 10(August), 1894–1902.
23. Desam, N. R., Al-Rajab, A. J., Sharma, M., Mylabathula, M. M., Gowkanapalli, R. R., & Albratty, M. (2019). Chemical constituents, *in vitro* antibacterial and antifungal activity of *Mentha × Piperita L.* (peppermint) essential oils. *Journal of King Saud University - Science*, 31(4), 528–533.
  24. Freire, J. M., Cardoso, M. G., Batista, L. R., & Andrade, M. A. (2011). Essential oil of *Origanum majorana L.*, *Illicium verum Hook. f.* and *Cinnamomum zeylanicum Blume*: chemical and antimicrobial characterization. *Revista Brasileira de Plantas Medicinaiis*, 13(September 2010), 209–214.
  25. Hmiri, S., Amrani, N., & Rahouti, M. (2011). Détermination in vitro de l'activité antifongique des vapeurs d'eugénol et d'huiles essentielles de *Mentha pulegium L.* et de *Tanacetum annuum L.* vis-à-vis de trois champignons responsables de la pourriture des pommes en post-récolte. *Acta Botanica Gallica*, 158(April 2013), 609–616.
  26. Huang, Y., Zhao, J., Zhou, L., Wang, J., Gong, Y., Chen, X., Guo, Z., Wang, Q., & Jiang, W. (2010). Antifungal Activity of the Essential Oil of *Illicium verum* Fruit and Its Main Component trans-Anethole. *Molecules*, 15(October 2010), 7558–7569. <https://doi.org/10.3390/molecules15117558>
  27. Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R. L., & Debabov, D. (2012). Essential oils in food preservation : mode of action , synergies , and interactions with food matrix components. *Review Article*, 3(January), 1–24.
  28. IARC. (1993). Evaluation of carcinogenic risks to humas. *international agency for research on cancer*, 56(June 1992), 2–609.
  29. Kedia, A., Dwivedy, A. K., & Jha, D. K. (2015). Efficacy of *Mentha spicata* essential oil in suppression of *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination in chickpea with particular emphasis to mode of antifungal action. *Cell Biology in Agricultural and Food Science*, September 2015, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s00709-015-0871-9>
  30. Kpadonou, D., Allanto, F., Kpadonou-Kpoviessi, B., Agbani, P., Gbaguidi, F., Baba-Moussa, L., Gbenou, J., Moudachirou, M., & Kpoviessi, S. (2019). Relations entre composition chimique, activité antioxydante et toxicité des huiles essentielles de deux espèces de *Cymbopogon* acclimatées au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 1201.
  31. Kot, B., Wierzchowska, K., Piechota, M., Czerniewicz, P., & Chrzanowski G. (2018). Antimicrobial activity of five essential oils from lamiaceae against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. *Natural Produc Research*, 6419, 1-5.
  32. Lalami, A. E. O., Moukhafi, K., Bouslamti, R., & Lairini, S. (2019). *Evaluation of antibacterial and antioxidant effects of cinnamon and*

- clove essential oils from Madagascar. ScienceDirect, 13(2019), 762–770.*
33. Lee, S. O., Park, I. K., Choi, G. J., Lim, H. K., Jang, K. S., Cho, K. Y., Shin, S. C., & Kim, J. C. (2007). Fumigant activity of essential oils and components of *Illicium verum* and *Schizonepeta tenuifolia* against *Botrytis cinerea* and *Colletotrichum gloeosporioides*. In *Journal of Microbiology and Biotechnology, 17(9)*, 1568–1572.
  34. Li, Yanjun, Wang, Y., Kong, W., Yang, S., Luo, J., & Yang, M. (2020). *Illicium verum* essential oil, a potential natural fumigant in preservation of lotus seeds from fungal contamination. *Food and Chemical Toxicology, 141*(February), 111-347.
  35. Manso, S., Cacho-nerin, F., Becerril, R., & Nerín, C. (2013). Combined analytical and microbiological tools to study the effect on *Aspergillus flavus* of cinnamon essential oil contained in food packaging. *Food Control, 30(2)*, 370–378.
  36. Martinazzo, A. P., Eduardo, C., & Teodoro, D. S. (2019). Antifungal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil against *Aspergillus flavus*. *Ciência e Natura, 41*(July 2019), 1–8.
  37. Minor, A. (2018). Antioxidant, Antifungal, Antibiofilm, and Cytotoxic Activities of *Mentha spp.* Essential Oils. *Medicines, 5*(112), 1–15.
  38. Piras, A., Porcedda, S., Falconieri, D., Maxia, A., Gonçalves, M., & Cavaleiro, C. (2019). Antifungal activity of essential oil from *Mentha spicata L.* and *Mentha pulegium L.* growing wild in Sardinia island (Italy). *Natural Product Research, 0*(July 2019), 1–7. .
  39. Rahimifard N, Shoeibi SH, P. S. (2008). canelle, 1–2.
  40. Rao, P. V., & Gan, S. H. (2014). Cinnamon : A Multifaceted Medicinal Plant. *Hindawi Publishing Corporation, 2014*, 1–13.
  41. Saharkhiz, M. J., Motamedi, M., Zomorodian, K., Pakshir, K., Miri, R., & Hemyari, K. (2012). Chemical Composition, Antifungal and Antibiofilm Activities of the Essential Oil of *Mentha piperita L.* . *ISRN Pharmaceutics, 2012*, 1–6.
  42. Samia, T. (2015). Étude comparative entre l'activité insecticide des huiles essentielles extraites à partir de deux espèces de la famille des Astéracées récoltées dans la région de Makouda et l'activité insecticide d'un pesticide organique de synthèse sur le ravageur second, Département des sciences agronomiques, Algérie, 78p.
  43. Sheikh-Ali, S. I., Ahmad, A., Mohd-Setapar, S. H., Zakaria, Z. A., Abdul-Talib, N., Khamis, A. K., & Hoque, M. E. (2014). The potential hazards of *Aspergillus spp.* in foods and feeds, and the role of biological treatment. *Journal of Microbiology, 52*(10), 807–818.
  44. Soni, R., Sharma, G., & Jasuja, N. D. (2016). Essential oil yield pattern and antibacterial and insecticidal activities of *Trachyspermum ammi* and *Myristica fragrans*. *Research, 2016*, 1-7.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Effects of Two Cover Crops [*Arachis Repens* (L.) *Handro* And *Desmodium Adscendens* (SW.) DC.] on The Density of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Soils Under Industrial Banana Plantations in Côte d'Ivoire**

*Nina Reine Kosso Boka,  
Mamadou Cherif,  
Koffi Fernand Jean-Martial Kassi,  
Konan Didier Kouame,  
Seydou Tuo,*

Teaching and Research Unit on Plant Physiology and Pathologies,  
Laboratory of Biotechnology, Agriculture and Development of Biological  
Resources, Department of Biosciences, University Felix Houphouet-Boigny,  
Abidjan 22, Cote d'Ivoire.

*Kra Frederic Kouame,*  
National Centre of Floristic, University Felix Houphouet-Boigny,  
Cote d'Ivoire.

*Ler-Nogn Dade Georges Elisee Amari,  
Brahima Camara,  
Edouard Yves Gilchrist Kouadio,  
Acka Emmanuel Dick,*

Teaching and Research Unit on Plant Physiology and Pathologies,  
Laboratory of Biotechnology, Agriculture and Development of Biological  
Resources, Department of Biosciences, University Felix Houphouet-Boigny,  
Abidjan 22, Cote d'Ivoire.

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p222](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p222)

---

Submitted: 20 December 2021

Accepted: 01 February 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Kosso Boka N.R., Cherif M., Jean-Martial Kassi K.F., Didier Kouame K., Tuo S., Kouame K.F., Georges Elisee Amari L.D., Camara B., Gilchrist Kouadio E.Y., & Emmanuel Dick A.,(2022). *Effects of Two Cover Crops [*Arachis Repens* (L.) *Handro* And *Desmodium Adscendens* (SW.) DC.] on The Density of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Soils Under Industrial Banana Plantations in Côte d'Ivoire* European Scientific Journal, ESJ, 18(11), 222. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p222>

---

## Abstract

This study aims to evaluate the effects of two leguminous plants *Arachis repens* and *Desmodium adscendens*, used as cover crops, on the proliferation of arbuscular mycorrhizal (AM) fungal spores in soils under industrial banana plantations. Soil samples were collected at two depths (0-10 cm and 10-20 cm) before, 6 and 12 months after the cover crops installation in a three-treatment Fisher block design. After laboratory analysis of the collected soil samples, the results showed that *A. repens* strongly contributed to the increase of AM fungal spores. Indeed, before planting this legume, the average number of spores which was 882.50 at 0-10 cm of the soil, increased to 1502.50 and then to 2390.00 in 100 g of soil respectively after 6 and 12 months. At the depth of 10-20 cm, the number of spores was 790.00, 1177.50 and 1270 spores/100 g soil, respectively. *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus* and *Scutellospora* were the main genus obtained among the identified spores. Among them, *Glomus* and *Acaulospora* were the most abundant. *A. repens* could be used as a cover crops for the sustainable management of biological soil fertility.

---

**Keywords:** Dessert banana, Cover crops, *Arachis repens*, *Desmodium adscendens*, mycorrhizae.

## Introduction

Côte d'Ivoire is the leading African producer-exporter of dessert banana with a production of 397,305 tons in 2018 (FAO, 2018). The resources generated by this sector contributed 8 % to agricultural GDP and 3 % to national GDP (Cheickna *et al.*, 2018).

However, one of the major problems faced by dessert banana producers in Côte d'Ivoire is plot weediness. Tano *et al.* (2016) noted that weeds cause losses estimated at 9.7 % of global agricultural production and about 10-56 % in Africa. In fact, weeds promote the presence of pests and parasites such as nematodes, weevils, fungi, bacteria and viruses. This leads to diseases such as cercosporiose, cladosporiose, bacterial wilt and viral diseases (Dave, 1993).

In addition, the root system of banana plants is superficial like that of weeds, resulting in competition for nutrients and water, causing a delay in the vegetative cycle of banana plants and a decrease in the average weight of the bunches (Traoré *et al.*, 2009).

To limit crop losses due to weeds, the use of synthetic herbicides is the most common control method in industrial banana plantations with intensive production systems. However, these products represent a potential health hazard through their carcinogenic effects on humans (Rautiainen and Reynolds, 2002) They are a source of environmental pollution and threaten

the health of the applicator and the consumer (Sténuit *et al.*, 2004). Indeed, their use causes the modification of the carbon cycle with impacts on the climate (Houghton and Hackler, 2001), the alteration of water resources (Green *et al.*, 2004) and soil degradation (Wood *et al.*, 2000). In addition, during application and depending on the stage of development of the plant, 10 to 70 % of the product is lost to the soil and leads to a strong decrease in the development of soil microorganisms (Jensen and Spliid, 2003 ; Pimm, and Raven, 2000).

Thus, protective measures must be taken regarding the harmful effects of these chemicals on the soil microfauna, which is essential for maintaining soil fertility. To this end, the use of innovative cropping systems, through the use of cover crops to firstly control weeds and secondly improve the biological quality of the soil, is a promising avenue. For several decades, numerous studies have presented the importance of cover crops, particularly legumes, in soil fertilization by improving the growth of microorganisms, particularly arbuscular mycorrhizal fungi (Lamy, 2019 ; Savana *et al.*, 2021). In banana plantations, several works undertaken have highlighted the impact of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and development of this crop of interest (Jaizme-Vega *et al.*, 2002 ; Lebisabo *et al.*, 2019). In fact, according to the work of Stenström *et al.* (1997), under natural conditions, the vast majority of plants live in symbiotic association with mycorrhizal fungi that not only supply their hosts with water and mineral elements and also provide root protection against pathogenic fungi. It is in this context that this study was conducted. The main objective of this study was to evaluate the effects of two leguminous plants, *Arachis repens* and *Desmodium adscendens*, as cover crops on the development of microorganisms such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) under industrial banana plantations.

## Materials And Methods

### Study Site

The experiment was conducted in the locality of Aboisso in Côte d'Ivoire, located 116 km east of the city of Abidjan. The geographical coordinates establish it at 5°28'04" North latitude, 3°12'25" West longitude, and 12 m altitude above sea level. The soil is ferralitic and heavily leached at the base under heavy rainfall (Koua, 2007). The department of Aboisso has an Atrean type climate with four seasons. A long dry season from December to February ; a long rainy season from March to July ; a short dry season from August to September and a short rainy season from October to November (Koua, 2007). The trials were conducted in an industrial banana plantation in Akressi, a village located 18.6 km from the town of Aboisso, at latitude 5°37'100" North and longitude 3°12'25" West.

## **Plant material**

### **Banana plants**

The plant material used for the establishment of the banana plantation consisted of *in vitro* plants of the variety Grande naine of the Cavendish AAA group. These *in vitro* plants were planted after a stay of 11 weeks in the nursery.

### **Cover crops used**

Two perennial cover crops (legumes), *A. repens* and *D. adscendens*, have been introduced into dessert banana plantations. *A. repens* is an exotic species. However, *D. adscendens* was collected in Côte d'Ivoire in the locality of Aboisso.

### **Preparation of the soil and plantation of the banana plants**

Cultivation beds 10 m wide and 110 m long were made using the bulging method. These were then subdivided into three elementary plots, each with dimensions of 36 m × 10 m, to house the trials. The micro-sprinkler irrigation system was installed before planting. The banana plants were planted in double rows, in any row, at a density of 1820 plants per hectare with a spacing of 2.2 m between rows and 1.7 m between rows. They were watered by sprinkling at a rate of 2 h every two days. Three months after the establishment of the *in vitro* plants, the cover crop cuttings were introduced into the plot after two months in the greenhouse. For this purpose, a staking operation with the simultaneous realization of 10 cm deep holes was used to materialize the locations of the cuttings. The cuttings were transplanted on the whole surface of the elementary plots in the spaces between the banana trees at a density of 111111 plants/ha, i.e. a spacing of 30 cm × 30 cm.

### **Experimental design**

The experimental design chosen was a Fischer block with three treatments repeated three times. The trial consisted of elementary plots. These plots contained 64 planted banana trees. The treatments were as follows :

- T0 : Control or conventional practice with herbicide applications ;
- T1 : *A. repens* associated with banana plants ;
- T2 : *D. adscendens* combined with banana plants.

### **Soil sample collection**

Prior to the installation of the cover crops under the dessert bananas, soil samples were taken. Six and twelve months after the installation of these plants, two other samples were taken respectively. For this purpose, 30 cm from each banana plant, blocks of monoliths were taken using a metal frame 25×25×20 cm<sup>3</sup> deep. The monoliths were then cut into two layers according

to depth : 0-10 cm and 10-20 cm. Each layer was mixed gently to obtain a homogeneous sample.

Quantities of 100 and 500 g of soil per treatment (elementary plot) were taken for physicochemical analysis and for extraction of mycorrhizal spores, respectively.

### **Extraction of spores from AMF**

Spores were extracted from soil samples following the wet sieving method described by Gerdemann and Nicolson (1963) followed by centrifugation in a biphasic water/sucrose medium (Daniels and Skipper, 1982). Thus, 100 grams of soil were suspended in water. Most of the soil particles sedimented faster than the mycorrhizal spores, which were then recovered by sieving the supernatant on a series of four sieves with decreasing mesh sizes (710 µm, 500 µm, 90 µm and 45 µm). The rejects from the last three sieves (500 µm, 90 µm, 45 µm) were collected in buckets and centrifuged at 3000 rounds for 5 min. After that, the supernatants were removed and replaced with 70 % sucrose solution. Centrifugation was again performed under the same conditions as the previous one. Then, they were filtered through the 45 µm sieve to recover the spores, which were rinsed with tap water to remove the sucrose.

### **Determination of the average number of spores of AMF**

The extracted spores were distributed in squared Petri dishes containing cellulose wadding paper. They were observed with a binocular magnifying glass and counted according to their size (500, 90 and 45 µm).

### **Identification of AMF genera**

Spores isolated from soil samples were sorted manually under a binocular microscope according to morphological characters such as color, shape and size. In each homogeneous batch, a few spores were mounted between slide and coverslip in a mixture of glycerine and Melzer's reagent in equal proportion and observed under the light microscope. Genus were determined with reference to the identification keys defined by Artib *et al.* (2016), Abbas (2014) and Moreira *et al.* (2015). The relative abundance of each identified genus was also determined by the following formula :

$$\text{Relative abundance (\%)} = \frac{\text{Number of spores of an identified genus}}{\text{Total number of spores of identified genus}} \times 100$$

### **Statistical analysis of the data**

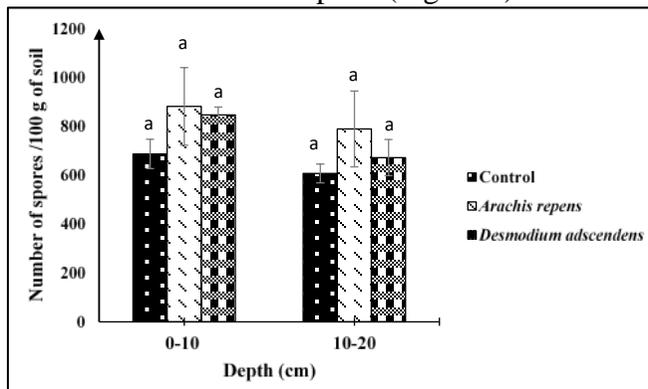
The data obtained were processed using STATISTICA software version 7.1. An analysis of variance one-way was used to study the effects of cover crops according to soil depth on the number of arbuscular mycorrhizal (AM) fungal spores. In case of significant differences between treatments, the

Student and Newman Keuls multiple comparison test at the 5 % threshold was used to classify the means into homogeneous groups. For the comparison between the two depths, the Mann-Whitney test was used instead.

## Results

### AM fungal spore densities associated with cover crops

The effects of cover crops on AM fungal spore density were assessed using ANOVA. Thus, prior to cover crop placement, ANOVA revealed no significant difference between plots (cover crop and control) at soil depths 0-10 and 10-20 cm ( $p = 0.26$  and  $p = 0.33$  respectively). The number of AM fungal spores ranged from 687.50 to 882.50/100 g soil at the first depth (0-10 cm). At the second soil depth (10-20 cm), the number of spores fluctuated from 607.50 to 790 individuals in all plots (Figure 1).

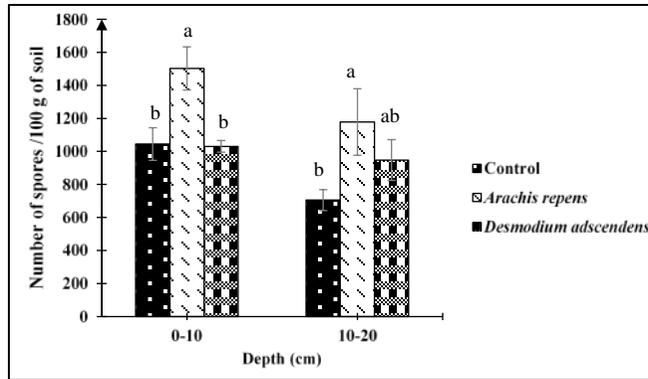


**Figure 1.** Mean numbers of arbuscular mycorrhizal fungal spores present in soil samples at depths 0-10 and 10-20 cm as a function of cover crops before trial establishment

Bars bearing same letter on the histograms are not significantly different at the 5 % threshold (Student's t test and Newman Keuls).

Six months after cover crop establishment, a significant difference was observed between treatments at each depth ( $p=0.02$  and  $p=0.01$  0-10 cm and 10-20 cm, respectively). Indeed, at the 0-10 cm soil depth, a high number of AM fungus spores was obtained in the *A. repens* plots ( $1502.50 \pm 130.81$  spores/100 g soil). However, in bare soil (control) and *D. adscendens* soil a low spore density was obtained at the same depth ( $1045.00 \pm 98.99$  and  $1030.00 \pm 35.35$  spores/100 g soil).

Similarly, at 20 cm soil depth, *A. repens* plots showed the highest spore count, with a relatively downward trend ( $1177.50 \pm 201.52$  spores/100 g soil). However, the lowest average number,  $705.00 \pm 63.64$  spores/100 g soil, was observed at this depth (20 cm soil) of the bare control plots (Figure 2).

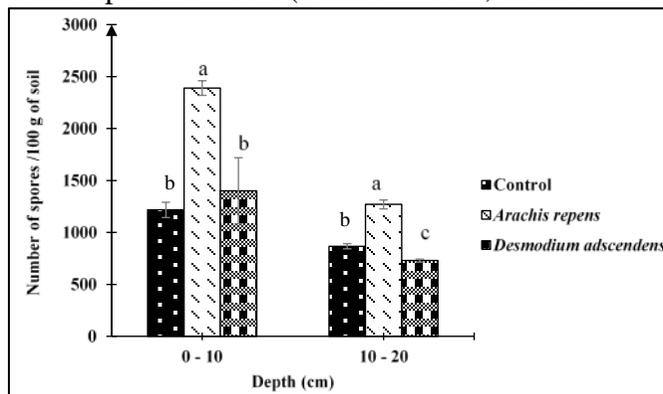


**Figure 2.** Average numbers of arbuscular mycorrhizal fungals spores present in soil samples at levels 0-10 and 10-20 cm according to cover crops 6 months after trial establishment

Bars bearing same letter on the histograms are not significantly different at the 5 % threshold (Student's t test and Newman Keuls).

Twelve months after the establishment of the cover crops (Figure 3), a significant difference was observed between the soils of the plots ( $p=0.017$ ) with respect to the average number of mycorrhizal spores counted. Indeed, at a depth of 10 cm, a greater number of spores were observed in the soil samples taken from the *A. repens* plots ( $2390.00 \pm 70.71$ ). In contrast, at the same depth, control and *D. adscendens* covered soils had the lowest average spore counts ( $1217.50 \pm 74.24$  and  $1400 \pm 318.19$  respectively).

At 20 cm soil depth, a significant difference was also observed between treatments ( $p=0.001$ ). Soils covered with *A. repens* obtained the most spores with a mean number of  $1270 \pm 42.42$ . In contrast, bare soil and *D. adscendens* soil had the lowest spore numbers ( $867.50 \pm 24.74$  ;  $730.00 \pm 24.74$ ).

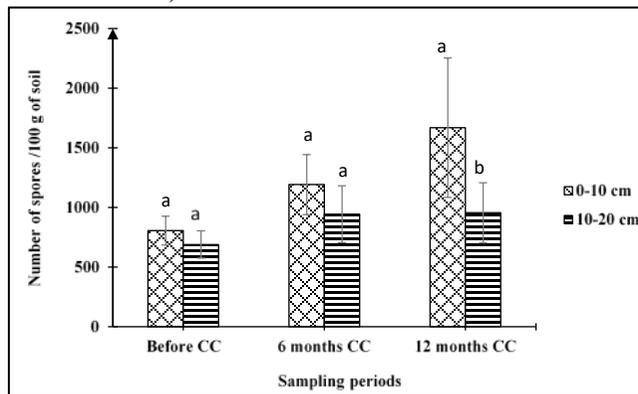


**Figure 3.** Average numbers of arbuscular mycorrhizal fungals spores present in soil samples at levels 0-10 and 10-20 cm depending on cover crops 12 months after trial establishment

Bars bearing same letter on the histograms are not significantly different at the 5 % threshold (Student's t test and Newman Keuls).

### AM fungal spore densities as a function of soil depth

An analysis of variance was performed on the average number of AM fungus spores as a function of soil depth before, 6 and 12 months after cover crop placement (Figure 4). This analysis revealed that during the first two collection periods, i.e. before and 6 months after cover crop placement, soil depth did not influence AM fungal spore density ( $p= 0.11$  and  $p= 0.10$  respectively). However, 12 months after cover crop placement, a significant difference was observed in soil depth ( $p= 0.02$ ). Indeed, a large number or  $1669.17\pm583.75$  of AM fungus spores were observed at the first soil depth (0-10 cm). On the other hand, the lowest number was obtained at the 10-20 cm soil depth ( $955.83\pm252.02$ ).



**Figure 4.** Mean numbers of arbuscular mycorrhizal fungal spores present in soil samples at levels 0-10 and 10-20 cm before, 12 months and twelve months after cover crops placement

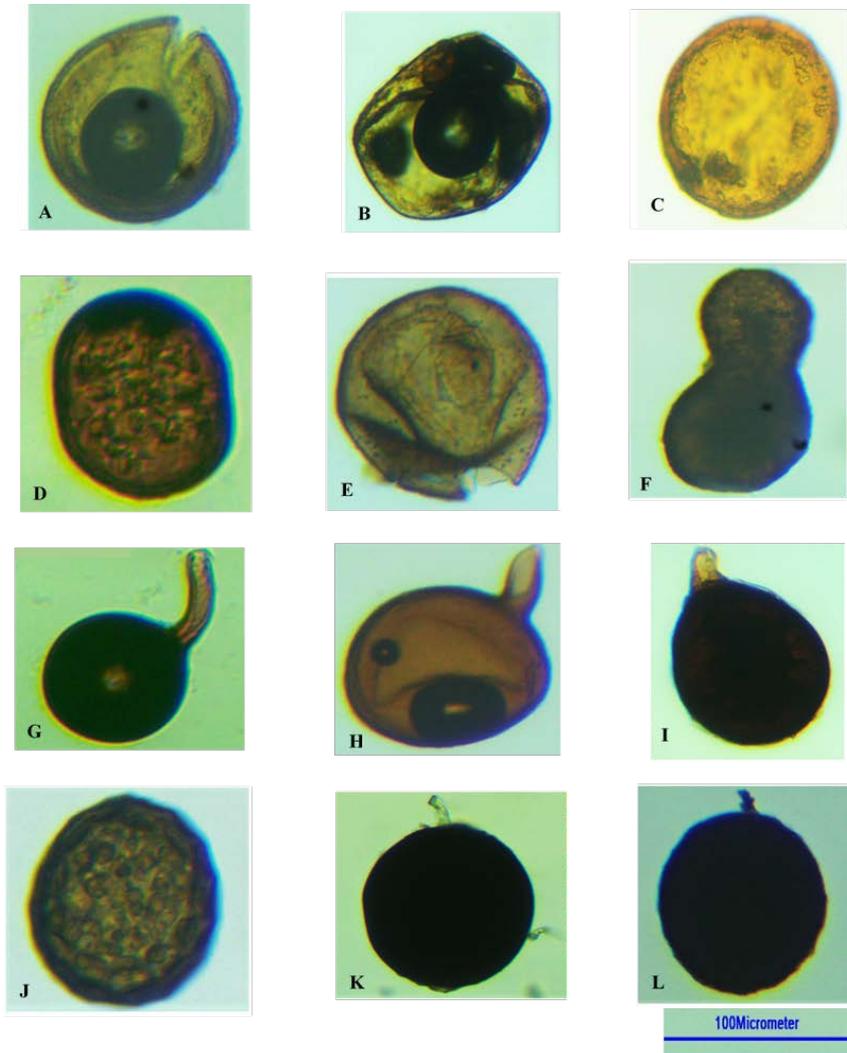
Bars bearing same letter on the histograms are not significantly different at the 5 % threshold (Student's t test and Newman Keuls).

### Measurements of AM fungal spores associated with cover crops

In Table 1 are presented the average numbers of spores per 100 g of soil according to their sizes determined by the diameter of the sieve meshes (500  $\mu\text{m}$ , 90  $\mu\text{m}$  and 45  $\mu\text{m}$ ). The difference between spore sizes was highly significant at the 5 % threshold. Indeed, the results showed that the soils of the different plots contained spores of varying sizes. The majority of the spores extracted were 45 and 90  $\mu\text{m}$  in size regardless of the plots and the dates of observation.

### Genus of AM fungi associated with cover crops

Four main genera were identified among the observed spores. These were *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus* and *Scutellospora* (Figure 5). In all plots, the genera *Glomus* and *Acaulospora* were the most abundant at all sampling times and soil depths with values of more than 80 % (Table 2, 3 and 4). The last two genera, *Gigaspora* and *Scutellospora*, had relative abundances of less than 20 %.



**Figure 5.** Genus of arbuscular mycorrhizal fungi identified

**Table 1.** Number of arbuscular mycorrhizal fungal spores according to their size in the soils of cover crops plant fields in banana plantations

Treatments	Depth (cm)	Before CC			6 months after CC			12 months after CC		
		Size of spores (µm)			Size of spores (µm)			Size of spores (µm)		
		500	90	45	500	90	45	500	90	45
Control	0-10	5.00 ± 2.89 c	206.67 ± 30.60 b	476.67 ± 7.26 a	13.33 ± 4.41 b	446.67 ± 9.28 b	586.67 ± 30.60 a	5.00±0.00 c	742.50±88.38 a	470.00±14.14 b
	10-20	0.00 ± 0.00 c	176.67 ± 12.58 b	428.3 ± 12.02 a	1.67 ± 1.67 c	266.67 ± 25.22 b	435.0 ± 5.77 a	02.50±03.53 b	400.00±07.07 a	465.00±28.28 a
Arachis repens	0-10	8.33 ± 1.67 c	385.0 ± 57.95 b	486.67 ± 9.28 a	25 ± 7.64 b	575 ± 60.62 a	911.67 ± 13.64 a	12.50±03.53 c	950.00±35.53 b	1427.50±31.82 a
	10-20	3.33 ± 1.67 c	361.67 ± 25.22 b	421.67 ± 39.19 a	18.33 ± 4.41 c	455 ± 10.41 b	720.0 ± 78.10 a	05.00±0.00 c	545.00±56.56 b	720.00±14.14 a
Desmodium adscendens	0-10	5.00 ± 2.89 c	356.67 ± 25.22 b	476.67 ± 38.98 a	15.0 ± 2.89 b	458 ± 33.71 a	560 ± 18.03 a	07.50±03.53 b	742.50±53.03 a	650.00±268.70 a
	10-20	5.00 ± 2.89 c	315.0 ± 26.46 b	355.00 ± 7.64 a	11.67 ± 4.41 c	395 ± 12.58 b	545 ± 60.83 a	05.00±0.00 c	405.00±07.07 a	320.00±07.07 b

Before CC: before cover crops installation; 6 months after CC: 6 months after cover crops installation; 12 months after CC: 12 months after cover crops installation;

In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the 5 % level (Student's t test and Newman Keuls). NS: Not significant, S: Significant

**Table 2.** Relative abundances of arbuscular mycorrhizal fungal genus identified in soils collected before cover crops installation in banana plantations

Treatments	Depth (cm)	Genus proportions (%)			
		<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Scutellospora</i>
Control	0-10	43.99	50.42	0.00	5.59
	10-20	30.20	56.84	12.96	0.00
<i>Arachis repens</i>	0-10	55.40	33.41	0.00	11.19
	10-20	49.02	36.21	5.29	9.48
<i>Desmodium adscendens</i>	0-10	56.63	29.94	6.51	6.92
	10-20	56.01	28.51	5.16	10.32
<b>Total proportions of genus (%)</b>		48.54	39.22	04.99	07,25

**Table 3.** Relative abundances of arbuscular mycorrhizal fungal genus identified in soils collected 6 months after cover crops installation in banana plantations

Treatments	Depth (cm)	Genus proportions (%)			
		<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Scutellospora</i>
Control	0-10	46.83	46.46	6.71	0.00
	10-20	39.12	46.64	4.34	9.90
<i>Arachis repens</i>	0-10	55.77	30.25	3.05	10.92
	10-20	56.07	31.04	9.70	3.19
<i>Desmodium adscendens</i>	0-10	55.41	36.15	5.41	3.03
	10-20	64.34	35.66	0.00	0.00
<b>Total proportions of genus (%)</b>		52.92	37.70	04.87	04.51

**Table 4.** Relative abundances of arbuscular mycorrhizal fungal genus identified in soils collected 12 months after cover crops installation in banana plantations

Treatments	Depth (cm)	Genus proportions (%)			
		<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Scutellospora</i>
Control	0-10	56.00	38.40	0.00	5.59
	10-20	35.63	61.34	0.00	3.03
<i>Arachis repens</i>	0-10	45.85	37.73	9.50	6.91
	10-20	52.84	34.37	2.98	9.81
<i>Desmodium adscendens</i>	0-10	26.18	40.13	17.84	15.85
	10-20	44.17	42.50	3.75	9.58
<b>Total proportions of genus (%)</b>		43.45	42.41	05.68	08.46

## Discussion

The results of this work revealed a very high number of AM fungal spores in plots covered by *A. repens* and *D. adscendens* compared to bare soil (control). This suggests that the plant cover could strongly influence the increase of AM fungal spores. The plants of *A. repens* and *D. adscendens* during photosynthesis would have made sugar available to the AM fungi for

their nutrition. This would have favored the increase of these spores over time in soils covered with these two legumes as indicated by the recent work of Lamy (2019).

Furthermore, AM fungi are obligate symbionts, meaning they cannot thrive in the absence of a host plant. To establish mycorrhization, these fungi colonize a plant's root system with their mycelium and they produce spores, which allow them to survive in the absence of the host plant and reproduce (Hopkins, 2003; Smith and Read, 2008). Thus, the disappearance of the herbaceous stratum, would necessarily lead to the biological degradation of the soil (Requena et al., 2001; Azcon-Aguilar et al., 2003). This degradation is manifested by a reduction in diversity or telluric microbial activity (Kennedy and Smith, 1955). The work of El Mrabet et al. (2017) also showed that the total number of AM fungal spores isolated from rhizospheric soils of two accompanying species of argan tree namely *Chamaecytisus albidus* and *Ononis natrix*, was significantly higher than that of bare soil. Moreover, in the current study showed that the soils covered with *A. repens* had the highest number of mycorrhizal spores compared to *D. adscendens*. This finding could be due to the root system of *A. repens* that allows for the multiplication and entrapment of mycorrhizal fungi. These results confirm that some plant species have the ability to facilitate the development of fungal propagules in their rhizosphere (Eom et al., 2000 ; Azcon-Aguilar et al., 2003 ; Lovelock et al., 2003).

Twelve months after cover crop establishment, the distribution of arbuscular mycorrhizal fungal in soil was not homogeneous. The 0-10 cm layer was more densely populated than the 10-20 cm layer. These observations could be explained by the heterogeneity of the soil matrix in terms of physicochemical properties and distribution of carbon resources. Indeed, the depth of the soil (different soil horizons) induces gradients in nutrient availability, which would contribute to modify the density of microorganisms (Fierer et al., 2003).

Small and medium-sized spores were most abundant in all plots studied. These results are consistent with those of Dione (2007) who reported that AMF spore numbers are inversely proportional to their size.

Spores of four genera of AMF were identified in the soils from the different plots. These are the genera *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora* and *Acaulospora*. These four genera of AM fungi found during this study are identical to those observed in Côte d'Ivoire by Anguiby et al. (2019). These have been generally isolated, in the rhizosphere of other crops, by different microbiologists in the central West African (Ngonkeu et al., 2013) and Mediterranean (Bouamri et al., 2006) regions, in the humid forest zone in Cameroon and in the Sudanic zone in Burkina-Faso. Several works have reported the presence of endomycorrhizae of the genus *Glomus*, in general, in

the rhizosphere of plants in other warm regions of the globe (Bousselmame et al., 2002 ; Zhao et al., 2003 ; Laminou, 2010). In a study conducted by Jamil et al. (2002) in the arid and semi-arid regions of Jordan, seven species of the genus *Glomus* were found. The predominance of the genus *Glomus* in most ecosystems suggests a better adaptation of this genus either to the most hostile conditions such as drought, salinity and other environmental stresses (Pande and Tarafdar, 2004), or to a wide range of ecological niches (Houngnandan et al., 2009). Indeed, the genera *Glomus* would preferentially spread by spores which are forms of resistance of MACs to harsh conditions; while *Gigaspora* and *Scutellospora* would spread more with other types of propagules such as hyphae and extra-root mycelial fragments (Brito et al., 2012).

## Conclusion

At the end of this study, it was clear that the two leguminous plants, *A. repens* and *D. adscendens*, used as cover crops had an effect on the development of soil microorganisms. *A. repens* strongly contributed to the multiplication of AM fungal spores. In contrast, reduced spore number was observed in the bare soil. It would, therefore, be advantageous to use cover crops, particularly *A. repens*, for the maintenance of biological soil fertility, especially in industrial dessert banana plantations where synthetic chemical fertilizers and herbicides are widely used.

## Conflict Of Interests

The authors have not declared any conflict of interests

## Acknowledgements

The authors of this work would like to thank the Interprofessional Fund for Agricultural Research and Consultancy (FIRCA) of Côte d'Ivoire for funding this work through the project "Use of cover crops in banana plantations in Côte d'Ivoire". We wish to express our gratitude to the Kablan Joubin Agricultural Society (SAKJ) for its technical support and collaboration.

## References:

1. Abbas, Y. (2014). Microorganismes de la rhizosphère des Tétracélinaires: un outil pour optimiser la régénération assistée du *Tetraclinis articulata* Vahl. Master, Thèse de doctorat, Université Mohammed V, faculté des sciences Rabat, 157 p.
2. Anguiby, B. L. A., Ouattara, G., Bomisso, E. L., N'goran, B., Ouattara, B., Coulibaly, S. A. & Aké, S. (2019). Evaluation du statut mycorhizien d'arbres de *Ceiba pentandra* (L), Gaertn et *Tieghemella heckelii* (A. Chev), Pierre, du jardin Botanique de Bingerville en Côte

- d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 138: 14092 - 14105.  
<https://doi.org/10.4314/jab.v138i1.9>
3. Artib, M., Chliyah, M., Touati, J., Talbi, Z., Selmaoui, K., Touhami, A. O., Benkirane, R. & Douira, A. (2016). Study of Arbuscular mycorrhizal fungi diversity in the rhizosphere of citrus grown in Morocco. *International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry*, 5 (3): 2277 - 4688.<http://www.ijapbc.com/files/03-08-16/03-4428.pdf>
  4. Azcon-Aguilar, C., Palenzuela, J., Roldan, A., Bautsta, S., Vallejo, R & Barea, J. M. (2003). Analysis of the mycorrhizal potential in the rhizosphere of representative plant species from desertification-threatened Mediterranean shrublands. *Applied Soil Ecology*, 22: 29 - 37. [http://dx.doi.org/10.1016/S0929-1393\(02\)00107-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0929-1393(02)00107-5)
  5. Bouamri, R., Dalpé, Y., Serrhini, M. N. & Bennani, A. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of Phoenix dactylifera L. in Morocco. *African Journal of Biotechnology*, 5 (6): 510 - 516.  
<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/137876>
  6. Boussemame, F., Kenny, L. & Achouri, M. (2002). Effet des mycorhizes à vésicules et arbuscules sur la croissance et la nutrition de l'arganier (*Argania spinosa* L.). *Actes de l'Institut Agronomique Veterinaire*, 22: 193 - 198. <file:///C:/Users/HP/Downloads/184-Texte%20de%20l'article-328-1-10-20110227.pdf>
  7. Brito, I., Goss, M. J., De Carvalho, M., Chatagnier, O. & Van Tuinen, D. (2012). Impact of tillage system on arbuscular mycorrhiza fungal communities in the soil under Mediterranean conditions. *Soil and Tillage Research*, 121, 63 - 67. DOI: 10.1016/j.still.2012.01.012
  8. Cheickna, D. S. (2018). Côte d'Ivoire: Dessert banana sector - Côte d'Ivoire intends to consolidate its position as the 1st African producer. Briefing note, Fratmat.info (Abidjan). <https://www.fratmat.info/index.php/economie/filiere-banane-dessert-la-cote-d-ivoire-entend-consolider-sa-place-de-1er-producteur-africain>, accessed on 25/09/2018.
  9. Daniels, B. A. & Skipper, H. D. (1982). Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. In *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. Ed. N. C. Schenck. The American Phytopathological Society. pp: 29 - 36. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=1080582&pid=S0034-7744200800010001900010&lng=en](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1080582&pid=S0034-7744200800010001900010&lng=en)
  10. Dave, B. (1993). Lutte contre la végétation adventice des bananeraies martiniquaises. *Fruits*, numéro spécial Bananes II, 48(2): 95-99.
  1. <https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/view/35388>

11. Dione, B. (2007). Valorisation des communautés de champignons mycorrhiziens associés aux plantes pionnières dans la domestication des essences forestières en milieu sahélien. Diplôme national de master en sciences et technologie. 46 p.
12. El Mrabet, S., Msanda, F., El Mousadik, A. & Ouahmane, L. (2017). Evaluation du pouvoir mycorrhizien des sols rhizosphériques de *Chamaecytisus albidus* et *Ononis natrix* dans la production de plants de qualité d'*Argania spinosa* (L.) Skeels. Actes du 4<sup>ème</sup> Congrès International de l'arganier: 44 - 48.
13. Eom, A. H., Hartnett, D. C. & Wilson, G. W. T. (2000). Host plant effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. *Oecologia*, 122: 435 - 444. <https://doi.org/10.1007/s004420050050>
14. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2020. Statistics Division. [www.fao.org/faostat/fr/#data/QC](http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC), Accessed August 27, 2020.
15. Fierer, N., Schimel, J. P. & Holden, P. A. (2003). Variations in microbial community composition through two soil depth profiles. *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 167 - 176. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00251-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00251-1)
16. Gerdemann, J. W. & Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological society*, 46(2): 235 - 244. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0)
17. Green, P. A., Vörösmarty, C. J., Meybeck, M., Galloway, J. N., Peterson, B. J. & Boyer, E. W. (2004). Pre-industrial and contemporary fluxes of nitrogen through rivers: a global assessment based on typology. *Biogeochemistry*, 68 (1): 71 - 105. <https://doi.org/10.1023/B:BIOG.0000025742.82155.92>
18. Hopkins, W. G. (2003). *Physiologie végétale*. Deuxième édition, Bruxelles, De Boeck Université, 352 p. <https://www.deboecksuperieur.com/ouvrage/9782744500893-physiologie-vegetale>
19. Houghton, R. A. & Hackler, J. L. (2001). Carbon flux to the atmosphere from land-use changes: 1850 to 1990, Carbon Dioxide Information Center, Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, 75 p. DOI: 10.3334/CDIAC/lue.ndp050
20. Houngnandan, P., Yemadje, R. G. H., Kane, A., Boeckx, P. & Van Cleemput, O. (2009). Les glomales indigènes de la forêt claire à Isoberlinia doka Craibet Stapf à WariMaro au centre du Bénin. *Tropicultura*, 27 (2): 83 - 87. <http://www.tropicultura.org/text/v27n2/83.pdf>

21. Jaizme-Vega, M. d. C., Esquivel, D. M., Tenoury, D. P. & Rodríguez, R. A. S. (2002). Effets de la mycorhization sur le développement de deux cultivars de bananier issus de la micropropagation. *Infomusa*, 11(1): 25-28.  
[https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Infomusa\\_La\\_revue\\_internationale\\_sur\\_bananiers\\_et\\_plantains\\_968.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa_La_revue_internationale_sur_bananiers_et_plantains_968.pdf)
22. Jamil, M. M., Rushdi, H. & Malkawi, I. (2002). Populations of arbuscular mycorrhizal in semi-arid environment of Jordan as influenced by biotic and abiotic factors. *Journal of Arid Environments*, 53: 409 - 417. DOI: 10.1006/jare.2002.1046
23. Jensen, P. K. & Spliid, N. H. (2003). Deposition of Pesticides on the Soil Surface. *Pesticide Research Journal*, 65: 1 - 59.
24. Kennedy, A. C. & Smith, K. L. (1995). Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant and Soil*, 170, 75 - 86.  
<https://doi.org/10.1007/BF02183056>
25. Koua, G. (2007). Situation de la production de café en Côte d'Ivoire: cas du département d'Aboisso, état des lieux et perspectives. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie. Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA), 151 p.  
[https://www.memoireonline.com/10/07/663/m\\_situation-production-cafe-cote-d-ivoire-aboisso0.html](https://www.memoireonline.com/10/07/663/m_situation-production-cafe-cote-d-ivoire-aboisso0.html)
26. Laminou, M. O. (2010). Fixation des dunes dans le Sud-Est du Niger: évaluation de l'efficacité de la barrière mécanique, espèces ligneuses adaptées et potentialités d'inoculation mycorhizienne. Thèse de doctorat en Sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Liège, 142 p.
27. Lamy, S. (2019). Mycorhize, rhizobium et légumineuses. <https://top-pouss.com/terrain/mycorhize-rhizobium-et-legumineuses/>
28. Lebisabo, C. B., Adheka, J. G., Onautshu, D. O., Hassert, G. D. & Benoît, D. (2019). Essai de caractérisation des souches des endomycorhizes symbiotes des bananiers et bananiers plantains (*Musa sp.*) de la région de Kisangani (RDC). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 26(4): 985-991.  
<http://www.ijias.issr-journals.org/abstract.php?article=IJIAS-18-354-03>
29. Lovelock, C. E., Andersen, K. & Morton, J. B. (2003). Arbuscular mycorrhizal communities in tropical forests are affected by host tree species and environment. *Oecologia*, 135: 268 - 297. DOI: [10.1007/s00442-002-1166-3](https://doi.org/10.1007/s00442-002-1166-3)
30. Moreira, B. C., Rodrigues, A. L., Oliveira, S. F., Miguel, P. S. B., Bazzolli, D. M. S., Sturmer, S. L. & Kasuya, M. C. M. (2015).

- Arbuscular mycorrhizal fungi in the *Jatropha curcas* rhizosphere. *African Journal of Microbiology Research*, 9 (15): 1060 - 1074. <https://doi.org/10.5897/AJMR2014.7313>
31. Ngonkeu, E. L., Nwaga, D., Souleymanou, A. & Fokom, R. (2013). Diversité des champignons mycorhiziens arbusculaires du Cameroun. IRD Editions, pp141-154. [file:///C:/Users/HP/Downloads/Diversite des Champignons Mycorhiziens Arbusculair%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Diversite%20des%20Champignons%20Mycorhiziens%20Arbusculair%20(1).pdf)
  32. Pande, M. & Tarafdar, J. C. (2004). Arbuscular mycorrhizal fungal diversity in Neem-Based agroforestry systems in Rajasthan. *Applied Soil Ecology*, 26 (3): 233 - 41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2003.12.009>
  33. Pimm, S. L. & Raven, P. (2000). Biodiversity: extinction by numbers. *Nature*, 403 (6772): 843 - 845. <http://dx.doi.org/10.1038/35002708>
  34. Rautiainen, R. H. & Reynolds, S. J. (2002). Mortality and morbidity in agriculture in the United States. *Journal of agricultural safety and health*, 8: 259 - 276. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.9054>
  35. Requena, N., Perez-Solis, E., Azcon-Aguilar, C., Jeffies, P. & Barea, J. M. (2001). Management of indigenous plantmicrobe symbioses aids restoration of desertified ecosystems. *Applied and Environmental Microbiology*, 67: 495 - 498. <https://doi.org/10.1128/aem.67.2.495-498.2001>
  36. Savana, D. D., Darrin, M. D., Jason, L. K., Jac, J. V., Jeffrey, G., Brian, M. & Tyson, B. R. (2021). Impact of Cover Crop Species on Soil Physical Properties, Cotton Yield, and Profitability. *The Journal of Cotton Science*, 25 :68–78. <https://www.cotton.org/journal/2021-25/2/upload/JCS25-068.pdf>
  37. Smith, S. E. & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*, 3<sup>rd</sup> ed. Academic Press, London, UK, 800 p. <https://www.elsevier.com/books/mycorrhizal-symbiosis/smith/978-0-12-370526-6>
  38. Stenström, E., Damm, E. & Unestam, T. (1997). Le rôle des mycorhizes dans la protection des arbres forestiers contre les agents pathogènes du sol. *Rev. For. Fr.* XLIX - n° sp. <http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/5662/121128.pdf>
  39. Sténuit, J. & Van Hammée, M. L. (2004). Aperçu sur l'épidémiologie des pesticides. 51 p. <http://www.gespoir.com/docs/PDF/epidemio-pesticides.pdf>
  40. Tano, E. J., Kouadio, Y. P., Gnonhouy, G. P. & N'guessan, K. E. (2016). Inventaire floristique et effet de la densité de culture sur l'enherbement en bananeraie de type plantain (*Musa paradisiacal* L.)

dans deux zones de production (Azaguié-Abbè, région de l'Agnéby-tiassa et Eboissé region de l'Indenié-djuablin) de la de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 28 (3): 53 - 67.  
<file:///C:/Users/HP/Downloads/164156-Article%20Text-424262-1-10-20171220.pdf>

41. Traoré, S., Kobenan, K., Kouassi, K. S. & Gnonhour, G. (2009). Systèmes de culture du bananier plantain et méthodes de lutte contre les parasites et ravageurs en milieu paysan en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 19: 1094 - 1101.  
<http://m.elewa.org/JABS/2009/19/8.pdf>
42. Wood, S., Sebastian, K. & Scherr, S. J. (2000). *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Agroecosystems*. International Food Policy Research Institute and World Resources Institute, Washington, DC, 110 p.  
<https://lib.ugent.be/catalog/rug01:000687239>
43. Zhao, W., Zhibin, H. & Zhigang, L. (2003). Biological mechanism of sandy desertification in grassland reclamation area in North China. *Advances in Earth Science.*, 18 (2) : 257 - 263.  
<http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.12>



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Geophysical and Hydrochemical Studies to Map Saltwater Infiltration into Freshwater aquifers: A case study of Ikoyi, Lagos State, Nigeria**

**O. J. Airen,**

Department of Physics, Faculty of Physical Sciences, University of Benin,  
Edo State, Nigeria.

**D. A. Babaiwa,**

Department of Science Laboratory Technology, Auchu Polytechnic, Auchu,  
Edo State, Nigeria.

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p240](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p240)

Submitted: 20 December 2021

Accepted: 22 February 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

O. J. Airen & D. A. Babaiwa.,(2022). *Geophysical and Hydrochemical Studies to Map Saltwater Infiltration into Freshwater aquifers: A case study of Ikoyi, Lagos State, Nigeria* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 240.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p240>

### **Abstract**

A total of three electrical imaging lines were measured using the Wenner configuration. And a total of fifteen VES was carried out within the area of investigation and six water samples was collected. The results were presented as profiles, model sections, inverted sections and tables. Interpretations of these results involve both qualitative and quantitative deductions from 1D and 2D geoelectric models and laboratory analysis for the water analysis. The VES data were processed by partial curve matching to generate the 1st order geoelectric parameters and inverted in 1D using the WinResist. The 2D resistivity data were processed by inversion using the DIPROFWIN to generate the 2D resistivity section across each traverse while the water samples were taken to the laboratory for comprehensive analysis. The 2D resistivity structures reveal the lateral and the vertical subsurface information with resistivity values ranging from 0.130 to 4741  $\Omega$ m. The resistivity values are representative of the clay, clay (saline), clayey sand (saline), clayey sand and sand. From the quantitative interpretation five to six distinct layers were identified. The layers are: topsoil, clayey sand, clay, saline clayey sand, saline clay and sand. The resistivity of the topsoil varies from

38.2  $\Omega\text{m}$  to 155.3  $\text{Ohm}\cdot\text{m}$ . The resistivity of the sand varies from 100.8  $\Omega\text{m}$  to 115.8  $\Omega\text{m}$ . The resistivity of clayey sand varies from 56.6  $\Omega\text{m}$  to 90.1  $\Omega\text{m}$ . The resistivity of clay varies from 12.7  $\Omega\text{m}$  to 41.2  $\Omega\text{m}$ . The resistivity of the saline layer (saline clayey sand/clay) varies from 2.1  $\Omega\text{m}$  to 51.2  $\Omega\text{m}$ . The depth of saline clay interface varies from 25.7 m to 72.6 m. The depth to the saline clayey sand interface varies from 25.7 - 72.6 m. The chemical analysis of water samples showed that the pH varies from 7.05 to 8.42, total dissolved solids vary from 1786 to 2116 mg/L and electrical conductivity varies from 2106 to 2656  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The anions and cation concentrations such as  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Cl}^{-}$  and  $\text{HCO}_3^{-}$  ranges from 158 to 185 mg/L, 36 to 48 mg/L, 222 to 287 mg/L, 3.2 to 3.8 mg/L, 10.86 to 20.87 mg/L and 2.33 to 3.88 mg/L respectively. The ratio of  $\text{Cl}/\text{HCO}_3^{-}$  ion ranges from 4.05 to 7.67. The interpreted results show saline water intrusion where they occur in different part of the area investigated. The results showed the effectiveness and usefulness of electrical resistivity method in mapping saline water intrusion problem in coastal areas. However, it is necessary to carry out integrated geophysical surveys involving electrical resistivity and induced polarization methods prior to drilling in the study area.

---

**Keywords:** Geophysical investigation, saline water, induced polarization, inversion, topsoil.

## 1. Introduction

Fresh water of acceptable quality is a troublesome trend for human life around the world. Due to the great need for drinking water and for industrial purposes, water resources are more affected by anthropogenic pollutants. Saltwater intrusion is defined as the replacement of freshwater in coastal aquifers with saltwater due to the movement of a mass of saltwater in the freshwater aquifer. Seawater penetration is a natural process that occurs in all coastal aquifers and is only restricted to coastal areas (Kalisa et al., 2016). Generally, in Lagos like most other coastal area in the world, there has been a major reliance on the groundwater resources as the source of potable water for domestic and industrial purposes, so as to compensate for inadequate of pipe borne water. The narrow border between inland and marine coastal environment systems is highly vulnerable to the effects of human development activities (Steyl and Dennis 2010). Coastal aquifers deteriorate due to hydraulic contact with the sea, resulting in sea penetration (Chitea et al., 2011). The salinization of coastal aquifers has also become a major problem and has caused significant economic losses, leading to a deterioration in the quality of freshwater aquifers. Excessive extraction of groundwater with significantly less regeneration also contributes to this problem. The extent of saltwater intrusion is influenced by natural geological conditions, the hydraulic

gradient, the rate of groundwater extraction and its replenishment (Choudhury et al., 2001; PulidoLeboeuf 2004; Batayneh, 2006). The salinization of aquifers makes them unusable for drinking (Khublaryan et al., 2008). Due to the natural process, seawater moves and mixes with fresh groundwater in coastal aquifers due to the difference in density that exists between bodies of water with different salinity. The geological formation determines the intrusion of saltwater and the degree of intrusion can vary from a few meters to kilometers (Himi et al., 2010).

Research has already been carried out in various countries of the world using different methods dealing with the penetration of the sea into coastal aquifers. Several authors use geochemical and geophysical studies to delineate the interface between fresh and saltwater (e.g., Adeoti et al., 2010, Mondal et al., 2013, Bouderbala, 2014, Tosin et al., 2015). Some specific ions such as  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , and  $\text{Br}^-$  are enriched by seawater intrusion and can be used as markers of its influence (Milnes and Renard 2004; Capaccioni et al., 2005; Zouhri et al., 2008; Mondal et al., 2010). Moreover, ionic ratios such as  $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ ,  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-/\text{Cl}^-$ , and  $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  can be effectively used to evaluate the degree of seawater intrusion (El Moujabber et al., 2006, Ben Moussa et al., 2011). Some studies have introduced both geophysical approaches to obtain a more comprehensive picture of this phenomenon (Store et al. 2000; Cimino et al. 2008; Nielsen et al. 2007; Kouzana et al. 2010). This research aims to identify the groundwater salinization and to determine its extent in the coastal aquifer of Ikoyi using hydrogeochemical and geophysical methods. This knowledge will contribute to water planning strategies and methods of groundwater management.

## 2. Site Description and Geology of the Study Area

The area geographically falls within latitude  $06^{\circ} 26' 59.48''$  N between  $06^{\circ} 27' 01.52''$  N and longitude  $03^{\circ} 25' 59.62''$  E to  $03^{\circ} 26' 02.48''$  E which lies in the coastal area of Lagos, Nigeria. Available information indicates that Lagos which falls within Dahomey basin lies on the stratified series of sedimentary rocks made up of silt, clay and sand of various sizes and composition. The Dahomey Basin which extends into western Nigeria as far as the Okitipupa Hill or Ilesha Spur and as far west as the Volta Delta complex in Ghana, consists of an extensive wedge of Cretaceous, Paleocene and Neocene sediments which thicken markedly from the onshore margin of the basin (where the predominantly clastics Cretaceous sediments rest on Basement complex) into the offshore where thick finer grained Cenozoic sediments obscure the Cretaceous rocks developed in Leptogeoclinal basins (Whiteman, 1982). The Cretaceous rocks which rest unconformably on the Basement complex and west of the Okitipupa high consist mainly of coarse grained clastics known as Abeokuta formation in western Nigeria and “Maestrichtian

Sableux” (Slansky, 1962) in Benin (Dahomey). Omatsola and Adegoke (1981) subdivided the cretaceous sequence into three: Ise, Afowo and Araromi formations under Abeokuta group. The Upper Cretaceous (largely Maestrichtian) rocks, at outcrop and as far as the present-day shore, are predominantly of sandy facies and probably were laid down during the first post-Santonian sedimentary cycle (Murat,1972). The oldest of the Cenozoic formations exposed in the Nigeria section of the Dahomey Basin is the Akinbo shale and the youngest is the Benin formation and the alluvial deposits. The Cenozoic formations cropping out in the Nigeria section of the Dahomey include: Akinbo Shale; Ewekoro Formation; Oshoshun Formation; Ilaro Formation and alluvium Coastal Plain Sands. The Cenozoic formations are poorly exposed and difficult to map because of thick tropical vegetation and superficial deposits.

### 3. Methodology and Data Processing

The hydrogeochemistry of the Ikoyi aquifer has been considered in terms of the major ionic constituents  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  and of the physical parameters (pH, EC and temperature). The physicochemical parameters have been collected from 6 (six) boreholes. Samples from all boreholes were collected in 75 cl bottles, following the standard guidelines (Schoenleber 2005). The samples were analyzed immediately for hydrogen ion concentration (pH), temperature ( $T^{\circ}\text{C}$ ) and electrical conductivity (EC). Other parameters were later analyzed in the laboratory. A water sample was taken in vials to be analyzed in the laboratory according to the norms. The analytical methods used are summarized in Table 1, and the water samples collected from 6 (six) boreholes in various parts of Ikoyi and analysed for their chemical compositions.

**Table 1:** Physicochemical methods used for analyzing groundwater

Element	Analysis Method
$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Na}^+$ and $\text{K}^+$	Atomic absorption spectrometry
$\text{Cl}^-$ and $\text{HCO}_3^-$	Volumetric methods
$\text{SO}_4^{2-}$	Spectrophotometer
$\text{NO}_3^-$	Colorimetric method
pH, EC and temperature	WTW universal conductivity meter

In all, twenty (15) vertical electrical soundings (VES) and four (3) traverses were carried out within the study area. The electrical resistivity method consists of measuring the potential at the surface, which results from a known current flowing into the ground (Bhattacharya and Patra 1968; VanNorstrand and Cook 1966; Ritz et al. 1999). A pair of current electrodes, A and B, and a pair of potential electrodes, M and N, is used. The apparent resistivity  $\rho_a$  is given by.

$$\rho_a = \frac{K\Delta V}{I}$$

where K denotes a geometric coefficient dependent upon the electrode array,  $\Delta V$  denotes the measured potential difference and I denote the current intensity. The ERI technique consists of using a multi-core cable with as many electrodes plugged into the ground at specific spacing, according to a sequence of readings predefined and stored in the internal memory of the equipment. The various combinations of transmitting (A, B) and receiving (M, N) pairs of electrodes construct the mixed sounding/profiling section, with a maximum investigation depth that mainly depends on the total length of the cable (Figure 3&4). In electrical methods, the spatial resolution and depth of investigation is linked to the distance between electrodes. In a first approximation, for Schlumberger and Wenner arrays, the maximum depth of investigation is of the order of 20 % of the total length of the cable and the total length of the resistivity profile.

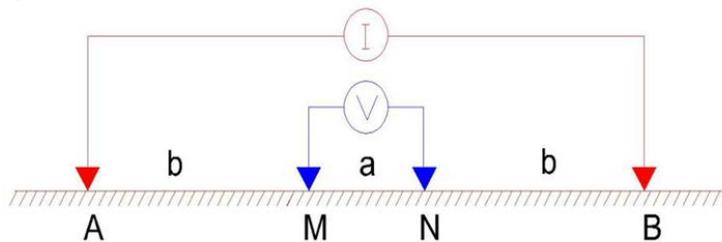


Figure 3: Electrode Configuration of the Schlumberger Array (Milson, 1996)

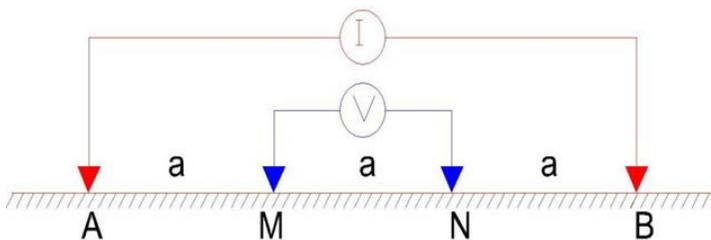


Figure 4: Electrode Configuration of the Wenner Array (Milson, 1996)

The Schlumberger array current electrode separation (AB) varied from a minimum of 2 to 620 m while measurements were made at sequences of electrodes at 10, 20, 30, 40, 50 and 60 m at maximum length of 200 m for the Wenner array.

The acquired vertical electrical sounding (VES) data were processed both quantitatively and qualitatively. The quantitative interpretation of the depth sounding curves was carried out using the partial curve matching technique (Bhattacharya and Patra, 1968). In order to do this, the VES data were plotted on a transparent paper. The partial curve matching technique

involved the use of a standard two (2) layer master curves and four (4) auxiliary type curves (H, K, A, and Q). This procedure required segment-by-segment curve matching starting from the position with shorter electrode spacing and moving towards those with longer spacing. The results of the VES curves obtained from the partial curve matching were then used to constrain the interpretation by the computer using inversion software known as WinResist Software. This invariably reduces overestimation of depths in the curve matching. The result of the computer iteration shows the quantitative analysis to know the resistivity, thickness and depth. The qualitative interpretation of the depth sounding curves was carried out based on individual geo-electric characteristics on the number of layers represented by the four types of the auxiliary curves (A, H, K, and Q) and also from the profiles and maps involves inspection for patterns/anomaly signatures that are diagnostic of the target.

The acquired Wenner apparent resistivity datasets were tomographically inverted to obtain true electrical resistivity distribution of the study area using the ‘RES2DINV’ finite-difference software, based on the smoothness-constrained least squares inversion by a quasi-Newton optimization method (Loke and Barker 1996). An initial 2D electrical resistivity model is generated, from which a response is calculated and compared to the measured apparent resistivity values of the field data. The optimization method then attunes the resistivity value of the model block iteratively until the calculated apparent resistivity values of the model are in close agreement with the measured values of the field data. The absolute error provides a measure of the differences between the model response and the measured data which is an indication of the quality of the model obtained. Using this scheme, 2D inverted models of true resistivity variation of subsurface geological formations for the study area have been computed. The RES2DINV software offers two inversion options robust inversion (Loke et al. 2003) and smoothness-constrained least squares inversion (Loke and Dahlin 2002). It has been reported by Dahlin and Zhou (2004) that the robust inversion is better than the smoothness-constrained least squares inversion. In situations where the subsurface geology comprises a number of almost homogeneous regions but with sharp boundaries between different regions, the robust inversion scheme attempts to find a model that minimizes absolute changes in the model resistivity values (also known as L1 norm or blocky inversion method), thereby giving appreciably superior results. The smoothness-constrained optimization method (also known as L2 norm) on the other hand tries to minimize the squares of the spatial changes (or roughness) of the model resistivity values and tends to construct a model with a smooth variation of resistivity values. This approach is used only if the subsurface resistivity varies in a smooth or gradational manner.

#### 4. Results and discussion

The 2D Electrical Resistivity models of traverse 1 – 3 are shown in Figure 5. Typical resistivity curves of VES 1 – 15 are shown in Figures 6 to 8. The summary of the interpreted VES results and physiochemical analysis are presented in Tables 1 and 2 respectively.

##### (i) 2D model.

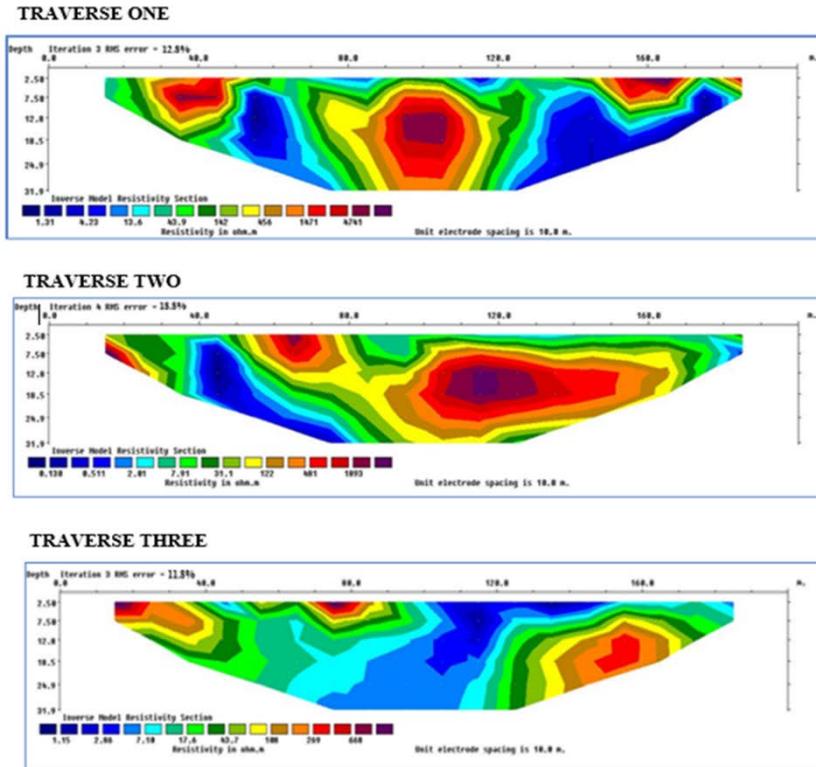


Figure 5: 2D Electrical Resistivity Imaging.

The 2D resistivity structures are presented as pseudo and inverted sections in a colour coded format representing minimum and maximum values respectively.

A total spread of 200 m was surveyed and a depth of 31.9 m was probed with resistivity values ranging from 0.130 to 4741  $\Omega\text{m}$  across the traverses as shown in Figure 6. Three to four resistivity structures were delineated which are representative of clay, clayey sand, saline layer (clay) and sand. The clay has resistivity values ranging from 13.6 to 43.9  $\Omega\text{m}$  at depth range of 2.5 to 31.9 m across the traverses. The clayey sand has resistivity value of 108  $\Omega\text{m}$  with corresponding depth of 2.5 to 24.9 m in traverse 3. The clay infiltrated with saline water has resistivity values ranging from 0.130 to 7.91  $\Omega\text{m}$  with corresponding depth of 2.5 to 31.9 m across the traverses. These indicate zone of saline water intrusion (polluted subsurface aquifer). The sand has resistivity

values ranging from 122 to 4741  $\Omega\text{m}$  having corresponding depth of 2.5 to 31.9 m across the traverses.

**(ii) 1D model**

The following sounding curves types were interpreted: KQH, QHKH and QQH (Table 2) for VES 1 to VES 15 respectively. From the quantitative interpretation five to six distinct layers were identified. The layers are: topsoil, clayey sand, clay, saline clayey sand, saline clay and sand. The resistivity of the topsoil varies from 38.2  $\Omega\text{m}$  to 155.3 Ohm-m. The resistivity of the sand varies from 100.8  $\Omega\text{m}$  to 115.8  $\Omega\text{m}$ . The resistivity of clayey sand varies from 56.6  $\Omega\text{m}$  to 90.1  $\Omega\text{m}$ . The resistivity of clay varies from 12.7  $\Omega\text{m}$  to 41.2  $\Omega\text{m}$ . The resistivity of the saline layer (saline clayey sand/clay) varies from 2.1  $\Omega\text{m}$  to 51.2  $\Omega\text{m}$ . The depth of saline clay interface varies from 25.7 m to 72.6 m. The depth to the saline clayey sand interface varies from 25.7 - 72.6 m

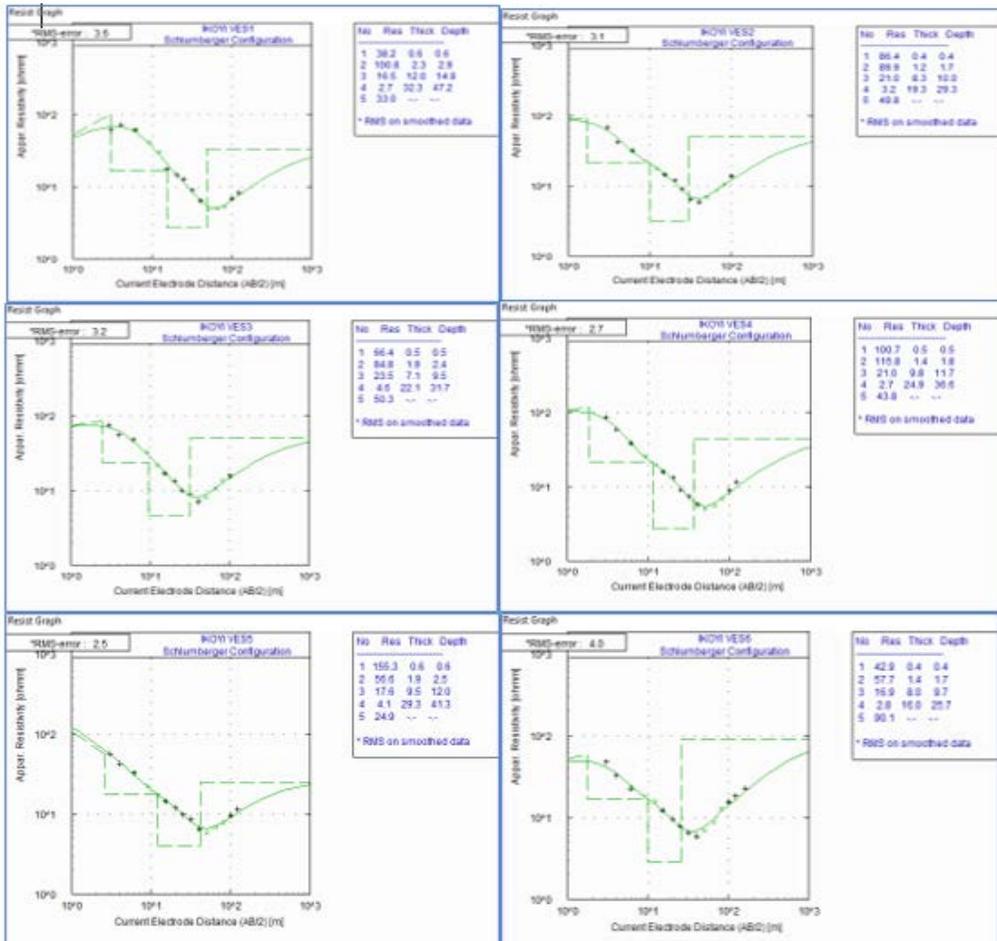


Figure 6: VES CURVES (1 to 6).

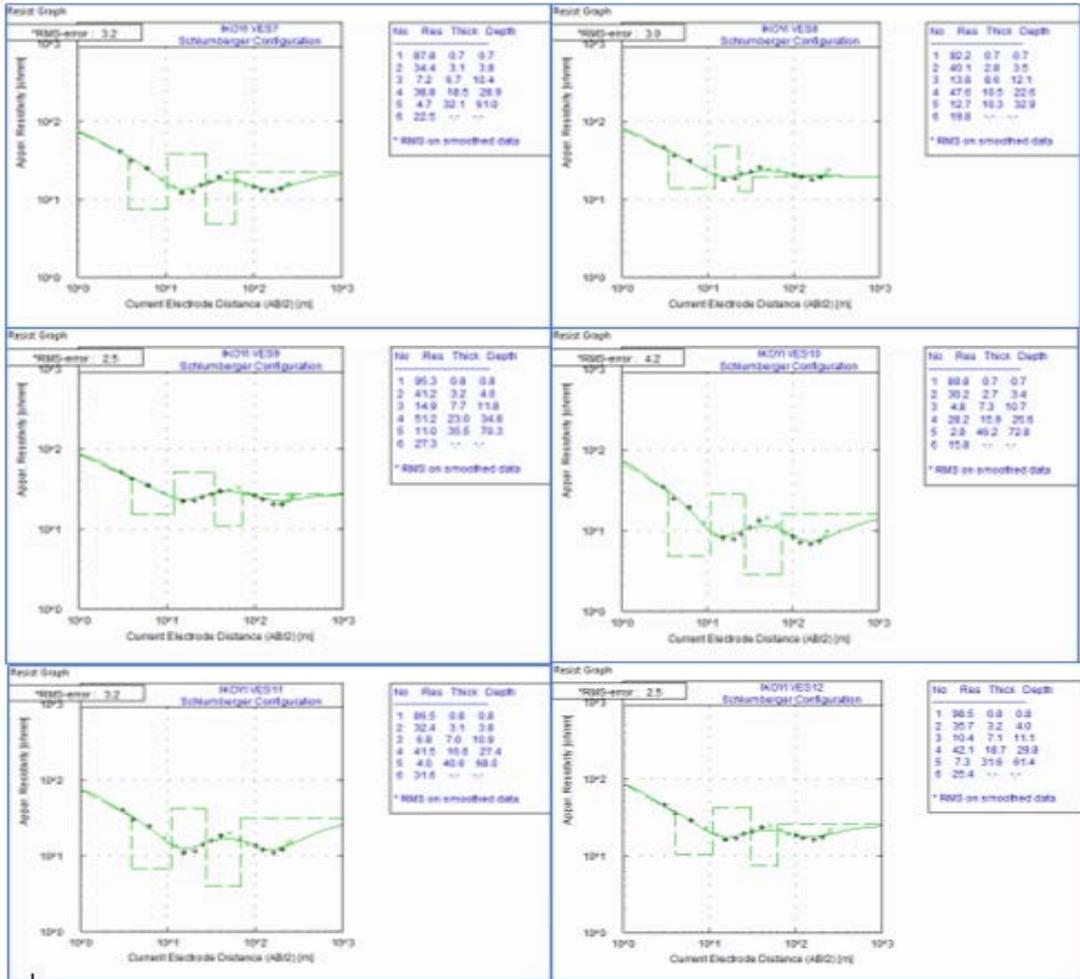


Figure 7: VES CURVES (7 to 12).

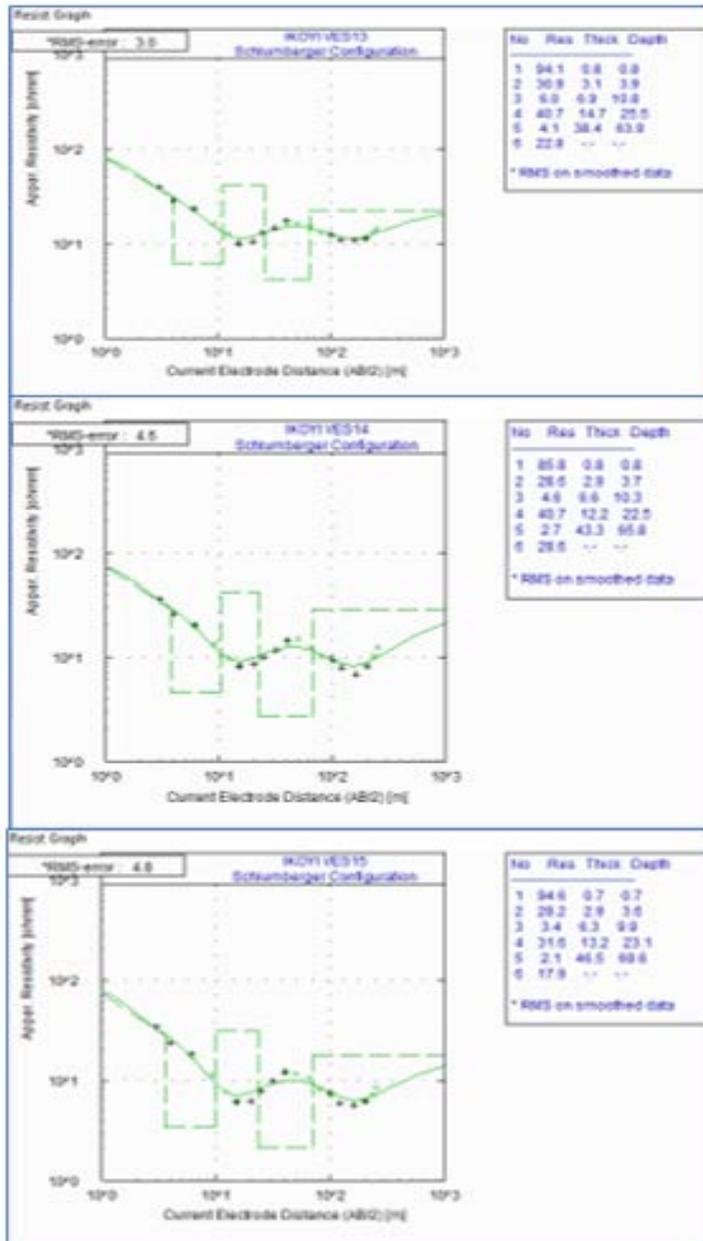


Figure 8: VES CURVES (13 to 15).

**Table 2:** Summary of interpreted VES curves with inferred lithology

VE S No	LAYERS	RESISTIVITY (Ωm)	THICKNES S (m)	DEPTH (m)	CURVE TYPE	LITHOLOGY
1	1	38.2	0.6	0.6	KQH	Topsoil
	2	100.8	2.3	2.9		Sand
	3	16.5	12.0	14.9		Clay
	4	2.7	32.3	47.2		Clay (Saline)
	5	33.0	----	----		Clayey Sand (Saline)
2	1	86.4	0.4	0.4	KQH	Topsoil
	2	89.9	1.2	1.7		Clayey Sand
	3	21.0	8.3	10.0		Clay
	4	3.2	19.3	29.3		Clay (Saline)
	5	49.8	----	----		Clayey Sand (Saline)
3	1	66.4	0.5	0.5	KQH	Topsoil
	2	84.8	1.9	2.4		Clayey Sand
	3	23.5	7.1	9.5		Clay
	4	4.6	22.1	31.7		Clay (Saline)
	5	50.2	----	----		Clayey Sand (Saline)
4	1	100.7	0.5	0.5	KQH	Topsoil
	2	115.8	1.4	1.8		Sand
	3	21.0	9.8	11.9		Clay
	4	2.7	24.9	36.6		Clay (Saline)
	5	43.8	----	----		Clayey Sand (Saline)
5	1	155.3	0.6	0.6	QQH	Topsoil
	2	56.6	1.9	2.5		Clayey Sand
	3	17.6	9.5	12.0		Clay
	4	4.1	29.3	41.3		Clay (Saline)
	5	24.9	----	----		Clayey Sand (Saline)
6	1	42.9	0.4	0.4	KQH	Topsoil
	2	57.7	1.4	1.7		Clayey Sand
	3	16.9	8.0	9.7		Clay
	4	2.8	16.0	25.7		Clayey Sand (Saline)
	5	90.1	----	----		Clayey Sand
7	1	87.8	0.7	0.7	QHKH	Topsoil
	2	34.4	3.1	3.8		Clay
	3	7.2	6.7	10.4		Clay (Saline)
	4	38.8	18.5	28.9		Clayey Sand (Saline)
	5	4.7	32.1	61.0		Clay (Saline)
	6	22.5	----	----		Clayey Sand (Saline)
8	1	92.2	0.7	0.7	QHKH	Topsoil
	2	40.1	2.8	3.5		Clay
	3	13.8	8.6	12.1		Clay
	4	47.7	10.3	22.6		Clayey Sand (Saline)
	5	12.7	10.3	32.9		Clay
	6	19.8	----	----		Clayey Sand (Saline)
9	1	95.3	0.8	0.8		Topsoil

	2	41.2	3.2	4.0	QHKH	Clay
	3	14.9	7.7	11.8		Clay
	4	51.2	23.0	34.8		Clayey Sand
	5	11.0	35.5	70.3		Clay (Saline)
	6	27.3	----	----		Clayey Sand (Saline)
10	1	89.8	0.7	0.7	QHKH	Topsoil
	2	30.2	2.7	3.4		Clay
	3	4.8	7.3	10.7		Clay (Saline)
	4	28.2	15.9	26.6		Clayey Sand (Saline)
	5	2.8	46.2	72.8		Clay (Saline)
	6	15.8	----	----		Clayey Sand (Saline)
11	1	86.5	0.8	0.8	QHKH	Topsoil
	2	32.4	3.1	3.8		Clay
	3	6.8	7.0	10.9		Clay (Saline)
	4	41.5	16.6	27.4		Clayey Sand (Saline)
	5	4.0	40.6	68.0		Clay (Saline)
	6	31.6	----	----		Clayey Sand (Saline)
12	1	98.6	0.8	0.8	QHKH	Topsoil
	2	35.7	3.2	4.0		Clay
	3	10.4	7.1	11.1		Clay (Saline)
	4	42.1	18.7	29.8		Clayey Sand (Saline)
	5	7.3	31.6	61.4		Clay (Saline)
	6	25.4	----	----		Clayey Sand (Saline)
13	1	94.1	0.8	0.8	QHKH	Topsoil
	2	30.9	3.1	3.9		Clay
	3	6.0	6.9	10.8		Clay (Saline)
	4	40.7	14.7	25.5		Clayey Sand (Saline)
	5	4.1	38.4	63.9		Clay (Saline)
	6	22.8	----	----		Clayey Sand (Saline)
14	1	85.8	0.8	0.8	QHKH	Topsoil
	2	28.6	2.9	3.7		Clay
	3	4.6	6.6	10.3		Clay (Saline)
	4	40.7	12.2	22.5		Clayey Sand (Saline)
	5	2.7	43.3	65.8		Clay (Saline)
	6	28.6	----	----		Clayey Sand (Saline)
15	1	94.6	0.7	0.7	QHKH	Topsoil
	2	28.2	2.9	3.6		Clay
	3	3.4	6.3	9.9		Clay (Saline)
	4	31.6	13.2	23.1		Clayey Sand (Saline)
	5	2.1	46.5	69.6		Clay (Saline)
	6	17.9	----	----		Clayey Sand (Saline)

### (iii) Physicochemical.

The chemical analysis of water samples showed that the pH varies from 7.05 to 8.42, total dissolved solids vary from 1786 to 2116 mg/L and electrical conductivity varies from 2106 to 2656  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The anions and cation concentrations such as  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{HCO}_3^-$  ranges from 158

to 185 mg/L, 36 to 48 mg/L, 222 to 287 mg/L, 3.2 to 3.8 mg/L, 10.86 to 20.87 mg/L and 2.33 to 3.88 mg/L respectively. The ratio of Cl/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ion ranges from 4.05 to 7.67. Some of these values do not fall within WHO standard for portable water. More so, the palatability of the water around the study area is unacceptable. The analysis showed that the clayey sand and clay are polluted based on geophysical and physicochemical.

**Table 3: Observed wells information, chemical analysis, Cl<sup>-</sup>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ion ratio, palatability of drinking water (WHO 2017)**

Sample nos.	PH	EC (µs/cm)	TDS (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl/HC O <sub>3</sub> <sup>-</sup> (range)	Palatability class
1	7.85	2345	2116	169	36	222	3.2	18.42	3.88	4.75	Unacceptable
2	8.42	2177	1876	178	42	257	3.5	20.87	2.72	7.67	Unacceptable
3	7.76	2146	1884	185	45	248	3.2	10.86	2.68	4.05	Unacceptable
4	7.05	2656	2148	176	38	254	3.8	12.72	2.33	5.46	Unacceptable
5	7.62	2106	1786	158	48	254	3.8	11.86	2.68	4.43	Unacceptable
6	8.06	2238	2088	178	46	287	3.6	20.54	3.36	6.11	Unacceptable

## 5. Conclusion

Geophysical investigation involving electrical resistivity method in Ikoyi area, Lagos State Nigeria, was used to study saline water intrusion problem in the area. Three 2D Wenner electrical resistivity imaging and fifteen vertical electrical sounding (VES) data were acquired in the study area. The subsurface structure composed mainly of alternation of clay, clayey sand (saline) and clay (saline). The interpreted results show saline water plumes where they occur in different part of the area investigated. The 1D and 2D results revealed a very high degree indicating saline water intrusion between depth interval of 2.5 and 72.6 m in the study area. Freshwater aquifers were not delineated due to the availability of space within the area of study. The physicochemical analysis revealed high degree of electrical conductivity, total dissolved solids and in the anions and cation concentrations. The palatability of the water around the study area is unacceptable. The analysis showed that the clayey sand and clay are polluted based on geophysical and physicochemical results. These results showed the effectiveness and usefulness of electrical resistivity method in mapping saline water intrusion problem in coastal areas. It is necessary to carry out integrated geophysical survey involving electrical resistivity and induced polarization methods prior to drilling in the study area.

## References

1. Adeoti1, L., Alile, O. M. and Uchegbulam, O. (2010). Geophysical investigation of saline water intrusion into freshwater aquifers: A case study of Oniru, Lagos State, Nigeria. *Scientific Research and Essays*,5(3):248-259.

2. Batayneh, A.T. (2006). Use of electrical resistivity methods for detecting subsurface fresh and saline water and delineating their interfacial configuration: a case study of the eastern Dead Sea coastal aquifers. *Jordan Hydrog J* 14:1277–1283
3. Ben Moussa, A., Zouari, K. and Marc, V. (2011). Hydrochemical and isotope evidence of groundwater salinization processes on the coastal plain of Hammamet-Nabeul, north-eastern Tunisia. *Phys Chem Earth* 36(5–6):167–178.
4. Bhattacharya, A.P.K. and Patra, H.P. (1968). *Direct Current Geoelectric Sounding: Principles and Interpretations: Methods of Geochemistry and Geophysics*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam. 135.
5. Bouderbala, A. (2014). Groundwater salinization in semi-arid zones: an example from Nador plain (Tipaza, Algeria). *Environmental Earth Sciences*, 73(9), 5479–5496. doi:10.1007/s12665-014-3801-9
6. Capaccioni, B., Didero, M., Paletta, C. and Didero, L. (2005). Saline intrusion and refreshing in a multilayer coastal aquifer in the Catania Plain (Sicily, Sthohern Italy): dynamics of degradation processes according to the hydrochemical characteristics of groundwaters.
7. Chitea, F., Georgescu, P. and Ioane, D. (2011). “Geophysical detection of marine intrusions in Black Sea coastal areas (Romania) using VES and ERT data”, *Geo-Eco-Marina*, Vol. 17, pp. 95-101.
8. Choudhury, K., Saha. D.K. and Chakraborty, P. (2001). Geophysical study for saline water intrusion in a coastal alluvial terrain. *Journal of Appl. Geophysics* 46:189–200
9. Cimino, A., Cosentino, C., Oieni, A. and Tranchina, L. (2008). A geophysical and geochemical approach for seawater intrusion assessment in the Acquedolci coastal aquifer (Northern Sicily). *Environ Geol*55:1473–1482
10. Dahlin, T. and Zhou, B. (2004). A numerical comparison of 2D resistivity imaging with ten electrode arrays. *Geophys. Prospect*, 52:379–398
11. El Moujabber, M., BouSamra, B, Darwish, T. and Atallah, T. (2006). Comparison of different indicators for groundwater contamination by seawater intrusion on the Lebanese Coast. *Water Resour. Manag.* 20:161–180
12. Himi M., Stitou J., Rivero L., Salhi A., Tapias J.C., Casas A. (2010). “Geophysical surveys for delineating salt water intrusion and fresh water resources in the OuedLaou coastal aquifer Near Surface” , 16th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Abstracts volume, Switzerland.

13. Kalisa, I., Mugerwa, T., Ndikumana, Jean de D., Uwamungu, P., Munganyinka, J.P., Hishamunda, V. and Nsengimana, S. (2016). An Integrated Study on Seawater Intrusion using Geoelectrical Resistivity and GIS Techniques in Part of Pondicherry, South-East Coast of India. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5(1).
14. Khublaryan, M.G., Frolov, A.P. and Yushmanov, I.O. (2008). Seawater Intrusion into Coastal Aquifers. *Water Resour* 35(3):274–286
15. Kouzana, L., Benassi, R., Ben Mammou, A. and Sfar felfoul, M. (2010). Geophysical and hydrochemical study of the seawater intrusion in Mediterranean semi-arid zones. Case of the Korba coastal aquifer (Cap-Bon, Tunisia). *J Afr Earth Sc* 58:242–254
16. Loke, M.H. and Barker, R.D. (1996). Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophys Prospect* 44:131–152
17. Loke, M.H. and Dahlin, T. (2002). A comparison of the Gauss-Newton and Quasi-Newton methods in resistivity imaging inversion. *J Appl Geophys* 49:149–162
18. Loke, M.H., Acworth, I. and Dahlin, T. (2003). A comparison of smooth and blocky inversion methods in 2D electrical imaging surveys. *Explor Geophys* 34:182–187
19. Murat, R.C. (1972). Stratigraphy and Paleogeography of the Cretaceous and lower Tertiary in Southern Nigeria, *Afr. Geol.*, U.I. press, p. 17.
20. Milnes E, Renard, P. (2004). The problem of salt recycling and seawater intrusion in coastal irrigated plains: an example from the Kiti aquifer (Southern Cyprus). *J Hydrol* 288:327–343
21. Milson, J. (1996). *Field Geophysics*. John Wiley and Sons Limited, West Sussex, England, 103.
22. Mondal, N.C., Singh, V.P. and Ahmed, S. (2013). Delineating shallow saline groundwater zones from Southern India using geophysical indicators. *Environ Monit Assess* 185:4869–4886
23. Mondal, N.C., Singh, V.P., Singh, V.S. and Saxena, V.K. (2010). Determining the interaction  
24. between groundwater and saline water through groundwater major ions chemistry. *J Hydrol* 388:100–111.
25. Nielsen, L., Jørgensen, N.O. and Gelting, P. (2007). Mapping of the freshwater lens in a coastal aquifer on the Keta Barrier (Ghana) by transient electromagnetic soundings. *J Appl Geophys* 62:1–15.
26. Omatsola, M.E., and Adegoke, O.S. (1981). Tectonic Evolution and Cretaceous Stratigraphy of the Dahomey Basin *Journal of Mining and Geology*. 18, 130-137.

27. Pulido-Leboeuf, P. (2004). Seawater intrusion and associated processes in a small coastal complex aquifer (Castell de Ferro, Spain). *Appl Geochem* 19:1517–1527
28. Ritz, M., Parisot, J.C., Diouf, S., Beauvais, A., Dione, F. and Niang, M. (1999). Electrical imaging of lateritic weathering mantles over granitic and metamorphic basement of eastern Senegal, West Africa. *J. Appl Geophys* 41:335–344
29. Schoenleber, J.R. (2005). *Field Sampling Procedures Manual*. Department of environmental protection, New Jersey, p 574
30. Slansky, M. (1962). Contributional etude Geological du Basin sedimentative corfell all Dahomey at du too Bearaeu du Kuchercher Geologue at Mounever memoir, pp. 11-12.
31. Steyl, G. and Dennis, I. (2010). Review of coastal area aquifers in Africa. *Hydrogeology Journal*, 18(1), 217–225.
32. Store, H., Storz, W. and Jacobs, F. (2000). Electrical resistivity tomography to investigate geological structures of earth's upper crust. *Geophys Prospect* 48:455–471
33. Tosin, A. O., Ayokunle, A. A., Gbenga, M. O., Adebowale, O. A. and Kola, A. A. (2015). Geophysical and Hydrochemical Investigation of a Municipal Dumpsite in Ibadan, Southwest Nigeria. *Journal of Environment and Earth Science*, 5(14).
34. VanNorstrand, R. and Cook, K.L. (1966). Interpretation of resistivity data. USCGS Professional Paper-499, US Govt. Printing Office, Washington
35. Whiteman, A. (1982). *Nigeria: Its Petroleum Geology resources and potential*, Graham and Trotman Ltd. 1: 166.
36. WHO, 2017. *Water Quality and Health: Review of Turbidity Information for Regulators and Water Suppliers*. WHO, Geneva. [www.who.int/entity/water\\_sanitation\\_health/publications/turbidity-technical-brief/en/index.html](http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/publications/turbidity-technical-brief/en/index.html) (accessed March 2017).
37. Zouhri, L., Carlier, E., Ben Kabbour, B., Toto, E.A., Gorini, C. and Louche, B. (2008). Groundwater interaction in the coastal environment: hydrochemical, electrical and seismic approaches. *Bull Eng Geol Environ* 67:123–128.

## Valoración Del Nivel De Ansiedad En La Persona Con Diabetes Durante La Pandemia

*Damaris Rodríguez Isassi,*

*María José Perusquía Mendoza,*

Estudiante en Servicio Social de la Licenciatura en Enfermería

Universidad Autónoma de Querétaro, México

*Sarket Gizeh Juárez Nilo,*

Licenciada en Enfermería, Especialista en Salud Pública

Universidad Autónoma de Querétaro, México

*Adriana Martínez Díaz,*

Maestra en Ciencia y Tecnología de los alimentos

Universidad Autónoma de Querétaro, México

*René Rico Sánchez.*

Maestro en Ciencias de Enfermería

Universidad Autónoma de Querétaro, México

*Ruth Magdalena Gallegos-Torres .*

Doctora en Ciencias de la Salud

Universidad Autónoma de Querétaro, México

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p256](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p256)

Submitted: 11 December 2021

Accepted: 09 March 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Rodríguez Isassi D., Perusquía Mendoza M.J., Juárez Nilo S.G., Martínez Díaz A., Rico Sánchez R., & Gallegos-Torres R.M., (2022). *Valoración Del Nivel De Ansiedad En La Persona Con Diabetes Durante La Pandemia* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 256.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p256>

### Resumen

**Introducción:** En enfermería, la investigación permite tener un panorama sobre el sentir de las personas con diabetes, lo que daría como resultado mejoras en el cuidado.

**Objetivo:** Determinar el nivel de ansiedad en el paciente diabético que asiste al Centro de Salud Oriente de San Juan del Río, en Querétaro, México.

**Metodología.** Estudio transversal, descriptivo; muestreo por conveniencia. Se utilizó la escala de Síntomas de Ansiedad Asociados al COVID-19 que cuenta con 5 ítems; Alfa de Cronbach de .93; 5 opciones de respuesta en escala tipo

Likert. El proyecto fue registrado y evaluado ante un Comité de Investigación y Bioética. En el análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva.

**Resultados:** Se encuestó a 46 pacientes, el 100% diabético. 76.1% era mujer. 53.2% tiene más de 10 años de padecer la enfermedad. 54.3% atiende su condición de salud con pastillas. 89.1% ha presentado alteraciones de la glucosa; 73.9% ha presentado cefalea e incremento de la tensión arterial el 41.3%. Al respecto de la actividad física, 63% ya no realiza lo que realizaba antes de la pandemia y vinculado a la alimentación, 60.9 incrementó el consumo. 28.2% de los participantes tuvieron un nivel de ansiedad moderado y 6.5% severo.

**Conclusiones:** Se reconoce que quien padece diabetes presenta alteraciones no sólo a nivel biológico, donde además se suma una situación de confinamiento derivada de la pandemia. Es importante establecer modelos de atención que consideren los cambios epidemiológicos actuales.

---

**Mots clés :** Diabetes Mellitus, Ansiedad, Infecciones por Coronavirus, Pandemias.

## **Assessment of The Level of Anxiety in Persons with Diabetes During the Pandemic**

*Damaris Rodríguez Isassi,*

*María José Perusquía Mendoza,*

Estudiante en Servicio Social de la Licenciatura en Enfermería  
Universidad Autónoma de Querétaro, México

*Sarket Gizeh Juárez Nilo,*

Licenciada en Enfermería, Especialista en Salud Pública  
Universidad Autónoma de Querétaro, México

*Adriana Martínez Díaz,*

Maestra en Ciencia y Tecnología de los alimentos  
Universidad Autónoma de Querétaro, México

*René Rico Sánchez.*

Maestro en Ciencias de Enfermería  
Universidad Autónoma de Querétaro, México

*Ruth Magdalena Gallegos-Torres .*

Doctora en Ciencias de la Salud  
Universidad Autónoma de Querétaro, México

---

### **Abstract**

**Introduction:** In nursing, research allows an overview of the feelings of diabetic persons, which results in improvements in care.

**Objective:** This paper focuses on determining the level of anxiety in diabetic patients at the Oriente Health Center of San Juan del Río in Querétaro, Mexico.

**Methodology:** Descriptive cross-sectional study and convenience sampling technique was used. The Anxiety Symptoms associated to COVID-19 scale was applied on 5 items with 5 response options on a Likert-type scale. It had a Cronbach alpha of .93 and descriptive statistics were used in the data analysis. The project was registered and evaluated before a Research and Bioethics Committee.

**Results:** 46 patients were surveyed and the results showed that 100% were diabetic. 76.1% were females while 53.2% have suffered for more than 10 years from the disease. 54.3% treat their health condition with pills, 89.1% have presented glucose alterations, 73.9% had a headache and an increase in blood pressure, 41.3% were involved in physical activity, 63% no longer do what they did before the pandemic which was linked to food, 60.9% experienced increased consumption, 28.2% of the participants had a moderate anxiety level, and 6.5% was severe.

**Conclusion:** It is recognized that those who suffer from diabetes present alterations not only at a biological level, but a situation of confinement derived from the pandemic is also added. It is therefore important to establish models of care that consider current epidemiological changes

---

**Keywords:** Diabetes Mellitus, Anxiety, Coronavirus Infections, Pandemics

## Introducción

Los servicios de salud prevenibles y de tratamiento son los más afectados por el COVID-19. El Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General de la Organización Mundial de la Salud, mediante una encuesta realizada a 155 países aseguró: “muchas personas que necesitan tratamiento contra enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y diabetes no han recibido los servicios sanitarios y los medicamentos que necesitan desde que comenzó la pandemia de COVID-19. Es fundamental que los países encuentren formas innovadoras de garantizar que los servicios esenciales contra las enfermedades no transmisibles (ENT) continúen, incluso mientras luchan contra la COVID-19” (Ejecentral, 2021, p.1).

Al respecto, se reconoce que la Diabetes Mellitus (DM) desempeña un papel importante en los indicadores de salud a nivel mundial, tanto en los países de bajos recursos en salud, así como en los países que garantizan esquemas de vacunación contra un gran número de enfermedades infectocontagiosas. Gracias a estas acciones, la vida puede ser prolongada para la población disminuyendo los factores de riesgo que registrarán los patrones de morbilidad y mortalidad (González Gómez, 2005, p.1)

Derivado del fenómeno mundial de la pandemia “un total de 18 países interrumpieron parcialmente los servicios y dos lo hicieron en forma completa, según un informe de la OPS, que insta a implementar estrategias innovadoras y medidas para garantizar una atención segura durante la pandemia, los servicios de prevención y tratamiento de las enfermedades no transmisibles (ENT) se han visto gravemente afectados desde el comienzo de la pandemia de COVID-19 en América. Antes de COVID-19, el 81% de todas las muertes en las Américas se debieron a enfermedades no transmisibles. Se estima que 62 millones de personas en las Américas viven con diabetes y 1,2 millones de personas viven con cáncer en América Latina y el Caribe. Además, alrededor de 1 de cada 4 personas en las Américas tiene mayor riesgo de enfermarse gravemente y morir si se infectan con COVID-19 por vivir con una enfermedad crónica” (OPS, 2020, p.1).

La angustia por el fenómeno, aunado al hecho de padecer diabetes puede implicar el presentar emociones negativas como sentirse desesperado, enojado o frustrado, que surgen de vivir con la enfermedad. Aunque no es una condición psiquiátrica en sí misma, puede resultar en una reducción del autocuidado y compromiso con los profesionales de la salud y un posterior incumplimiento del tratamiento y del óptimo control glucémico (Singhai et al., 2020). El padecimiento de la enfermedad, sumado al de la pandemia, puede incrementar los niveles de ansiedad en la población (Urzúa et al., 2020).

La ansiedad está definida como “un mecanismo adaptativo natural que permite al individuo, ponerse alerta ante sucesos comprometidos. En realidad, un cierto grado de ansiedad proporciona un componente adecuado de precaución en situaciones especialmente peligrosas. Una ansiedad moderada puede ayudar a mantener la concentración y afrontar los retos que se tienen por delante” (Sociedad Española de Medicina Interna, 2021, p.1).

El manejo de estrés y ansiedad durante la pandemia, ha sido y sigue siendo un reto muy difícil para toda la población. Si una persona sana llega a sufrir alguno de estos problemas, las personas con enfermedades sufren el doble, con el simple hecho de estar con más riesgos y la alta posibilidad de agravarse con mayor facilidad. El estrés o la ansiedad son consecuencia de la incertidumbre que la situación genera; pueden aparecer pensamientos de tipo catastrofistas y anticipatorios, colocando a las personas ante los peores y más improbables escenarios, generando un gran malestar, sin embargo, cabe mencionar que puede ser presentada de diferente manera para todos, ya que depende de la forma en que se maneje o cuando se supera la capacidad adaptativa de la persona ante una situación (Diabetes.org, 2014).

La ansiedad genera múltiples sentimientos, que pueden ser normales hasta cierto punto, ante situaciones en que una persona puede sentirse amenazada, en peligro o con dificultad para enfrentarlas; se estima que 1 de cada 10

personas sufre algún episodio de ansiedad en algún momento de su vida, aspecto que, en el conocimiento general de la población, ha aumentado con la pandemia. Se convierte en un problema cuando los episodios de ansiedad son frecuentes, dificultando su manejo para la persona y esta no reconoce una “causa” aparente, limitando el día a día (Sociedad Española de Medicina Interna, 2021).

Como se ha mencionado, se ha demostrado que varios indicadores de salud mental, como la ansiedad generalizada y los niveles de angustia, aumentaron durante las etapas iniciales de la pandemia. Un creciente cuerpo de investigación proporciona una primera aproximación a las reacciones emocionales con respecto al brote de COVID-19. Teufel y col. informó que “la ansiedad generalizada aumentó en Alemania desde el principio. Los niveles de angustia psicológica alcanzaron relevancia clínica durante la pandemia de COVID-19. Xiong y col informó que la población general en China, España, Italia, Irán, Estados Unidos, Turquía, Nepal y Dinamarca mostraron altas tasas de ansiedad (6.33% a 50.9%), depresión (14.6% a 48.3%), trastorno de estrés traumático (7% a 53.8%), angustia psicológica (34.43% a 38%) y estrés (8.1% a 81.9%)” (Schweda et al., 2021, p.1).

El período actual de angustia impuesto por la pandemia de COVID-19 también puede perpetuar la hipoglucemia. Se ha demostrado que las situaciones estresantes precipitan episodios hipo glucémicos en personas con diabetes tipo 1 y tipo 2 (Mukona & Zvinavashe, 2020).

En la India, en un hospital de atención COVID-19, el principal desafío fue proporcionar las consultas de seguimiento programadas a las personas con diabetes registradas en la clínica especializada administrada por el departamento de medicina general. Se debía idear un enfoque alternativo que implicara el uso de la instalación de telemedicina del instituto, y más importante, participación de los médicos del campo paraclínico para prestar esta atención de la diabetes, proporcionando audio en tiempo real y consultas telefónicas. Esto se hizo en concordancia con las guías de telemedicina recientemente publicadas por el gobierno indio, permitiendo a todos los médicos registrados profesionales brindar este tipo de atención (Joshi et al., 2020).

Ante esta situación, es que se consideró necesario realizar el abordaje de los niveles de ansiedad en este tipo de pacientes, ya que la evidencia empírica muestra que actualmente este fenómeno presenta una mayor prevalencia en cuanto a las patologías crónicas, aunado al fenómeno de la pandemia, por lo que resulta interesante y relevante vincular ambos aspectos.

### **Metodología**

Es un estudio cuantitativo, transversal, descriptivo (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018), que se realizó en el Centro de Salud Oriente de San

Juan del Río ubicado en este municipio, del estado de Querétaro. Atiende a un aproximado de 97,000 pacientes activos que asisten por diversas situaciones de salud, de los cuales, se atendieron de enero del 2020 a 2021 26,323. El Centro de Salud tiene controladas las citas de estos pacientes, por lo que se atienden por mes, un aproximado de 30 a 50 personas con diabetes. El estudio posibilita el cálculo de un tamaño de muestra, sin embargo, las condiciones de salud actuales complican el fácil acceso a estos usuarios, por lo que se manejó un número mínimo de la aplicación de 30 instrumentos. Debido a lo anterior, el tipo de muestreo fue por conveniencia, procurando que hubiera un número equitativo de hombres y mujeres.

El proyecto fue registrado, evaluado y aprobado ante un Comité de Investigación y Bioética.

Los pacientes fueron seleccionados de acuerdo que fueran personas que padecieran diabetes, recién diagnosticados o con años de evolución, adultos mayores de 18 años, ambos sexos, que reciben atención en el Centro de Salud Oriente de San Juan del Río.

Se utilizó la escala de Síntomas de Ansiedad Asociados al COVID-19 que cuenta con 5 ítems, posee una confiabilidad de 0.93 y ha sido validado su uso en población latinoamericana. Su escala de respuesta es de 5 opciones, considerando las respuestas de ninguna, menos de un día o dos, varios días, más de 7 días y casi todos los días durante las últimas 2 semanas. Arroja los siguientes resultados de gravedad: mínimo o ninguno (0-4 puntos), leve (5-9), moderado (10-14) y severo (15-20) (González-Rivera et al., 2020).

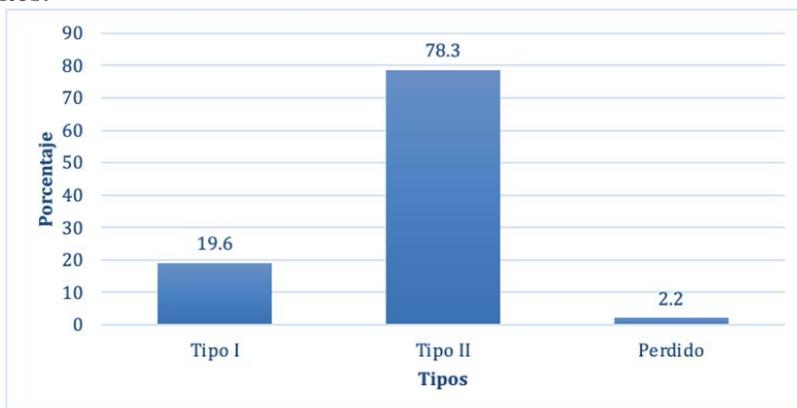
Se realizó una prueba piloto de la herramienta de recolección de datos, en aproximadamente el 10% de los participantes, tomando como base el total del tamaño de la muestra. No se encontraron aspectos a modificar u observaciones hacia el estudio.

Los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva mediante el manejo de frecuencias expresadas en porcentajes, medidas de tendencia central y desviación estándar y Chi Cuadrada para la comparación de los resultados obtenidos, por género.

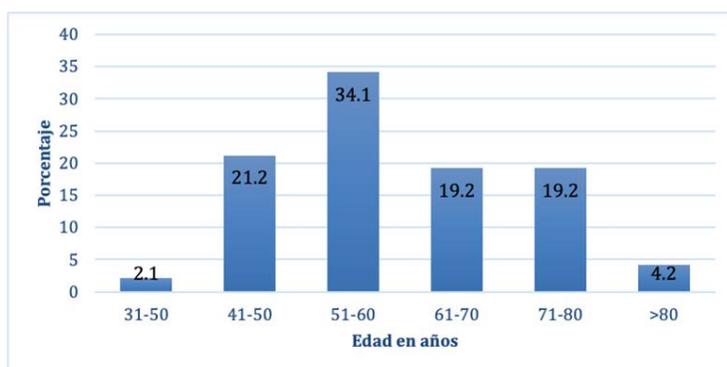
## **Resultados**

Se obtuvieron los datos de 46 pacientes, los cuales aún tienen muy limitada la asistencia a los servicios de consulta externa debido a la pandemia. 76.1% fueron mujeres y el resto hombres. El lugar de nacimiento es Querétaro con un 39.1% y 21.7% de México, siendo los demás de otros estados cercanos a San Juan del Río, sin embargo su lugar de residencia se mostró con el 91.3% en San Juan del Río. Se observó que la mayoría de los pacientes tenían entre 51 a 60 años de edad y de la tercera edad (Gráfica 1), donde el promedio de edad fue de 58.85 de 12.36. Con respecto al nivel de estudios, 17.4% no

presenta ninguno y 23.9% la secundaria completa, por señalar los datos más relevantes.



Gráfica 1. Edad de los participantes



Fuente: escala aplicada, 2021.

Gráfica 2. Tipo de diabetes que presentan los participantes

50% de los pacientes son casados. Los participantes se dedican a múltiples ocupaciones; la mayoría, por ser adultos mayores se encuentran en el hogar (56.5%), y otra parte es comerciante (15.2%).

Los encuestados padecen diabetes mellitus (Gráfica 2). Un 53.2%, ha presentado la enfermedad por más de 10 años como valor máximo y menos de 2 años como valor mínimo (Gráfica 3); llevan su tratamiento con pastillas el 54.3% y con insulina el 2.2%.



Gráfica 3. Tiempo en que los participantes han padecido diabetes  
 Fuente: escala aplicada, 2021.

Durante el periodo de pandemia, los participantes señalaron haber presentado alteraciones de la glucosa, donde 89.1% refirió un incremento; refirieron síntomas anexos a la patología el 100%, siendo la cefalea la que prevaleció con 73.9%. Relacionado con esto, desde que inició la pandemia el 41.3% presentó incremento de la tensión arterial y 21.7% alteraciones dentales. En el 84.8% de los casos, los participantes indicaron tener alteraciones del sueño, en donde 60.9% dormía pocas horas y 15.2% dormía más de lo normal.

Sobre la actividad física, 63% de los participantes indicó que ya no hace la actividad física que tenía antes de la pandemia y se mantuvo en su ritmo sólo el 28.3%. Algo similar ocurrió con la alimentación, ya que 60.9% refirió aumentar el consumo de comida y 28.3% mantenerlo como estaba. Con respecto a la escala de Síntomas de Ansiedad Asociados a COVID-19, en la Tabla 1 se presentan los resultados más relevantes.

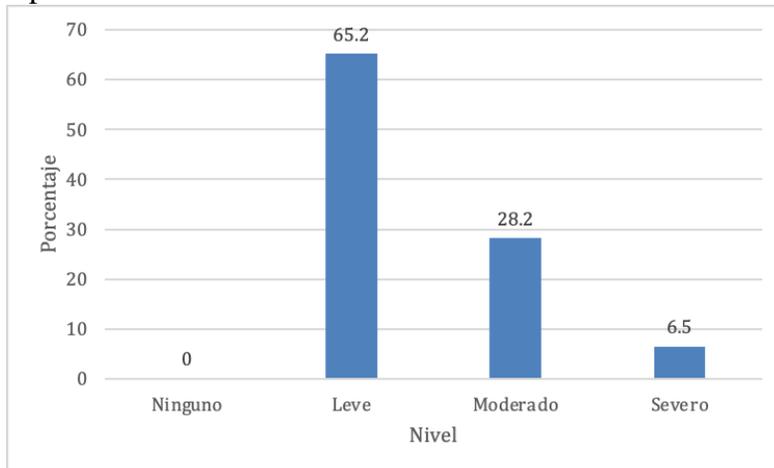
**Tabla 1.** Principales datos obtenidos en la escala de ansiedad

	Varios días	Más de 7 días	Casi todos los días durante las últimas 2 semanas
1. Me sentí mareado, aturdido o débil, cuando leía o escuchaba noticias sobre el coronavirus	6.5%	2.2%	4.3%
2. Tuve problemas para quedarme o permanecer dormido porque estaba pensando en el coronavirus	37%	8.7%	4.3%
3. Me sentí paralizado o congelado cuando pensaba o estaba expuesto a información sobre el coronavirus	43.5%	10.9%	4.3%
4. Perdí interés en comer cuando pensaba o estaba expuesto a información sobre el coronavirus	0	0	4.3%
5. Sentí náuseas o problemas estomacales cuando pensé o estaba	8.7%	0	2.2%

expuesto a información sobre el coronavirus			
---	--	--	--

Fuente: escala aplicada, 2021.

La Gráfica 4 muestra los resultados globales del nivel de ansiedad presente en los participantes.



Gráfica 4. Nivel de gravedad de la ansiedad de los participantes  
Fuente: escala aplicada, 2021.

## Discusión

Los resultados muestran que los pacientes con diabetes pueden ser vulnerables a presentar ansiedad por ser población de riesgo ya que padecen una enfermedad crónica degenerativa, esto se ve relacionado con la publicación de Torres-Tamayo, que señala que la infección por SARS-CoV-2 desencadena condiciones de mayor estrés en personas con diabetes, lo que genera incremento en la liberación de hormonas hiperglucémicas como glucocorticoides y catecolaminas, que favorecen el aumento de la variabilidad y la concentración de la glucosa sanguínea (Torres-Tamayo et al., 2020). Al respecto, en un futuro valdría el esfuerzo realizar un estudio similar comparando pacientes diabéticos y sin diabetes.

Se evidenció que la mayor parte de esta población padece DM tipo 2 (78.3%), lo que incrementa el riesgo de contraer COVID-19; esto confirmado por Paz Ibarra, quien menciona que los pacientes con DM2 padecen un cuadro de inflamación crónica de bajo grado que podría facilitar la tormenta de citoquinas, que a su vez sería la causa de los casos graves de neumonías COVID-19 y de la eventual muerte de muchos pacientes (Paz Ibarra, 2020).

El 89.1% de los pacientes expresaron un aumento de su glucosa (89.1%) lo que se relacionó con lo publicado por Shiguango al indicar que la coexistencia de la depresión y la ansiedad puede empeorar las complicaciones de la DM, esencialmente dificultando un control glicémico adecuado (Shiguango

Shiguango et al., 2020). Esto mismo también es señalado por Tejedor (Tejedor, 2017) quien recuerda que la adrenalina es una hormona inhibidora de la acción de la insulina, de ahí que el estrés y la ansiedad, que hacen descargar adrenalina, supongan un aumento de la glucosa en sangre.

El 73.9% de los participantes dieron a conocer que presentaron cefalea con mayor incidencia, lo que tiene relación lo referido por Palomares (Palomares, 2019) que indica que este tipo de cefalea surge cuando hay demasiada tensión en la parte del cuello y del cuero cabelludo, y la ansiedad es una de sus causas principales. Igualmente lo anterior puede estar relacionado con las alteraciones del sueño que manifestaron el 84.4%; esto es referido por Shiguango (Shiguango Shiguango et al., 2020), el cual menciona que problemas del sueño suelen ser especialmente prevalentes, y la añadidura de factores relacionados con el confinamiento, como la desestructuración de las rutinas cotidianas y la exposición restringida a la luz solar, podrían exacerbar este problema.

Respecto al porcentaje de los participantes que refirieron un aumento en la tensión arterial (41.3%), Sheps explica que la ansiedad no causa presión arterial alta (hipertensión) a largo plazo. Sin embargo, los episodios de ansiedad pueden causar picos drásticos y pasajeros en la presión arterial, esos picos pasajeros se producen con frecuencia, por ejemplo todos los días, pueden causar daños a los vasos sanguíneos, el corazón y los riñones, así como también hipertensión arterial crónica (Sheps, 2021).

Sobre la actividad física, 63% de los participantes indicó que ya no realiza lo que tenía antes de la pandemia y se mantuvo en su ritmo sólo el 28.3%. Algo similar ocurrió con la alimentación, ya que 60.9% refirió aumentar el consumo de comida y 28.3% mantenerlo como estaba, lo referido es apoyado por Shiguango quien indica que cumplir con estas estipulaciones es importante ya que, ante una restricción de actividad, sobre todo en los pacientes con ánimo deprimido o ansioso, se produce una disminución del gasto energético, la cual puede ser compensada aumentando el consumo de alimentos. Además, la actividad física parece ser especialmente efectiva para aminorar los efectos negativos generados por el aislamiento, el exceso de información y la ansiedad por enfermedad (Shiguango Shiguango et al., 2020).

Se puede ver que todos los pacientes con DM tuvieron un grado de ansiedad, positivamente la mayoría fue valorado como leve (65.2%), pero el resto si con un grado moderado (28.2%) y severo (6.5%). Los resultados anteriores tienen fundamento en lo indicado por Shiguango, al indicar que la coexistencia de ansiedad puede empeorar las complicaciones de la DM, esencialmente dificultando un control glicémico adecuado. En una situación de gran estrés, el cuidado de los pacientes diabéticos se puede ver comprometido, puesto que estos síntomas representan obstáculos importantes para la realización de cambios efectivos y sostenibles en los hábitos en esta población (Shiguango Shiguango et al., 2020).

## **Conclusión**

Las personas que padecen diabetes, presentan alteraciones en varias aristas de las dimensiones biológicas, psicológicas y sociales de la persona; en este sentido, es de suma importancia reconocer y abordar desde los principios de la prevención y sus diferentes niveles, aquellas modificaciones que ocurren en el contexto sociocultural y que tienen una potencial influencia como factores determinantes de la salud.

Las personas que participaron en el estudio se vieron afectados con episodios de estrés y ansiedad como resultado de la pandemia por COVID-19. Esto podría propiciar cambios significativos en su estilo de vida, alimentación y hábitos, haciendo que descuiden su tratamiento no farmacológico y presenten malestar en general. Así mismo su seguimiento podría haberse visto afectado debido al confinamiento de la población y prioridad en el tratamiento de los enfermos por COVID-19.

Es menester de los servicios de salud, establecer modelos de atención en salud basados en los cambios epidemiológicos y demográficos de las naciones en desarrollo, con énfasis en la atención de patologías a largo plazo que incluyan la atención multidisciplinaria.

La pandemia por COVID-19 ha mostrado a la población y al personal de salud a entender procesos tan complicados como lo son las enfermedades crónico degenerativas como la Diabetes Mellitus. La persona con diabetes forma parte de un grupo vulnerable de la población y que necesita un tratamiento integral que le permita tener una mejor calidad de vida.

Dentro de este tratamiento integral se encuentra la salud mental la cual es crucial en el estado de salud del paciente en cuanto a su percepción acerca de su enfermedad, adherencia al tratamiento, apoyo con la familia, comunicación acerca de sensaciones y malestares, etc. Cuando el aspecto mental presenta alteraciones, ya sea por factores internos o externos, puede verse afectado el estado de salud del paciente. Un factor externo es el medio ambiente, el cual ha tenido un impacto bastante fuerte por la presencia del COVID-19 y todo lo que ha ocasionado en la dinámica de la sociedad. Como se pudo valorar en este estudio, desarrollarse bajo este entorno puede desencadenar estados de ansiedad ya que de acuerdo con los datos recolectados se identificó que más del 60% de la población encuestada padeció ansiedad leve, moderada o severa causado por los efectos de la pandemia y todo lo que se ha derivado en este tiempo. En este sentido, además del nivel de ansiedad, se puso observar que los pacientes con diabetes encuestados también presentaron signos y síntomas como cefalea, tensión arterial, alteraciones del sueño, alteraciones dentales, alteración en la actividad física y alteración en la alimentación, por lo que es muy importante que se siga valorando el estado de salud en estos pacientes que cuentan con una comorbilidad y en general con la población que también

pueda tener algún factor que determine un estado de ansiedad y alteración su salud mental por los efectos de la pandemia.

### References:

1. Diabetes.org (2014). Alto nivel de glucosa. Diabetes.Org. <http://archives.diabetes.org/es/usted-corre-el-riesgo/reduzca-su-riesgo/alto-nivel-de-glucosa.html>
2. Ejecentral, R. (2021). COVID-19 provoca desatención en otras enfermedades, revela OMS. Eje Central, 1. <http://archives.diabetes.org/es/usted-corre-el-riesgo/reduzca-su-riesgo/alto-nivel-de-glucosa.html>
3. González Gómez, S. R. (2005). Diabetes mellitus. Temas Actualizados, 1–9. [http://scielo.sld.cu/pdf/med/v44n5-6/med085\\_605.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/med/v44n5-6/med085_605.pdf)
4. González-Rivera, J. A., Rosario-Rodríguez, A., & Cruz-Santos, A. (2020). Escala de ansiedad por Coronavirus: un nuevo instrumento para medir síntomas de ansiedad asociados al COVID-19. *Interacciones: Revista de Avances En Psicología*, 6(3). <https://doi.org/10.24016/2020.v6n2.107>
5. Hernández-Sampieri, R. & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill.
6. Joshi, R., Atal, S., Fatima, Z., Balakrishnan, S., Sharma, S., & Joshi, A. (2020). Diabetes care during COVID-19 lockdown at a tertiary care centre in India. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108316>
7. Mukona, D. M. & Zvinavashe, M. (2020). Self- management of diabetes mellitus during the COVID-19 pandemic: Recommendations for a resource limited setting. In *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews* (Vol. 14, Issue 6, pp. 1575–1578). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.08.022>
8. OPS (2020). La COVID-19 afectó el funcionamiento de los servicios de salud para enfermedades no transmisibles en las Américas. Organización Panamericana de La Salud.
9. Palomares, L. (2019). El dolor de cabeza por ansiedad: cómo surge y qué hacer. *Avance Psicólogos*.
10. Paz Ibarra, J. (2020). Manejo de la diabetes mellitus en tiempos de COVID-19. *ACTA MEDICA PERUANA*, 37(2). <https://doi.org/10.35663/amp.2020.372.962>
11. Schweda, A., Weismüller, B., Bäuerle, A., Dörrie, N., Musche, V., Fink, M., Kohler, H., Teufel, M., & Skoda, E. M. (2021). Phenotyping mental health: Age, community size, and depression differently modulate COVID-19-related fear and generalized anxiety. *Comprehensive Psychiatry*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2020.152218>

12. Sheps, S. G. (2021). La ansiedad: ¿es una causa de la hipertensión arterial? Mayo Clinic.
13. Shiguango Shiguango, N., Ortega Carrillo, A., Mayorga Reinoso, S., Padilla Sevilla, L., Torres Yamunaque, Y., Yépez Daqui, J., Triviño Naula, P., & Tene Carrillo, C. (2020). Ansiedad y depresión en pacientes diabéticos durante la pandemia de COVID-19. *Diabetes Internacional y Endocrinología*, 12(1), 17–21. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4379820>
14. Singhai, K., Swami, M. K., Nebhinani, N., Rastogi, A., & Jude, E. (2020). Psychological adaptive difficulties and their management during COVID-19 pandemic in people with diabetes mellitus. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14(6), 1603–1605. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.08.025>
15. Sociedad Española de Medicina Interna (2021). Ansiedad. Sociedad Española de Medicina Interna. <https://www.fesemi.org/informacion-pacientes/conozca-mejor-su-enfermedad/ansiedad>
16. Tejedor, A. (2017). ¿Cómo puede afectar la ansiedad en la diabetes? Asociación Dieabetes Madrid.
17. Torres-Tamayo, M., Caracas-Portillo, N. A., Pena-Aparicio, B., Juarez-Rojas, J. G., Medina-Urrutia, A. X., & Martínez-Alvarado, M. del R. (2020). Infección por coronavirus en pacientes con diabetes. *Archivos de Cardiología de Mexico*, 90, 67–76. <https://doi.org/10.24875/ACM.M20000068>
18. Urzúa, A., Vera-Villarroel, P., Caqueo-Urizar, A., & Polanco-Carrasco, R. (2020). La Psicología en la prevención y manejo del COVID-19. Aportes desde la evidencia inicial. *Terapia Psicológica*, 38(1), 103–118. <https://doi.org/10.4067/s0718-48082020000100103>

## **Influence Du Statut De La Femme Sur L'enregistrement A L'etat Civil Des Enfants De Moins De 5 Ans Au Cameroun**

*Simo Sepewou Henri,  
Pr. Honoré Mimche,  
Dr. Hamidou Kone,*

Institut de Formation et de Recherche Démographiques (IFORD), Cameroun

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p269](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p269)

Submitted: 17 May 2021

Accepted: 21 January 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Henri S.S., Mimche H., & Kone H., (2022). *Influence Du Statut De La Femme Sur L'enregistrement A L'etat Civil Des Enfants De Moins De 5 Ans Au Cameroun* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 269.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p269>

### **Résumé**

Avoir légalement un nom, une identité, être enregistré à sa naissance est un droit dont doit bénéficier tout enfant. Ce principe est énoncé dans divers instruments des droits de l'homme, notamment la Convention Internationale relative aux droits de l'enfant (articles 7 et 8) et la Charte Africaine des droits de l'enfant. Malheureusement, malgré les initiatives prises au niveau national et international ces dernières années, plus de 33% des enfants de moins de 5 ans ne sont pas enregistrés à l'état civil au Cameroun (INS, 2015). Par ailleurs, au Cameroun, bien que la femme ait un rôle primordial dans la prise en charge des enfants et leur accès aux services sociaux de base, malgré qu'elle soit plus proche d'eux que son partenaire, la littérature mettant en lien le statut de celle-ci et l'enregistrement à l'état civil des naissances reste peu reluisante.

Cette étude veut contribuer à une meilleure connaissance des mécanismes par lesquels le statut de la femme pourrait influencer sur l'enregistrement des enfants de moins de 5 ans à l'état civil. Pour y parvenir, les analyses à la fois bivariée, multivariée descriptive et explicative ont été faites en utilisant les données de l'EDS-MICS réalisée au Cameroun en 2011.

Les résultats montrent que le statut de la femme influence directement et positivement l'enregistrement des naissances à l'état civil, ou indirectement à travers l'âge de l'enfant, son lien de parenté avec le chef de ménage et le lieu

d'accouchement. Cette influence dépend du niveau de vie du ménage qui lui-même dépend de la région et du milieu de résidence. Les enfants enregistrés à l'état civil sont des enfants nés à l'hôpital, dont les mères résident en zone urbaine, dans les régions des haut-plateaux, du sud-forestier ou de Yaoundé-Douala. Ils sont nés des mères de statut élevé ou moyen et vivent dans des ménages de niveau de vie riche ou moyen. .

Au regard des résultats, il est important de mettre sur pied au Cameroun, plus de programmes visant l'amélioration des conditions des femmes, en leur garantissant un meilleur statut qui sans doute permettra d'augmenter la proportion de celles qui enregistrent leurs naissances à l'état civil. Cette action doit se faire en ciblant les femmes rurales de statut faible, qui vivent dans les ménages pauvres et qui n'accouchent pas à l'hôpital. Il serait tout aussi important de privilégier celles qui résident dans les régions du septentrion.

---

**Mots clés :** Enregistrement ; État Civil ; Statut De La Femme

## **Influence Of The Status Of Women On The Civil Registration Of Children Under 5 In Cameroon**

*Simo Sepewou Henri,  
Pr. Honoré Mimche,  
Dr. Hamidou Kone,*

Institut de Formation et de Recherche Démographiques (IFORD), Cameroun

---

### **Abstract**

Having a legal name, an identity, being registered at birth is a right that every child must enjoy. This principle is stated in various human rights instruments, notably the International Convention on the Rights of the Child (Articles 7 and 8) and the African Charter on the Rights of the Child. Unfortunately, despite initiatives taken at the national and international level in recent years, more than 33% of children under 5 are not registered in Cameroon's civil status (INS, 2015). In addition, in Cameroon, although women have a key role in the care of children and their access to basic social services, despite being closer to them than their partner, the literature linking the status of the latter and the registration of births in civil status remains bleak.

This study aims to contribute to a better understanding of the mechanisms by which the status of women could influence the registration of children under 5 years old in the civil registry. To achieve this, both bivariate,

descriptive and explanatory multivariate analyzes were carried out using data from the DHS-MICS carried out in Cameroon in 2011.

The results show that the status of the woman directly and positively influences the registration of births in the civil status, or indirectly through the age of the child, its relationship with the head of household and the place of residence. Child birth. This influence depends on the standard of living of the household which itself depends on the region and the place of residence. Children registered in the civil registry are children born in hospitals, whose mothers live in urban areas, in the highlands, southern forest regions or Yaoundé-Douala. They are born to mothers of high or middle status and live in households of rich or middle standard of living.

In view of the results, it is important to set up in Cameroon, more programs aimed at improving the conditions of women, by guaranteeing them a better status which will undoubtedly make it possible to increase the proportion of those who register their births in the first place marital status. This should be done by targeting low-status rural women who live in poor households and who do not give birth in hospitals. It would be equally important to favor those who reside in the northern regions.

---

**Keywords:** Recording, Civil Status, Status Of Women

L'enregistrement des naissances est le fait d'inscrire dans un registre d'état civil de façon continue, permanente et universelle les naissances et leurs caractéristiques, conformément aux prescriptions juridiques nationales en vigueur (APF, 2015). Tel qu'inscrit dans la Convention Internationale des Nations Unies de 1989 relative aux droits de l'enfant, chaque enfant a le droit à un nom et d'acquérir une nationalité afin de lui permettre d'accéder aux services de l'éducation, de la santé, ou même d'établir plus tard des actes officiels tels que la carte nationale d'identité, l'acte de mariage, le permis de conduire ou même le passeport. Même pour mener une bonne gouvernance, une bonne politique économique et sociale dans un pays, il est nécessaire que toutes les naissances soient enregistrées (NFOUME ELLA, 2009).

Au regard de l'importance accordée à l'enregistrement des naissances, des mesures ont été prises au niveau international et Africain pour améliorer le système de fonctionnement de l'état civil dans chaque pays et donc dans une certaine mesure, de garantir un enregistrement universel des naissances. Au niveau international, 192 pays parmi lesquels le Cameroun, ont ratifié à la convention de 1989 des Nations Unies dont l'article 7 stipule que « *l'enfant est enregistré aussitôt après sa naissance et a dès celle-ci, le droit à un nom, le droit d'acquérir une nationalité (...)* » (BENNOUNA 1989, p.434). Au niveau africain, le Centre Africain de Statistique (CAS), la Commission Economique pour l'Afrique (CEA), la Banque Africaine de Développement

(BAD) et la Commission de l'Union Africaine (CUA), ont organisé en 2010, en 2012, en 2015 et en 2017, des conférences des ministres chargés de l'enregistrement des faits d'état civil<sup>1</sup>. Ces conférences ont permis de susciter l'engagement politique des pouvoirs publics nationaux et de tous les acteurs de l'enregistrement des faits d'état civil, et ont conduit à l'élaboration et à la mise en œuvre du Programme pour l'Amélioration Accélérée de l'Enregistrement des Faits d'Etat Civil et de l'Etablissement des Statistiques de l'Etat Civil en Afrique (APAI-CRVS) lancé en 2011 à Addis-Abeba.

En dépit de toutes ces initiatives, force est de constater que l'enregistrement des naissances à l'état civil demeure une préoccupation en Afrique et particulièrement au Cameroun. En effet, Parmi les enfants dont les naissances n'ont jamais été enregistrées dans le monde, l'Afrique Subsaharienne abrite à elle seule 37% (UNICEF, 2013). Au Cameroun, les données de l'enquête MICS (2014) ont révélé qu'en 2014, la proportion d'enfants de moins de cinq ans enregistrée à l'état civil était de 66% (INS, 2015). Autrement dit, 34 % des enfants de moins de 5 ans ne sont pas enregistrés à l'état civil au Cameroun en 2014 selon l'INS.

La revue de la littérature témoigne de l'existence d'une multiplicité de travaux en rapport avec l'enregistrement des enfants à l'état civil : MILLER(2004) ; PLAN(2009) ; POATY et MOKONDZHY(2009) ; UNICEF (2002) UNICEF (2013) ; MIMCHE et AGBEVIADÉ DJOKE (2012) ; APF (2015). Ces travaux ont contribué à travers des approches quantitative et qualitative, à la détermination des facteurs, à l'amélioration des connaissances et à la perception de l'enregistrement des enfants à l'état civil, en mettant l'accent sur les dysfonctionnements des systèmes d'état civil et les disparités régionales en matière d'enregistrement des naissances.

Cependant, le statut de la femme n'est pas souvent pris en compte dans les études sur l'enregistrement des naissances à l'état civil. Dans la plupart des sociétés africaines et particulièrement au Cameroun, les femmes sont confrontées à des contraintes économiques et culturelles, à des inégalités, des rapports de pouvoirs au sein du couple et dans certains contextes au sein de la société, qui peuvent ne pas favoriser leur accès aux services d'état civil pour l'enregistrement des naissances.

Pourtant, comme il apparaît clairement dans l'organisation sociale africaine et camerounaise en particulier, la répartition des rôles dans le ménage fait que la femme soit plus proche des enfants que son partenaire. Cette position de la femme dans le ménage augmente ses responsabilités quant à l'enregistrement des enfants et sa condition est un indicateur crucial et précis

---

<sup>1</sup> Ces conférences des ministres africains chargés de l'enregistrement des faits d'état civil ont été organisées respectivement à Addis-Abeba (Ethiopie) en août 2010, à Durban (Afrique du Sud) en septembre 2012, à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire) en février 2015 et à Nouakchott (Mauritanie) en décembre 2017.

de leur situation dans le monde et de ce que l'avenir leur réserve (UNICEF, 2006). En effet, selon que la femme ait un statut faible, moyen ou élevé, elle peut plus aisément ou non s'investir dans la prise en charge de sa descendance et lui garantir un plein épanouissement en l'enregistrant à l'état civil. De ce fait, on peut émettre l'hypothèse que statut de la femme aurait un lien avec l'enregistrement à l'état civil des naissances des enfants. Mais dans quel sens et sous l'effet de quelles variables clés ? Autrement dit, quelle est l'influence du statut de la femme sur l'enregistrement des enfants de moins de cinq ans à l'état civil au Cameroun ? Cette question qui mérite d'être creusée et approfondie fera l'objet du présent travail.

Après avoir présenté quelques éléments du contexte de l'étude et de la revue de la littérature, les aspects méthodologiques seront présentés, suivis des résultats des analyses et les discussions.

## **I. CONTEXTE DE L'ETUDE**

### **I.1 Situation sociale de la femme au Cameroun**

La condition féminine est problématique dans toute l'Afrique où les violences faites aux femmes sont fréquentes. Au Cameroun particulièrement, les femmes sont surtout victimes de violences familiales, de mariages précoces et d'inégalités économiques ou juridiques (CAZABAT, 2015).

La politique par exemple reste un domaine presque exclusivement réservé aux hommes, car une bonne proportion de femmes, sans être exclues, ne participent pas à la vie politique. En 2018 par exemple, seulement 48% des femmes étaient inscrites dans les scrutins (BUCREP, 2020). Malgré qu'elles soient plus nombreuses, elles sont représentées par une minorité au niveau des hautes sphères de décision. Pour le mandat 2020-2025, les femmes représentent 33,8% (61/180) des députés à l'Assemblée Nationale (BUCREP, 2020).

Pourtant, des mesures ont été prises au niveau national et international pour consacrer l'égalité de sexes. D'ailleurs, tous ces instruments juridiques internationaux (déclaration universelle des droits de l'homme, convention de l'Organisation Internationale du Travail, Convention sur l'Elimination de toutes les formes de Discrimination à l'Egard des Femmes (CEDEF), etc. ), régionaux et sous régionaux (Charte Africaine des Droits de l'Homme et des Peuples, Déclaration des Chefs d'Etat Africains sur l'égalité entre les hommes et les femmes etc.) constituent le socle sur lequel repose l'arsenal juridique du Cameroun en matière de promotion et de protection des droits de la femme. Le Statut Général de la Fonction Publique camerounaise garantit les mêmes droits aux hommes et aux femmes en matière d'emploi dans la fonction publique et de gestion des carrières (accès à la fonction publique, rémunération, congé, avancement, promotion, etc.).

Il existe au Cameroun, un Ministère de la Promotion de la Femme *et de la Famille (MINPROFF)* qui en collaboration avec l'ONU femme, forme les magistrats à appliquer la Convention pour l'Elimination de toutes les formes de Discrimination à l'Egard des Femmes (CEDEF) dans les tribunaux nationaux et les cours de justice coutumière. Il existe aussi des organisations de grande qualité dont le travail participe activement à l'amélioration de la condition féminine au Cameroun. C'est notamment le cas de l'Association Camerounaise des Femmes Juristes (ACAFEJ), qui fournit une assistance juridique gratuite aux femmes victimes de violences, ou du Centre International pour la Promotion de la Création (CIPCRE) et l'Association Franco-camerounaise Macina (AFM) qui luttent activement contre la traite des jeunes filles à des fins d'exploitation sexuelle.

Ainsi, des efforts sont consentis à plusieurs niveaux pour que la femme ne soit pas mise à l'écart ou même défavorisée en matière d'éducation, de sécurité, d'emploi et d'accès aux services sociaux tel que l'état civil. Cependant, l'enregistrement des naissances dépend aussi du fonctionnement du système d'état civil. Il est donc important pour la suite, de présenter le système d'état civil dans le contexte Camerounais.

## **I.2 Système d'état civil au Cameroun**

De toutes les sources de données sur la population au Cameroun, l'état civil est la plus ancienne. Il constitue la seule source qui permet d'obtenir de façon continue des données sur le mouvement naturel de la population (LIBITE, 2009). Le système d'état civil camerounais est régi par l'ordonnance n° 81/002 du 29 juin 1981, portant organisation de l'état civil et diverses dispositions relatives à l'Etat des personnes physiques, complétée par le décret n° 87/1115 du 17 août 1987 fixant les modalités de création et de fonctionnement des centres spéciaux d'état civil, modifiée et complétée par la loi n° 2011/011 du 06 mai 2011.

Depuis 2011, les données d'état civil sont enregistrées dans les centres principaux d'état civil créés auprès de chaque communauté urbaine, commune, mission diplomatique ou poste consulaire du Cameroun et dans les centres secondaires créés par le ministre chargé des collectivités territoriales décentralisées, sur proposition motivée du préfet territorialement compétent, lorsque la densité de la population ou des difficultés de communication le justifient, dans le ressort de certaines communes.

En 2015, on dénombrait sur l'ensemble du territoire national 2284 centres secondaires d'état civil, avec 374 centres principaux ((MINATD, 2015). Malgré les 2658 centres d'état civil créés sur l'ensemble du territoire national, seulement 66% des enfants sont enregistrés à l'état civil selon les résultats de MICS 2014. Du point de vue de l'offre, il se pourrait que ces centres pour des problèmes de quantité (nombre de centres) et/ou de qualité

(fonctionnement, qualité des services) ne parviennent pas à répondre à la demande.

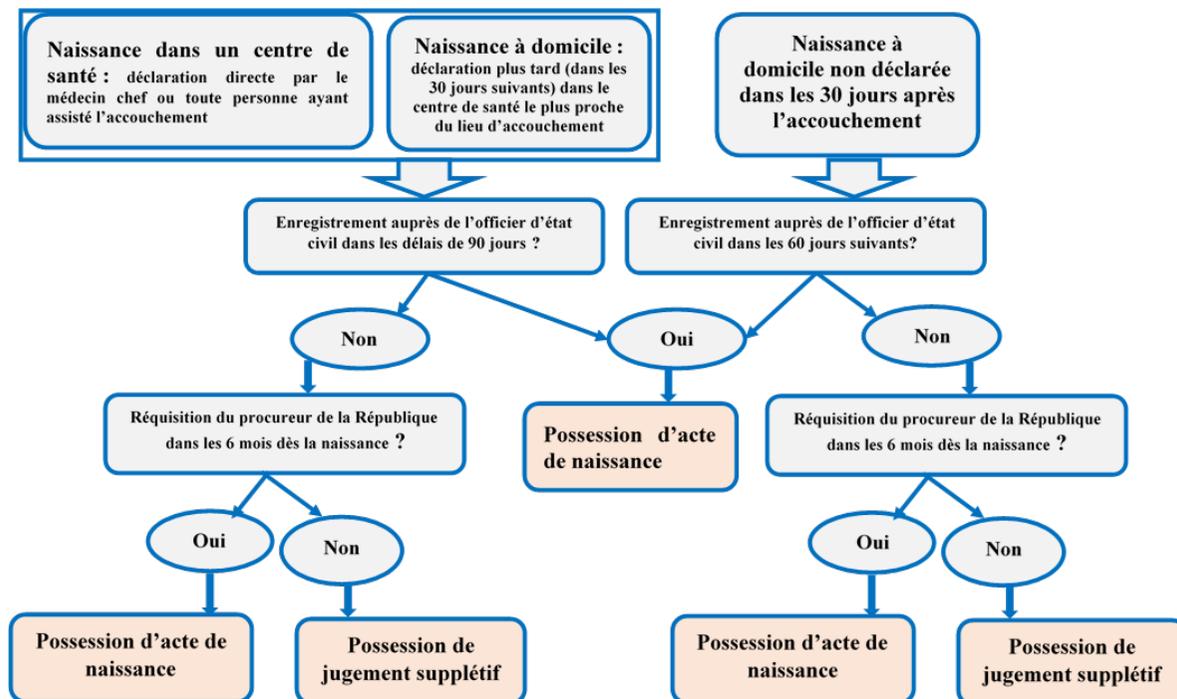
Au Cameroun, les acteurs intervenant dans l'enregistrement des naissances sont le Ministère de l'Administration Territoriale, (MINAT), le Ministère de la Justice (MINJUSTICE), le Ministère des Relations Extérieures (MINREX), le Ministère de la Santé Publique (MINSANTE), et le Bureau National de l'Etat Civil (BUNEC) Créé par le Décret n°2013/031 du 13 février 2013. L'Institut National de la Statistique (INS) et le BUCREP collectent, compilent et publient régulièrement les résultats des données sur les déclarations des naissances à l'état civil.

Les procédures d'enregistrement varient selon qu'il s'agisse d'un cas d'enregistrement normal ou d'un cas d'enregistrement tardif.

Selon l'article 31 de la loi du 6 mai 2011, lorsque l'enfant est né dans un établissement hospitalier, le chef dudit établissement ou à défaut, le médecin ou toute personne qui a assisté la mère, est tenu de déclarer la naissance de l'enfant dans les trente jours suivant l'accouchement. Les naissances qui n'ont pas eu lieu dans un centre hospitalier doivent immédiatement être signalées à la maternité du centre de santé le plus proche afin qu'elles soient constatées et les déclarations des naissances soient délivrées aussi. Même si l'accouchement a lieu à domicile, les parents disposent de trente jours pour déclarer la naissance dans le centre de santé le plus proche. Passée cette date, ils ont soixante jours supplémentaires pour enregistrer la naissance dans le centre d'état civil le plus proche du lieu de naissance. Après les quatre-vingt-dix jours passés sans que la naissance ne soit déclarée ni enregistrée, l'enfant n'est pas condamné à rester sans document d'identification (sans acte de naissance). cependant, l'enregistrement d'une telle naissance doit suivre une autre procédure : Celle d'un enregistrement tardif.

Si la naissance d'un enfant n'a pas été déclarée dans les délais de quatre-vingt-dix jours, elle peut encore être enregistrée sur réquisition du procureur de la République saisi dans les six mois suivant la naissance (article 32 de la loi du 6 mai 2011). Selon l'article 23 de la même loi, lorsqu'une naissance n'a pas été déclarée dans le délai de six mois, elle ne peut être enregistrée par l'officier d'état civil qu'en vertu d'un jugement rendu par le tribunal compétent.

Les procédures d'enregistrement des enfants nés au Cameroun peuvent être résumées comme suit :



Source : SIMO SEPEWOU Henri, inspiré de la loi du 6 mai 2011

## II. REVUE DE LA LITTERATURE

Les études sur l'enregistrement à l'état civil des naissances ont été abordées suivant trois grandes approches, l'approche basée sur l'offre des services d'état civil, l'approche basée sur la demande des services d'état civil et l'approche genre.

### II.1 Approche basée sur l'offre des services d'état civil

Cette approche repose sur l'hypothèse selon laquelle l'enregistrement des faits d'état civil notamment des naissances, dépend de la disponibilité des services d'état civil qu'offrent les pouvoirs publics. Cette disponibilité des services dépend de la volonté politique des autorités qui doivent souvent consacrer une partie de leur maigre budget à la création d'un service d'état civil, dont les avantages ne sont pas immédiatement perçus (DUMONT, 2015). Un bon système d'état civil repose donc sur une bonne législation et « nécessite des structures administratives suffisantes, une bonne organisation et une forte volonté politique » (GERENNE et ZOUNOU, 1995). Selon l'UNICEF (2002), les pays dans lesquels la proportion d'enregistrement des faits d'état civil est le plus faible sont aussi ceux -là où, on ne compte pas suffisamment de centres d'état civil équipés en registres et formulaires, dotés d'un nombre suffisant de personnel qualifié et disposé à servir la population.

Dans une analyse sur le processus d'enregistrement des naissances au Congo, MIMCHE (2009) montrait que la couverture géographique de l'offre des services de l'état civil est une preuve des difficultés que rencontrent les populations pour atteindre le centre le plus rapproché de leur résidence.

L'approche basée sur l'offre privilégie donc la disponibilité des services et explique l'enregistrement des naissances à l'état civil non seulement par les lois et procédures d'enregistrement (législation) mais aussi par l'accessibilité et la qualité des services rendus. Cependant, elle ne prend pas en compte le comportement des individus qui sont censés bénéficier de ces services. Pourtant, même à supposer que les services d'état civil soient offerts en quantité et en qualité, les caractéristiques socioculturelles, économiques ou même sociodémographiques des populations peuvent différencier leurs comportements quant à l'utilisation de ces services. Ainsi, l'enregistrement des faits d'état civil dont les naissances ne peut être étudié sans se pencher sur la demande ou le comportement des populations vis-à-vis des services d'état civil.

## **II.2 Approche basée sur la demande des services d'état civil**

Cette approche explique l'enregistrement des enfants dès la naissance à l'état civil par les comportements des individus. Ces comportements peuvent s'observer aux plans culturel, économique, sociodémographique.

**Au plan culturel** : la variation des comportements entre groupes de populations en matière de demande des services d'état civil serait le résultat des différences culturelles qui les opposent. D'après l'UNICEF (2002, p16), « *même un système d'état civil bien établi, appuyé par une législation adéquate, peut se heurter à des problèmes lorsqu'il n'a pas été tenue compte de la culture et des réalités locales* ».

Dans les études, les variables culturelles les plus utilisées sont l'ignorance, la perception de l'importance de l'état civil, le niveau d'instruction, l'ethnie et la religion des parents

**Au plan économique** : la demande des services d'état civil dépend des conditions économiques dans lesquelles évoluent les populations. Cette approche s'intéresse à la capacité financière des individus à accéder aux services d'état civil. Elle s'appuie aussi sur la théorie du choix rationnel de HUDSON (2002), selon laquelle le comportement de l'individu peut être modélisé au moyen du postulat d'optimisation du rapport bénéfices/coûts. En effet, les individus sont souvent motivés par les bénéfices qu'attirent l'enregistrement de l'enfant, soit l'héritage, l'éducation, le voyage etc. Indépendamment de la loi qui les oblige, ces motivations sont les raisons qui les contraignent souvent à enregistrer les enfants dès la naissance.

Les variables économiques qui sont utilisées dans les travaux antérieurs pour expliquer l'enregistrement des naissances à l'état civil sont le niveau de vie des ménages et l'activité économique des parents

**Au plan sociodémographique :** selon l'UNICEF (2013), les comportements en matière de demande des services d'état civil sont liés aux caractéristiques sociodémographiques des parents de l'enfant (âge du déclarant et sexe du déclarant) et celles de l'enfant lui-même (lien de parenté de l'enfant avec le chef de ménage).

En plus des variables sus-citées, des variables résidentielles telles que le milieu et la région de résidence sont aussi utilisées pour expliquer l'enregistrement à l'état civil des naissances. En outre, le lieu d'accouchement fait aussi partie des variables les plus utilisées. En effet, dans les pays où l'enregistrement de la naissance commence par la déclaration du médecin qui approuve que l'accouchement a eu lieu dans un centre de santé, le lieu d'accouchement peut être considéré comme un facilitateur dans ce sens où la mère peut facilement enchaîner la procédure d'enregistrement. Dans ces conditions, il est plus probable pour un enfant né à l'hôpital que pour un enfant né à domicile d'être enregistré à l'état civil. Dans la ville d'Abidjan (en Côte d'Ivoire) en 2006, 95,8% des naissances qui ont eu lieu à l'hôpital ont été déclarées contre seulement 1,1% des naissances qui ont eu lieu à domicile (BAKAYOKO, 2007).

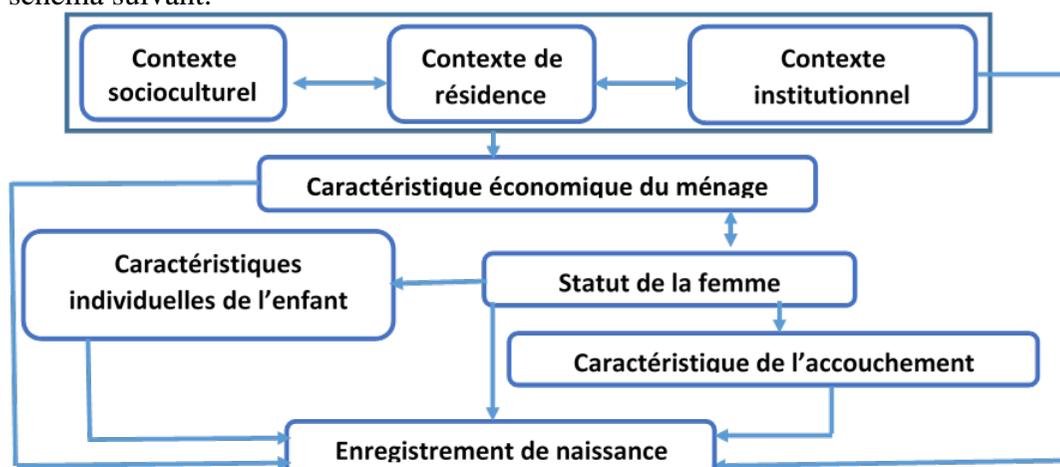
### II.3 Approche genre

L'approche genre soutient que l'égalité du pouvoir de décision entre les parents de l'enfant et l'égalité de chance d'être enregistré entre deux enfants de sexes différents peuvent influencer l'enregistrement des enfants à l'état civil. Dans certains pays, les femmes n'ont pas le droit de déclarer elles-mêmes les naissances et parfois, c'est la présence du père qui est imposée lors de la déclaration. Dès lors, si le père est absent pour des raisons économiques ou s'il refuse de reconnaître l'enfant, il sera impossible de déclarer la naissance de l'enfant (NATIONS UNIES, 2010). Dans la loi népalaise par exemple, seul l'homme le plus âgé de la famille est habilité à déclarer une naissance, cette loi enlève tout pouvoir à la mère et empêche les femmes vivant seules de faire enregistrer leur enfant (UNICEF, 2013). Le genre dévoile ici la discrimination faite aux femmes depuis les lois existantes sur l'état civil et prône l'égalité des droits en matière d'enregistrement des naissances.

Une étude sur « Le rôle de l'enregistrement des faits d'état civil et des statistiques de l'état civil dans l'intégration du genre » présentée conjointement par la CUA, la CEA et l'UNFPA a conduit à la conclusion que les faits d'état civil en l'occurrence celui des naissances, est influencé par les rapports de genre, c'est-à-dire les relations de pouvoir entre les hommes et les femmes, les filles et les garçons. Ces inégalités se manifestent sous plusieurs

formes : la mobilité restreinte ; l'accès réduit à l'information et aux services ; le pouvoir d'achat limité.

De tous les points qui précèdent, il ressort qu'il existe plusieurs approches par lesquelles les questions d'état civil notamment d'enregistrement des naissances peuvent être abordées. La prise en compte de ces approches a conduit à l'hypothèse selon laquelle : *« le statut de la femme influence directement l'enregistrement à l'état civil des naissances ou indirectement à travers les caractéristiques individuelles de l'enfant et la caractéristique de l'accouchement. Cette influence dépend de la caractéristique économique du ménage qui elle-même dépend du contexte socioculturel, du contexte institutionnel et du contexte de résidence »*. Cette hypothèse illustre le schéma suivant.



*Source : Inspiré du modèle D'ANDERSEN et NEWMAN*

### III. ASPECTS METHODOLOGIQUES

**Source de données** : les données utilisées dans cette étude sont celles de la quatrième Enquête Démographique et de Santé du Cameroun combinée à l'Enquête par Grappe à Indicateurs Multiples (EDS-MICS IV) réalisées entre Janvier et Août 2011.

**Population cible** : La population cible est constituée des enfants de 0 à 59 mois dont les mères sont en union. Ces enfants sont au nombre de 8687 dont 5353 sont enregistrés et 3334 sont non enregistrés.

**Construction de la variable indépendante principale** : Le statut de la femme est la variable indépendante principale de l'étude. Avant de construire cette variable, les travaux de plusieurs auteurs qui ont eu à la construire au paravent sont passés en revue. Il s'agit entre autres des travaux de RAKOTONDRABE (2004), KAMDEM (2006), RWENGE (2007). Ces auteurs ont construit le statut de la femme en prenant en compte quelques caractéristiques économiques et socioculturelles de la femme et quelques fois

les caractéristiques du genre. Cependant, certains aspects tels que l’ethnie, les caractéristiques individuelles de la femme et son degré d’exposition aux médias n’ont pas été utilisées.

Cette étude s’inspire des travaux des auteurs suscités pour définir le statut de la femme comme « **une position sociale qui lui présume une certaine culture et une certaine capacité d’accès aux ressources financières et matérielles** ». Elle est opérationnalisée par la variable « **statut de la femme** » qui est une variable composite construite à partir des variables : *âge de la mère, son ethnie, sa religion, son degré d’exposition aux médias, l’écart d’âge entre conjoints, l’occupation du couple et le niveau d’instruction du couple (variable composée à partie des niveaux d’instruction de la femme et du conjoint)*. Elle a trois modalités à savoir : **statut faible ; statut moyen et statut élevé**.

La distribution de cette variable est consignée dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Distribution de la variable statut de la femme dans la population cible**

Statut de la femme	effectifs	Proportions (%)
Statut faible	2669	33,5
Statut moyen	2642	33,2
Statut élevé	2649	33,3
Total	7960	100

*Source : Traitement des données de l’EDS-MICS (2011), Cameroun*

**Variables indépendantes secondaires** : les variables indépendantes secondaires utilisées dans l’étude pour expliquer l’enregistrement à l’état civil des naissances, sont consignées dans le tableau qui suit, avec leurs modalités d’opérationnalisation :

**Tableau 2 : Modalités des variables indépendantes secondaires**

Variables	modalités
milieu de résidence	urbain
	rural
région de résidence	Septentrion
	Sud-forestier
	Littoral/Sud-Ouest
	Haut-plateaux
	Yaoundé-Douala
niveau de vie du ménage	pauvre
	moyen
	riche
statut de la femme	faible
	moyen
	élevé

<b>Age de l'enfant</b>	<i>moins de 2ans</i>
	<i>2 à 4ans</i>
<b>lien de parenté de l'enfant avec le CM</b>	<i>enfant du CM</i>
	<i>apparenté au CM</i>
	<i>non apparenté au CM</i>
<b>lieu d'accouchement</b>	<i>A domicile</i>
	<i>A l'hôpital</i>

*Source : Traitement des données de l'EDS-MICS (2011), Cameroun*

**Variable dépendante :** c'est la possession de l'acte de naissances. Elle est constituée de deux modalités : « *possession* » et « *non possession* ».

**Méthodes d'analyses :** Afin de vérifier l'hypothèse formulée dans cette étude, une analyse bivariée est faite en vue d'évaluer l'association entre le statut de la femme et l'enregistrement à l'état civil des naissances, en contrôlant par d'autres variables. Ensuite, le profil des femmes dont les naissances ont été enregistrées à l'état civil a été dressé en faisant une Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM). Enfin, à l'aide d'une régression logistique binomiale, l'effet du statut de la femme sur l'enregistrement des naissances a été analysé en présence des autres variables.

## IV. RESULTATS

### IV.1 Résultats de l'analyse bivarié descriptive

L'analyse descriptive fait appel au test de Chi 2, avec pour but de s'assurer au préalable que la variable explicative principale retenue pour l'analyse a effectivement un effet sur l'enregistrement à l'état civil des naissances. Le test d'égalité des proportions intervient également et le seuil retenu pour ces analyses est 5%. Par ailleurs, nous avons contrôlé la relation par d'autres variables (milieu de résidence, niveau de vie du ménage, lien de parenté de l'enfant avec le chef de ménage, âge de l'enfant à l'enregistrement et lieu d'accouchement de l'enfant). Il ressort de ces analyses les résultats suivants :

La proportion d'enfants enregistrés à l'état civil est positivement associée au statut de la mère. En effet, 78,4% des enfants nés des femmes de statut élevé sont enregistrés à l'état civil contre 66,7% chez les enfants nés des femmes de statut moyen et 42% chez ceux qui sont nés des femmes de statut faible.

Quel que soit le milieu de résidence, plus le statut de la femme est élevé, plus la proportion d'enfants enregistrés à l'état civil l'est également. Par ailleurs, l'écart entre le pourcentage d'enfants nés des mères de statut faible et celui des enfants nés des mères de statut élevé, enregistrés à l'état civil est très grand en milieu rural (32,4 points) par rapport au milieu urbain (18,9 points).

Ce résultat laisse présumer que l'effet positif du statut de la femme sur l'enregistrement à l'état civil des naissances est plus visible en milieu rural qu'en milieu urbain.

Quelle que soit la région de résidence, la proportion d'enfants enregistrés à l'état civil augmente avec le statut de la mère. Cependant, l'écart de proportion d'enfants enregistrés à l'état civil entre les enfants nés des mères de statut faible et ceux nés des mères de statut élevé est particulièrement élevé dans le septentrion ( $40,4\% = 77,7\% - 37,2\%$ ). Par ailleurs, le test de différence de proportions révèle qu'au seuil de 5%, il n'y a pas de différence de proportions entre les enfants nés des femmes de statut moyen qui sont enregistrés à l'état civil et ceux nés des femmes de statut faible dans les régions du sud-forestier et des haut-plateaux. Autrement dit, dans ces deux régions, les femmes de statut faible et celles de statut moyen ont presque le même comportement en matière d'enregistrement à l'état civil des naissances.

Dans les ménages pauvres, moyens et riches, les proportions d'enfants nés des femmes de statut faible et qui sont enregistrés à l'état civil sont respectivement de 31%, 42,1% et 78,4% contre 61,8%, 70% et 86,9% chez les enfants nés des femmes de statut élevé. Ainsi, quel que soit le niveau de vie du ménage, plus le statut de la femme est élevé, plus la proportion d'enfants enregistrés à l'état civil est élevée.

Quel que soit le lien de parenté de l'enfant avec le chef de ménage, la proportion des enfants de moins de 5 ans enregistrés à l'état civil augmente avec le statut de la femme. Par ailleurs, la proportion d'enfants nés des femmes de statut moyen ou élevé, enregistrés à l'état civil, diminue selon que ces derniers soient respectivement enfants du chef de ménage, apparentés au chef de ménage ou non apparentés au chef de ménage.

Que l'enfant ait moins de deux ans ou entre 2 et 4 ans, plus le statut de sa mère est élevé plus il a des chances d'être enregistré à l'état civil. En effet, chez les moins de 2 ans et les 2 à 4 ans, les proportions d'enfants nés des femmes de statut faible enregistrés à l'état civil sont respectivement de 46% et 41,1% contre 73,7% et 79,9% chez les enfants nés des femmes de statut élevé. Ces proportions sont respectivement de 62,3% et de 67,6% chez les enfants nés des femmes de statut moyen.

La proportion d'enfants enregistrés à l'état civil augmente avec le statut de la femme quel que soit le lieu de naissance. Chez les enfants nés à domicile et à l'hôpital, les proportions d'enfants nés des femmes de statut faible, enregistrés à l'état civil sont respectivement de 31,9% et 64,9% contre 62,1% et 81,6% chez les enfants nés des femmes de statut élevé. A l'intermédiaire, on a les enfants nés des femmes de statut moyen. Par ailleurs, on remarque que l'écart des proportions d'enfants enregistrés à l'état civil entre les enfants nés des femmes de statut faible et ceux nés des femmes de

statut élevé est presque doublé lorsqu'on passe des enfants nés à l'hôpital à ceux nés à domicile (16,7% contre 30,2%).

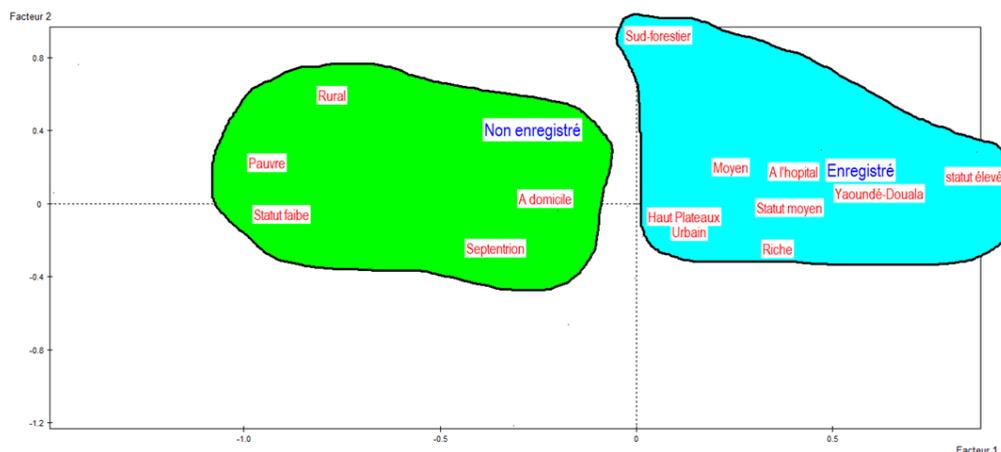
**Tableau 3 : Récapitulatif de l'analyse du Chi2**

	Statut de la femme			
	Faible	Moyen	Elevé	Total
<b>Enregistrement à l'état civil</b>				
Enregistré	42	66,7	78,4	61,6
Chi 2	0,000			
<b>Milieu de résidence</b>				
Urbain	68,3	82,8	87,2	79,5
rural	33,5	57	65,9	51,9
Chi 2	0,000			
<b>Région de résidence</b>				
septentrion	37,2	60,9	77,6	58,6
sud-forestier	56,6	57,1	69,4	60,8
littoral/sud-ouest	57,2	63,3	71,8	64,1
haut-plateaux	77	78	83,6	78,9
yaoundé-douala	84,7	90,5	95,8	90,3
Chi 2	0,000			
<b>Niveau de vie du ménage</b>				
Pauvre	31	52,4	61,8	48,4
Moyen	42,1	66,4	70	59,1
Riche	78,4	84,9	86,9	83,4
Chi 2	0,000			
<b>Lien de parenté avec le chef de ménage</b>				
enfant du CM	41,9	68,2	82,7	64,3
apparenté au CM	46,3	62,3	71,1	60,1
non apparenté	31,8	58,7	66,5	52,2
Chi 2	0,000			
<b>Age de l'enfant</b>				
moins de 2ans	46	62,3	73,7	60,7
2 à 4ans	41,1	67,6	79,9	61,9
Chi 2	0,000			
<b>lieu d'accouchement</b>				
à domicile	31,9	47,7	62,1	47,2
à l'hôpital	64,9	73,3	81,6	43,3
Chi 2	0,000			

Source : Traitement des données de l'EDS-MICS (2011), Cameroun

#### IV.2 Profil des enfants dont les naissances sont enregistrées à l'état civil

Les résultats de l'AFCM ayant permis de dresser le profil des enfants enregistrés à l'état civil sont illustrés par la figure suivante :



**Figure 3 : Plan factoriel**

*Source : Traitement des données de l'EDS-MICS (2011), Cameroun*

L'observation du plan factoriel ci-dessus permet d'identifier deux groupes d'individus à savoir le groupe des enfants enregistrés à l'état civil et celui des enfants qui ne le sont pas. De cette figure, il ressort que les enfants enregistrés à l'état civil sont des enfants nés à l'hôpital, dont les mères résident en zone urbaine, dans les régions des haut-plateaux, du sud-forestier ou de Yaoundé-Douala. Ils sont nés des mères de statut élevé ou moyen et vivent dans des ménages de niveau de vie riche ou moyen. A l'opposé de ceux-ci, se trouvent les enfants qui ne sont pas enregistrés à l'état civil.

#### **IV.3 Essai d'explication de l'influence du statut de la femme sur l'enregistrement à l'état civil des enfants de moins de cinq ans au Cameroun**

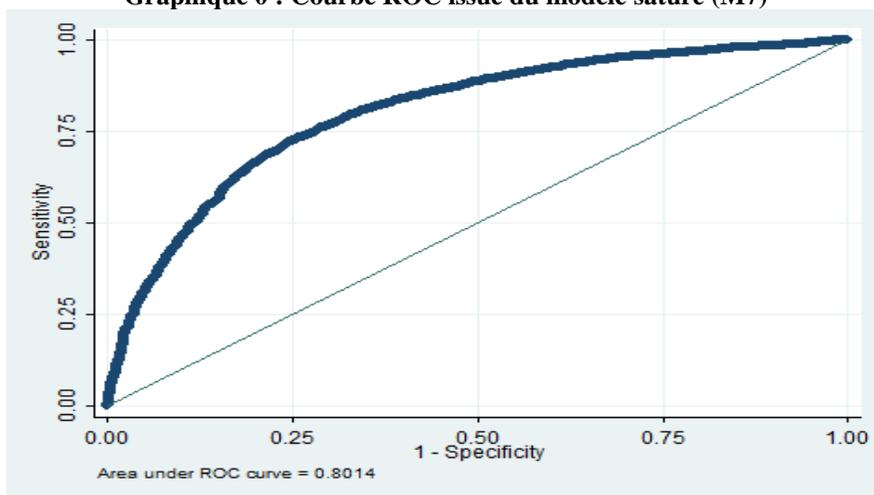
Huit (08) modèles (voir Tableau 4 en annexe) ont fait l'objet de la régression logistique binomiale qui est la méthode la mieux adaptée pour analyser une variable dépendante qualitative dichotomique comme le fait pour l'enfant d'être enregistré ou non à l'état civil. Une évaluation de l'adéquation du modèle est faite avant les analyses.

##### **Adéquation du modèle aux données**

La statistique du chi-deux montre que le modèle global est significatif au seuil de 1% et le pseudo-R2 montre que les variables indépendantes introduites expliquent 18,66% de la variation observée dans l'enregistrement des naissances au Cameroun (voir tableau 4). Par ailleurs, la courbe ROC

(Graphique 0) montre que le modèle a un bon pouvoir discriminatoire (0,8014).

**Graphique 0 : Courbe ROC issue du modèle saturé (M7)**



*Source : Traitement des données des EDS-MICS, (Cameroun, 2011)*

Au vu de ces résultats, la conclusion est que le modèle utilisé est de bonne qualité et peut servir pour l'analyse. Les résultats de ladite analyse sont les suivants :

Le modèle M0 des effets bruts montre qu'au seuil de 1%, les variables statut de la femme, milieu de résidence, région de résidence, niveau de vie du ménage et lieu d'accouchement sont associées à l'enregistrement à l'état civil des naissances. L'âge de l'enfant et son lien de parenté avec le chef de ménage ne le deviennent qu'à partir du seuil de 5%. Aussi, la modalité « apparenté au chef de ménage » du Lien de parenté de l'enfant avec le chef de ménage est restée non significative. La différence d'enregistrement entre les enfants ne serait donc significative qu'entre les enfants du chef de ménage et ceux non apparentés au chef de ménage lorsqu'aucune autre variable n'est prise en compte.

Le modèle M7 montre qu'au seuil de 1%, le statut de la femme influence l'enregistrement à l'état civil des naissances des enfants de moins de 5 ans au Cameroun. En effet, les enfants nés des femmes de statut élevé (respectivement moyen) ont 3,449 fois (respectivement 2,80 fois) plus de chances d'être enregistrés à l'état civil que ceux nés des femmes de statut faible. Par ailleurs, l'introduction successive des variables indépendantes secondaires (milieu de résidence, région de résidence, niveau de vie du ménage, âge de l'enfant, lien de parenté de l'enfant avec le chef de ménage et lieu d'accouchement) dans les modèles (voir tableau 4), est suivie d'une augmentation des Odd-ratios. Il existerait donc des mécanismes par lesquels

ces variables interfèrent dans la relation entre statut de la femme et enregistrement des naissances. En effet :

Après introduction de la variable milieu de résidence, il y a une augmentation des rapports de côte 0,585 et 0,722 pour les femmes de statut élevé et moyen respectivement, ce qui signifie une augmentation de 32,16%<sup>2</sup> et de 86,86% de chance d'être enregistré à l'état civil pour les enfants nés des femmes de statut élevé et moyen respectivement. En effet, en contrôlant par le milieu de résidence, les enfants nés des femmes de statut élevé (respectivement moyen) ont 2,404 fois (respectivement 2,134 fois) plus de chance d'être enregistrés à l'état civil que leurs homologues nés des femmes de statut faible.

La prise en compte de la variable « région de résidence » a augmenté les chances des enfants d'être enregistrés à l'état civil. En effet, les gains de chances sont respectivement de 1,04% et 1,59% en faveur des enfants nés des mères de statut élevé et moyen. Aussi, on peut dire avec 95% de certitude que les enfants nés des mères résidant dans le Sud-forestier, le Littoral/sud-ouest, les Haut-plateaux et à Yaoundé-Douala ont respectivement 1,367 ; 1,224 ; 3,374 et 2,429 fois plus de chances d'être enregistrés à l'état civil que ceux nés des femmes résidant dans le Septentrion.

Après introduction du niveau de vie du ménage dans le modèle, les odds ratio sont passés de 2,168 (respectivement 2,429) à 2,190 (respectivement 2,482) pour les femmes de statut moyen (respectivement élevé). Ce qui signifie une augmentation de chance de 1,01% pour les enfants nés des femmes de statut moyen (respectivement 2,18% pour les enfants nés des femmes de statut élevé). En outre, le fait d'appartenir à un ménage de niveau de vie moyen ou élevé augmente respectivement de 2,18% et 1,01% les chances des enfants nés des femmes de statut élevé et moyen d'être enregistrés à l'état civil.

L'introduction de l'âge de l'enfant a conduit à une augmentation de 3,86% et 3,83% de chances d'être enregistrés à l'état civil pour les enfants nés des femmes de statut élevé et moyen respectivement, et une baisse de significativité de la modalité « statut moyen » passant de 1% à 10%. De plus, les enfants de moins de 2 ans ont 18,5% moins de chances d'être enregistrés à l'état civil que ceux de 2 à 4 ans. D'une certaine manière, l'âge de l'enfant médiatise la relation entre le statut de la femme et l'enregistrement des naissances à l'état civil. Le fait d'être âgé de 2 à 4 ans augmente de 3,86% les chances des enfants nés des femmes de statut élevé de posséder un acte de naissance.

---

<sup>2</sup> Cette variation relative du odd-ratio d'un modèle à l'autre est obtenue en faisant l'opération suivante :  $((2,404-1,819) / 1,819)$  exprimée en pourcentage

Au seuil de 5%, le lien de parenté de l'enfant avec le chef est associé à l'enregistrement à l'état civil des naissances. Aussi, après introduction de cette variable dans le modèle, les rapports de chance sont passés de 2,274 à 2,301 pour les femmes de statut moyen et de 2,578 à 2,723 pour celles de statut élevé en gardant la même significativité. Par ailleurs, les résultats montrent que les enfants apparentés au chef de ménage et les enfants non apparentés ont respectivement 0,225 et 0,474 fois moins de chance que les du chef de ménage d'être enregistrés à l'état civil. Ainsi, quel que soit le statut de a femme, les chances de l'enfant d'être enregistré à l'état civil seraient influencées par son lien de parenté au chef de ménage.

La prise en compte du lieu d'accouchement dans l'analyse augmente les chances des enfants nés des femmes de statut élevé et moyen d'être enregistrés à l'état civil. Cette augmentation de chance est de 26,66% pour les enfants nés des femmes de statut élevé et de 21,69% pour ceux nés des femmes de statut moyen. De plus, la significativité de la modalité « *statut élevé* » a diminué passant de 1% à 5%. En effet, l'influence du statut de la femme sur l'enregistrement à l'état civil des naissances passe par le lieu d'accouchement. Les enfants nés des femmes de statut élevé qui ont plus de chances d'être enregistrés à l'état civil que ceux nés des femmes de statut faible seraient en réalité des enfants qui sont nés à l'hôpital.

**Tableau 4 : Effets bruts et nets des variables indépendantes sur l'enregistrement à l'état civil des naissances des enfants de moins de 5 ans**

Variables	Effets bruts				Effets nets			
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
<b>Enregistrement des enfants à l'état civil</b>	***	***	***	***	***	***	***	***
Statut faible	Réf	Réf	Réf	Réf	Réf	Réf	Réf	Réf
Statut moyen	1,412***	1,412***	2,134***	2,168***	2,190***	2,274*	2,301*	2,800**
Statut élevé	1,819***	1,819***	2,404***	2,429***	2,482***	2,578***	2,723***	3,449**
<b>Milieu de résidence</b>	***		***	***	***	***	***	***
Urbain	4,746***		3,811***	3,536***	1,891***	1,889***	1,884***	1,793***
Rural	Réf		Réf	Réf	Réf	Réf	Réf	Réf
<b>Région de résidence</b>	***			***	***	***	***	***
Septentrion	Réf			Réf	Réf	Réf	Réf	Réf
Sud-forestier	2,233***			1,367***	1,208**	1,216**	1,291***	1,263***
Littoral/sud-ouest	2,493***			1,224**	0,953 <sup>ns</sup>	0,959 <sup>ns</sup>	0,961 <sup>ns</sup>	0,836 <sup>ns</sup>
Haut-plateaux	5,290***			3,374***	3,014***	3,017***	3,105***	2,288***
Yaoundé-Douala	10,372***			2,429***	1,799***	1,822***	1,782***	1,558***
<b>Niveau de vie du ménage</b>	***				***	***	***	***
Pauvre	Réf				Réf	Réf	Réf	Réf
Moyen	2,716***				1,615***	1,624***	1,644***	1,488***
Riche	8,012***				3,268***	3,299***	3,355***	2,808***
<b>Age de l'enfant</b>	**					***	**	***

Moins de 2ans	0,993**					0,815***	0,858**	0,830***
2 à 4ans	Réf					Réf	Réf	Réf
<b>Lien de parenté avec le chef de ménage</b>	***						***	***
Enfant du CM	Réf						Réf	Réf
Apparenté au CM	1,077 <sup>ns</sup>						0,775***	0,747***
Non apparenté	0,783**						0,526***	0,509***
<b>Lieu d'accouchement</b>	***						***	***
À domicile	0,195***							0,480***
À l'hôpital	Réf							Réf
<b>Chi2</b>		<b>1187,996</b>	<b>1398,681</b>	<b>1638,708</b>	<b>1795,783</b>	<b>1805,346</b>	<b>1841,911</b>	<b>1966,414</b>
<b>Significativité du Chi2</b>		***	***	***	***	***	***	***
<b>Pseudo R2</b>		<b>0,0747</b>	<b>0,1327</b>	<b>0,1554</b>	<b>0,1703</b>	<b>0,1712</b>	<b>0,1747</b>	<b>0,1866</b>

*Source : Traitement des données des EDS-MICS, (Cameroun, 2011)*

\*\*\* : significatif au seuil de 1%

\*\* : significatif au seuil de 5% ;

\* : significatif au seuil de 10% ;

ns : non significatif ;

Réf : modalité de référence.

## V. Discussions Et Conclusions

Il ressort que le statut de la femme influence directement l'enregistrement des naissances à l'état civil, ou indirectement à travers les caractéristiques individuelles de l'enfant (âge de l'enfant, lien de parenté de l'enfant avec le chef de ménage) et la caractéristique de l'accouchement (lieu d'accouchement). Cette influence dépend de la caractéristique économique du ménage (niveau de vie du ménage) qui elle-même dépend du contexte socioculturel (région de résidence), du contexte institutionnel et du contexte de résidence (milieu de résidence).

Au Cameroun, une femme mariée à l'état civil a le droit d'aller toute seule enregistrer son enfant. Cependant, même pour celles qui vivent en union libre, il serait plus facile pour une femme de statut élevé de convaincre son conjoint pour qu'ils aillent enregistrer leur enfant. En effet, plus le statut de la femme est élevé, plus la discussion est aisée dans son couple. Le statut élevé de la femme lui donnerait le pouvoir de s'exprimer, voir même de décider dans son ménage. Aussi, les femmes appartenant à certains groupes ethniques ou religieux sont plus soumises aux règles traditionnelles et religieuses que d'autres. Chez les musulmans par exemple, la femme est presque réduite à jouer son rôle reproductif, conjugal, professionnel, domestique, familial, communautaire ou même individuel tel défini par Oppong (1986) dans la théorie des sept rôles de la femme. L'accès aux services sociaux en général et en particulier à l'état civil est donc l'apanage des hommes. Pourtant, un statut élevé de la femme lui donne plus d'opportunités de vaincre cette soumission aux valeurs, aux coutumes et aux normes que lui impose sa culture ou sa religion. Comparées aux femmes de statut faible, les femmes de statut élevé surtout dans le contexte Camerounais auraient plus de chances de réduire la distance culturelle qui les sépare des centres d'état civil.

Mais, pris dans certains contextes, cette pesanteur culturelle peut être favorable à l'enregistrement à l'état civil des naissances. En effet, il ressort comme LY l'avait déjà démontré en 2009 en Côte d'Ivoire, que les enfants du chef de ménage ont plus de chances d'être enregistrés à l'état civil que les apparentés au chef de ménage qui à leur tour ont plus de chances que les non apparentés au chef de ménage. Contrairement à l'idée développée en sus, ce résultat peut s'expliquer au Cameroun par le fait que les valeurs occidentales auraient pris le dessus sur les principes de partage, de famille élargie et de confiance. De ce fait, par rapport aux femmes de statut élevé, les femmes de statut faible et moyen qui sont plus fauchées financièrement ou même en termes de prise de décisions, sont contraintes de privilégier les progénitures du chef de ménage au détriment des apparentés et des non apparentés au chef de ménage. Or cette différence ne serait probablement pas significative si les femmes restaient attachées à la culture Camerounaise qui veut que l'enfant apparenté ou non apparenté au chef de ménage soit considéré comme son

propre enfant et donc bénéficie du même privilège et par conséquent, de la même chance d'être enregistré à l'état civil.

Dans le contexte Camerounais où les services sociaux et particulièrement les services d'état civil sont inégalement répartis sur le territoire et donc distants des ménages, prendre l'engagement d'aller enregistrer son enfant suppose au préalable non seulement un minimum de connaissances sur la nécessité pour l'enfant d'avoir un acte de naissance, sur les lois et procédures pour y parvenir, mais aussi une situation économique moins précaire. En effet, le niveau de vie est un facteur qui comme l'a démontré ZAM (2016), influence l'enregistrement des naissances au Cameroun. Plus le niveau de vie du ménage est faible, moins les parents ont des possibilités de s'acquiescer des frais relatifs à l'enregistrement (transport lorsque le centre est éloigné, frais de certification de l'acte etc...). Des résultats similaires ont été révélés au Cameroun par l'APF en 2015. Les ménages pauvres ne jugent pas nécessaire d'engager des dépenses en rapport avec l'enregistrement des naissances pendant qu'ils n'arrivent même pas à se loger, se nourrir ou même se soigner.

La difficulté est encore plus grande lorsqu'il faut parcourir de longues distances avant d'accéder au centre d'état civil. Dans ce cas, pour les pays comme le Cameroun où les administrations sont plus concentrées dans les zones urbaines, les femmes en zones rurales ont généralement plus de difficultés à accéder aux centres d'état civil parfois très éloignés de leurs domiciles. LY Mohamed en 2009 avait déjà montré avec l'exemple de la Côte d'Ivoire que dans un contexte d'inégale répartition des centres, les enfants sont plus enregistrés en milieu urbain qu'en milieu rural. MANSOR en 2014 l'a également confirmé avec l'exemple du Sénégal.

L'une des variables dont les résultats sont importants dans cette analyse est le lieu d'accouchement. Les femmes de statut élevé qui enregistrent leurs enfants à l'état civil sont prioritairement des femmes qui accouchent à l'hôpital. En effet, l'accouchement à l'hôpital est suivi d'une déclaration de naissance faite gratuitement par le médecin ayant assisté à l'accouchement, et c'est la première étape de l'enregistrement des naissances. Ainsi, une femme qui accouche à l'hôpital engage directement la procédure d'enregistrement et la suite est plus facile pour elle par rapport à celle qui accouche à domicile et qui a tout aussi besoin d'une telle déclaration. MIMCHE et AGBEVIADÉ DJOKE dans le même sens ont trouvé dans une étude réalisée au Togo en 2012 que l'enfant né à domicile a moins de chance d'être enregistré à l'état civil parce qu'il devient difficile de rentrer gratuitement en possession de la déclaration du médecin. En plus, d'un point de vue économique, accoucher à l'hôpital nécessite beaucoup d'argent (frais d'hospitalisation, frais d'accouchement, médicaments et autres). Les femmes qui accouchent à domicile le font généralement pour des raisons de pauvreté.

Elles sont incapables de supporter les coûts de l'accouchement et même du transport pour l'hôpital le plus proche, surtout que la distance qui les sépare de celui-ci est souvent trop longue. Une femme qui traverse toutes ces difficultés afin d'accoucher dans de bonnes conditions (à l'hôpital) serait donc une femme qui a pratiquement toutes les caractéristiques d'une femme de statut élevé et à l'opposé, on a les femmes de statut faible, qui accouchent à domicile et enregistrent moins leurs enfants à l'état civil.

En dépit de ces résultats, il est important de souligner quelques limites de l'étude :

La première est relative à la variable indépendante principale. En effet, le statut de la femme est une variable multidimensionnelle. Sa construction exige que soit prise en compte d'autres facteurs tels que la vie associative et politique de la femme, son accès aux moyens de production, les caractéristiques de ses enfants et parents, etc. Ne figurant pas dans la base de données, ces variables n'ont pas été utilisées.

La deuxième porte sur la nature transversale des données. En effet, les indicateurs tels que le statut de la femme et le niveau de vie de son ménage ne sont pas statiques, ils peuvent être différents de ceux que ces femmes avaient au moment de l'accouchement, ce qui biaiserait les résultats.

La troisième limite est liée à l'absence dans la base de données, d'une variable précisant la période exacte de l'enregistrement de l'enfant à l'état civil. Celle-ci aurait permis de séparer l'enregistrement dans les délais de l'enregistrement tardif et nous aurait permis de faire une meilleure analyse. Il en va de même pour les variables distance parcourue, coût de l'enregistrement et qualité des services.

Au regard des résultats de cette étude et de ses limites, il est important de mettre sur pied au Cameroun, plus de programmes visant l'amélioration des conditions des femmes, en leur garantissant un meilleur statut qui sans doute permettra d'augmenter la proportion de celles qui enregistrent leurs naissances à l'état civil. Cette action doit se faire en ciblant les femmes rurales de statut faible, qui vivent dans les ménages pauvres et qui n'accouchent pas à l'hôpital. Il serait tout aussi important de privilégier celles qui résident dans les régions du septentrion

## References :

1. ASSEMBLEE PARLEMENTAIRE DE LA FRANCOPHONIE (2015), Enfants sans identité : pour un enregistrement universel des naissances, Berne, 34 p.
2. ASSOCIATION INTERNATIONALE DES MAIRES FRANCOPHONES (2004), Le fonctionnement de l'état civil dans le monde francophone: La pratique en vigueur dans quelques pays dont les villes sont membres de l'AIMF, 39p.

3. ASSOGBA M.L. (1990), « Statut de la femme, structures familiales, fécondité : transitions dans le Golfe du Bénin », Les dossiers du CEPED, n°14, pp. 1-28.
4. BAKAYOKO M (2007), Rapport de collecte et d'analyse des statistiques de l'état civil de la ville d'Abidjan, INS, 57p.
5. BENNOUNA M. (1989), « La convention des Nations Unies relative aux droits de l'enfant », Annuaire Français de droit international, vol. 35, n° 35, p. 433-445.
6. BUCREP (2010), 3eme RGPH. Rapport de présentation des résultats définitifs, 67p.
7. BUCREP (2011), Rapport national sur l'état de la population : Enjeux et défis d'une population de 20 millions d'habitants au Cameroun, 106 p.
8. BUCREP (2014), Rapport national sur l'état de la population : Regard sur le genre au Cameroun, 102p.
9. BUCREP (2020), 35ème édition de la journée internationale de la femme : Evaluation des progrès du Cameroun 25 ans après Beijing, 32 p.
10. CAZABAT C. (2015), Le rôle des organisations de la société civile camerounaises dans la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement, PhD Thesis, Paris 4, 167p+annexes.
11. DIRECTION GENERALE DE LA STATISTIQUE ET DE LA COMPTABILITE GENERALE (2014), Rapport enquête démographique et de santé No. 3, Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale, 529 p.
12. DUMONT L (2015), Enfants sans identité : pour un enregistrement universel des naissances, suisse, 32 p.
13. GARENNE M et ZANOU B (1995), « L'état civil en Afrique : que peut-on en tirer ? », in : VALLIN Jacques, Clins d'œil de démographie à l'Afrique et à Michel François, Paris (France), Editions CEPED, pp29-31.
14. GERARD H. (1995) « Pour une reconstruction sociologique des faits de la population ». In Gérard Hubert et Piché Victor (éd) 1995, La sociologie des populations, AUPELF/UREF, Canada. pp 39-60.
15. HUDSON M. (2002), « La théorie du choix rationnel et ses critiques », Revue de Sociologie et sociétés, vol. 34, n° 1, p. 117-124.
16. IFORD (2006), Etude-diagnostic du système de l'état civil au Cameroun et faisabilité d'un programme d'intervention prioritaire, No. Rapport provisoire phase 1, 39 p.
17. ILBOUDO Y.P. (2008), L'universalité de l'état civil cas de l'enregistrement des naissances dans le département de de Pô au

- Burkina Faso, mémoire de Maitrise en Démographie, Université de Ouagadougou, 79p+ annexes.
18. INS (2015), Enquête par grappes à indicateurs multiples (MICS5) 2014 Cameroun, No. Rapport final, 504 p.
  19. INS et ICF (2012), Rapport de l'enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples (EDSC-MICS), 576 p.
  20. KAMDEM K.H. (2006), Genre et fécondité au Cameroun une étude comparative des Bamiléké et des Béti, Thèse de Doctorat en Démographie, Université de Yaoundé II Soa, IFORD, 236 + annexes.
  21. KAMGNO H. (1993), « Rôle et statut de la femme et sida : cas du village de Mindourou dans l'Est-Cameroun », Annales de l'IFORD, Vol. 1, n°6, pp. 1-12.
  22. LIBITE P.R. (2009), Enregistrement des faits d'état civil et statistiques de l'état civil au Cameroun, 30 p.
  23. LY M. (2009), Facteurs explicatifs du non enregistrement des naissances en Côte d'Ivoire, mémoire de Master Professionnel en Démographie, Université de Yaoundé II Soa, IFORD, 110p+ annexe.
  24. MANSOR D. (2014), Les disparités régionales du non enregistrement a l'état civil des enfants au Sénégal, mémoire de Master Professionnel en Démographie, Université de Yaoundé II Soa, IFORD, 147p + annexe.
  25. MILLER M (2004), Enregistrement des naissances : apatrides et autres conséquences pour l'enfant non enregistré, Communication lors de la 3ième conférence européenne sur « la nationalité et l'enfant », Strasbourg, France, du 11 au 12 Octobre 2004, 16p.
  26. MIMCHE H (2009), Analyse du processus d'enregistrement des naissances au Congo, séminaire international sur « systèmes d'état civil en Afrique : enjeux, état des lieux et défis » Yaoundé, 24, 25 et 26 novembre 2009, 17p.
  27. MIMCHE H, and AGBEVIADÉ D.G. (2012), Analyse du système d'enregistrement des naissances au Togo, rapport de recherche Unicef, 103 p.
  28. MINATD (2015), Annuaire statistique, 285 p.
  29. MINATD (2016), Programme de réhabilitation de l'état civil du Cameroun, 72 p.
  30. MINSANTE et INS (2016), Projections démographiques et estimations des cibles prioritaires des différents programmes et interventions de sante, 144 p.
  31. MPDAT, MS et ICF (2015), Enquête Démographique et de Santé au Togo, 529p.

32. NATIONS UNIES (2010), Commission Economique Pour l'Afrique : Renforcer et Améliorer les Systèmes des Faits d'Etat civil et des Statistiques de l'Etat civil en Afrique, 16 p.
33. NFOUME E (2009), Evolution du système d'état civil au Gabon, séminaire international sur « systèmes d'état civil en Afrique : enjeux, état des lieux et défis » Yaoundé, 24, 25 et 26 novembre 2009, 13p.
34. OPPONG C. (1986) « Sept rôles et le statut des femmes : ébauche d'une approche conceptuelle et méthodologique », In OPPONG Christine, Guides anthropologiques et questionnaires pour l'étude des changement démographiques et des rôles des femmes, BIT, Genève, pp 93-129.
35. PLAN (2009), Chaque enfant compte : le droit à la naissance, Royaume-Uni, 95 p.
36. POATY-MOKONDZHY (2009), La gratuité dans l'enregistrement des naissances à l'état civil congolais : pratique et réalité du terrain, séminaire international sur « systèmes d'état civil en Afrique : enjeux, état des lieux et défis » Yaoundé, 24, 25 et 26 novembre 2009, 17p.
37. RAKOTONDRABE F.P. (2004), Statut de la femme, prise de décision et santé des enfants à Madagascar, Thèse de doctorat en Démographie, Université de Yaoundé II-SOA, IFORD, 374 + annexes.
38. RAMATOULAYE N. (2008), La communication dans la lutte contre le non déclaration des naissances Sénégal : Etude des pratiques et stratégies de communication développées par l'ONG Aide et Action dans la région de Tambacounda, mémoire de Maîtrise en Communication, Université du Québec à Montréal, 108p+annexes.
39. RWENGE M. (2007), « Statut de la femme, planification familiale et fécondité a Mbalmayo et Bafoussam, Cameroun », Etude de la population Africaine, vol. 22 n°1, pp. 58-85.
40. SEKE K et OUEDRAOGO H (2009), Diagnostic de l'état civil ivoirien à partir du dysfonctionnement du processus d'enregistrement des naissances, séminaire international sur « systèmes d'état civil en Afrique : enjeux, état des lieux et défis » Yaoundé, 24, 25 et 26 novembre 2009, 16p.
41. UNICEF (2002), L'enregistrement à la naissance : un droit pour commencer, Digest Innocenti n°9, Florence-Italie, 32p.
42. UNICEF (2006), La situation des enfants dans le monde 2007 ; femmes et enfants, le double dividende de l'égalité des sexes, 3 UN Plaza, New York, NY 100017, Etats-Unis, 160 p.
43. UNICEF (2013), Un droit à chaque enfant à sa naissance : inégalités et tendances dans l'enregistrement des naissances, New York, 44 p.

44. ZAM V.D. (2016), Non enregistrement des enfants de moins de cinq ans à l'état civil selon le milieu de résidence au Cameroun, Mémoire de Master professionnel en démographie, Université de Yaoundé II Soa, IFORD, 146+annexes.

## **Tendances des inégalités socioéconomiques et spatiales de la santé des enfants de moins de 5ans au Niger**

***Habila Adamou Djibo,***

Démographe, PhD (c) à l'ESAD Université Laval

***Magloire Alexandre Schouame,***

Economiste, Docteur, Enseignant associé à l'IFORD

***Hamidou Kone,***

Statisticien-Démographe, PhD, Enseignant-Chercheur à l'IFORD

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p297](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p297)

---

Submitted: 27 April 2021

Accepted: 21 January 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Adamou Djibo H, Alexandre Schouame M., & Kone H., (2022). *Tendances des inégalités socioéconomiques et spatiales de la santé des enfants de moins de 5ans au Niger* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 297.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p297>

---

### **Résumé**

**Objectif :** Les indicateurs de malnutrition et de mortalité infanto-juvénile sont en constante baisse au Niger, au fil des différentes Enquêtes Démographiques et de Santé. Toutefois, certains groupes sociaux restent à la marge de cette amélioration. Cet article analyse l'impact des disparités géographiques et socioéconomiques des parents sur la santé des enfants au Niger.

**Source de données :** Elles sont issues de la série d'enquêtes démographiques et de santé à indicateurs multiples de 2006 et de 2012 au Niger. Les EDS sont des enquêtes populationnelles transversales organisées par le programme "demographic and health surveys" dans plus de 100 pays. Les enquêtes de l'année 2006 et de 2012 sont les plus récentes au Niger à ce jour.

**Résultats et conclusion :** Ainsi, il se dégage au Niger que l'état de santé des enfants dépend de l'existence et de la qualité des « biens sociaux », qui sont étroitement liés au contexte de résidence des parents, tels que les services de santé, les denrées alimentaires et le système éducatif, et donc des régimes sociopolitiques. Ensuite, la santé des enfants dépend des facteurs

socioéconomiques des ménages – l’instruction de la mère et les biens sociaux du ménage –, et en particulier de la mère.

---

**Mots clés :** Disparité Géographique, Inégalités Socioéconomiques, Malnutrition, Mortalité, Santé, Enfants, Niger

## **The impact of the geographic and socioeconomic disparities of parents on the inequalities in the health of children in Niger**

*Habila ADAMOU DJIBO,*

Démographe, PhD (c) à l’ESAD Université Laval

*Magloire ALEXANDRE SCHOUAME,*

Economiste, Docteur, Enseignant associé à l’IFORD

*Hamidou KONE,*

Statisticien-Démographe, PhD, Enseignant-Chercheur à l’IFORD

---

**Objective:** The indicators of malnutrition and infant and child mortality are constantly decreasing in Niger, according to the various Demographic and Health Surveys. However, some social groups remain on the margins of this improvement. This article analyzes the impact of geographic and socioeconomic disparities among parents on child health in Niger.

**Data source:** The data are from the 2006 and 2012 round of Multiple Indicator Cluster Surveys (MICS) in Niger. The DHS are cross-sectional population surveys organized by the Demographic and Health Surveys program in over 100 countries. The 2006 and 2012 surveys are the most recent in Niger to date.

**Results and conclusion:** In Niger, the health status of children depends on the existence and quality of "social goods", which are closely linked to the context of residence of the parents, such as health services, food and the education system, and therefore to the socio-political regimes. Second, children's health depends on household socioeconomic factors - the mother's education and the household's social assets - and in particular on the mother.

---

**Keywords:** Geographic disparity, socioeconomic inequalities, malnutrition, mortality, health, children, Niger

### **Introduction**

Selon l’Organisation mondiale de la Santé (2008), la santé est un état de bien-être physique, mental et social. La santé est plus que l’absence de maladie, d’incapacité ou de décès. La justice sociale influe sur la façon dont

les gens vivent et sur les risques de maladie et de décès prématuré auquel ils sont exposés. On observe au sein d'un même pays de très grandes différences d'état de santé, entre des groupes sociaux, qui sont étroitement liées aux conditions socioéconomiques (Thibaut de Seant, 2013). Plus ces conditions sont basses, moins bonne est la santé (OMS, 2008).

Une partie des écarts observés entre les groupes sociaux en termes de santé ne provient pas de causes naturelles, mais de l'influence d'un certain nombre de facteurs économiques et sociaux, tels que les revenus, les modes de vie ou encore l'accès aux soins (Thibaut de Seant, 2013). Le statut socioéconomique des mères est particulièrement déterminant car les mères sont les premières responsables des soins apportés aux enfants. En effet, elles interviennent dans la prévention contre la maladie, le traitement de celle-ci, l'alimentation et l'hygiène des enfants.

La petite enfance est une période cruciale pour tenter de réduire les inégalités sociales en santé, c'est en effet à cette période que se constitue le capital santé. Les conditions favorables ou défavorables dans lesquelles se développe le jeune enfant ont un impact sur son développement physique, émotionnel, relationnel et cognitif immédiat et à long terme, des répercussions sur son état de santé adulte (Fotso, 2004 ; Thibaut de Seant, 2013). Par exemple, la malnutrition cause une incapacité permanente, un affaiblissement du système immunitaire, en plus, elle entrave le développement cognitif et mental des enfants malnutris (UNICEF, 1988). Ainsi, il se dégage aujourd'hui un consensus interdisciplinaire de plus en plus large quant au rôle critique que joue les premières années de l'enfance dans la formation des adultes bien portants et productifs (Magloire, 2020). Notamment, des enfants plus forts font des adultes plus résistants et plus productifs (UNICEF, 1988).

Les inégalités de santé prennent place bien avant la naissance des enfants. En effet, la situation socioéconomique des parents, notamment la manière et les conditions dans lesquelles se déroule la grossesse, détermine une grande partie de l'état de santé des futur-nés. Cela est particulièrement accentué au Niger où plus de 17% des femmes enceintes n'ont reçu aucune visite prénatale par un prestataire formé, et on constate également que cette proportion a tendance à baisser avec le niveau d'instruction et le statut socioéconomique du ménage – de 9% parmi les femmes sans instruction (INS, 2012).

Ces inégalités perdurent et se renforcent autour de la naissance, où à peine 30% des accouchements ont eu lieu dans un centre de santé et 34% des femmes ont reçu des soins postnatals dans les 48 heures après l'accouchement. Il existe des disparités selon la région, le milieu de résidence, le niveau d'instruction de la femme et le quintile de bien-être économique du ménage (INS, 2012). De plus, le faible poids à la naissance (indicateur important de la

santé du nourrisson en raison de sa corrélation avec la mortalité<sup>1</sup> et la morbidité infantiles), varie légèrement selon le milieu de résidence malgré la faible déclaration du poids de l'enfant à la naissance (INS, 2012).

La vaccination peut creuser ou atténuer les inégalités présentes à la naissance durant l'enfance. En effet, il est à noter d'importantes disparités selon le milieu et la région de résidence des parents au Niger. En effet, si en milieu urbain, 69 % des enfants sont complètement protégés contre les maladies cible du PEV, cette proportion n'est que de 49 % en milieu rural (INS, 2012). Dans les régions, on constate que c'est dans celles de Diffa et de Zinder que la proportion d'enfants complètement vaccinés est la plus faible (respectivement 42 % et 41 %) et dans celles de Niamey et d'Agadez qu'elle est, en revanche, la plus élevée (respectivement 73 % et 66 %) (INS, 2012). En outre, les variations selon le niveau d'instruction de la mère sont très importantes, la proportion d'enfants complètement vaccinés variant de 50 % quand la mère n'a aucune instruction à 59 % quand elle a un niveau primaire et à 73 % quand elle a un niveau secondaire ou plus (INS, 2012). Le taux de couverture vaccinale varie aussi avec le niveau économique du ménage de l'enfant, passant de 35 % dans les ménages classés dans le quintile le plus bas à 67 % dans ceux classés dans le quintile le plus élevé (INS, 2012).

D'autres facteurs de morbidité suivent la même tendance susmentionnée, de disparités, selon les conditions socio-économiques des parents et l'environnement immédiat de l'enfant. La morbidité diarrhéique chez les enfants de moins de cinq (5) ans, l'une des causes majeures de décès dans cette tranche d'âge, varie de 18,1% en milieu rural à 14,4% en milieu urbain en 2012 ; elle est de 23,4% chez les enfants de mères agricultrices contre 14,9% chez les enfants de mères de toutes autres occupations (Souley, 2017). De surcroît, les enfants les plus exposés à la malnutrition sont de mères résidant en milieu rural, n'ayant aucun niveau d'instruction, ont peu accès au média, et dont les maris sont agriculteurs (Haro, 2018).

Les indicateurs de malnutrition des enfants et de mortalité infanto-juvénile sont en constante baisse au Niger, au fil des différentes enquêtes démographiques et de santé et à indicateurs multiples (EDSN/MICS-2006 ; EDSN/MICS-2012). Toutefois, certains groupes sociaux restent à la marge de cette amélioration. Notamment, s'agissant des soins maternels, de la mortalité et de l'état nutritionnel. Qu'est ce qui explique les inégalités devant la santé

---

<sup>1</sup> La mortalité s'avère être le meilleur indicateur synthétique de santé (Rayaut, 1987). Ainsi, le niveau de la mortalité générale traduit d'une certaine manière l'état de santé d'une population donnée et surtout pour les enfants en bas âges. En plus, la mortalité s'avère être un indicateur d'état de santé particulièrement pertinent pour étudier les inégalités sociales de santé. Car c'est un indicateur objectif, il ne souffre donc pas des biais de déclaration connus affectant les autres indicateurs d'état de santé (Jusot, 2003).

des enfants de moins de cinq ans au Niger malgré les nombreux efforts pour faciliter l'accès aux services de santé aux couches sociales les plus démunies ? De nombreuses études sur la santé des enfants ont été réalisées en Afrique subsaharienne, et en particulier au Niger, mais elles se sont focalisées sur des thématiques spécifiques de la santé des enfants, non sur l'état global de santé des enfants. En plus, peu sont les études qui se sont intéressées à l'impact des disparités géographiques et socio-économiques des parents sur les inégalités devant la santé des enfants au Niger. Dès lors, un renouvellement des connaissances serait nécessaire.

### **Revue de littérature**

Les revenus interviennent dans l'accès aux "denrées rares", aussi bien en termes de facteurs environnants que dans l'accès aux soins de santé (Bossuyt et Van Oyen, 2001). Ainsi, les facteurs économiques influenceraient la santé des enfants à travers la salubrité de l'environnement, la disponibilité alimentaire et la possibilité financière de recours aux services de soins préventifs et curatifs. Et concernant les inégalités d'accès à l'alimentation, Castetbon (2014) estime qu'elle joue un rôle médiateur majeur dans les inégalités sociales de santé. Par conséquent, recommande-t-elle, il faut analyser les variations socioéconomiques de l'alimentation des enfants – qui dépendent entièrement de l'entourage – selon l'activité économique et le niveau d'instruction des parents.

Toutefois, l'impact des disparités géographiques et socio-économiques sur les inégalités de santé des enfants devrait être analysé dans une approche holistique. Car, d'une manière ou d'une autre, la distance culturelle entre les groupes sociaux crée des pratiques sanitaires différentielles chez les mères vis-à-vis de leurs enfants. Ainsi, les croyances étiologiques des maladies et les normes culturelles qui prévalent dans le milieu où les mères vivent, notamment celles relatives aux soins de santé et à l'alimentation, vont influencer la qualité des soins accordés à ces enfants. Toutefois, l'instruction des mères permet à celles-ci d'acquérir des connaissances et des expériences personnelles favorisant un changement de mentalités et une rupture plus facile avec les culturelles traditionnelles (Rwenge, 2000 ; Rakotondrabé, 2004). En plus, le recours aux soins de santé se construit autour des conflits, des interdits familiaux, de jeu de pouvoir dans le ménage, de l'influence de certains membres de la famille et de l'autonomisation de la femme (Younoussi, 1997 ; Harouna, 1998 ; Rakotondrabé, 2004). En effet, c'est là où le pouvoir décisionnel des mères dans le ménage entre en jeu, leurs capacités à recourir aux services de santé moderne pour elles-mêmes et pour leurs enfants.

Premièrement, les disparités géographiques entre le milieu urbain et le milieu rural les distinguent d'une part, par une facilité d'accès aux soins de santé en milieu urbain et une offre restreinte des services de santé en milieu rural et

d'autre part, par l'ouverture au monde en milieu urbain – donc une probable acquisition de nouveaux comportements sanitaires salvateurs. En plus, le milieu urbain se démarque particulièrement dans les pratiques en matière de soins de santé des enfants du milieu rural – qui est le chantre des traditions et coutumes en général (Dackam et al., 1993 ; Younoussi, 1997 ; Harouna, 1998 ; Tano et al., 2017 ; Siaka et al., 2017). De surcroît, pour Mbaye (2014), la pauvreté et l'absence d'infrastructures sociales de base en milieu rural se manifestent par de multiples privations affectant le bien-être des populations surtout parmi les catégories les plus vulnérables comme les mères et les enfants. Par conséquent, cette insuffisance de bien-être se traduit par une malnutrition souvent sévère chez les enfants. A cet effet, la pertinence du milieu de résidence des parents se mesure surtout au niveau de la mortalité des enfants, car les mères socialisées en milieu rural n'adoptent pas les mêmes pratiques nutritionnelles et vaccinales pour les enfants que celles du milieu urbain (INSD, 2009).

La région de résidence des parents apparaît dans d'analyse de la mortalité ou de la malnutrition comme une variable jouant sur l'exposition au risque, la prévalence et l'incidence des maladies ainsi que la transmission des endémies ou des épidémies. Dès lors, la contribution de la région est difficile à isoler de celle du milieu de résidence des parents (Dackam et al., 1993). Néanmoins, nous pouvons supposer que la région, au-delà de l'exposition au risque, peut jouer sur la culture sanitaire des mères car chaque région a ses particularités culturelles – surtout en matière de soins de santé qui part du traitement de la grossesse jusqu'à l'alimentation de l'enfant – et auxquelles s'ajoute l'accessibilité géographique des services de santé.

Deuxièmement, la recherche s'est peu à peu tournée dans les années 1990 et 2000 vers le statut économique des ménages, leur niveau de vie, et l'impact de la pauvreté, en tant que déterminants potentiels de la santé des enfants (Tabutin et Masquelier, 2017). Dans une étude dans Lanaudière, au Canada, André (2017) confirme le fait que la fréquentation des services de santé suit le gradient du statut socioéconomique. Ainsi, les différences de comportements des mères, et par conséquent les disparités de mortalité des enfants, proviennent des inégalités de statut socioéconomique des parents, en particulier des mères.

Enfin, le niveau de l'instruction des mères détermine dans une grande mesure l'accès à l'information et l'habilité à utiliser ces nouvelles informations de manière utile (Barbieri, 1991 ; et Bossuyt et Van Oyen, 2001). Ce qui expliquerait pourquoi l'instruction des mères est l'une des variables auxquelles les auteurs (Harouna, 1998 ; Bossuyt et Van Oyen, 2001 ; Jusot, 2003 ; Castetbon, 2014 ; André, 2017 ; Tabutin et Masquelier, 2017) se sont le plus intéressés dans la recherche sur les déterminants de la santé des enfants ; mais aussi c'est la variable de différenciation de santé des enfants la plus

importante. Les mères instruites deviennent moins fatalistes que les mères non instruites et préconisent les moyens médicaux de prévention des maladies pour elles-mêmes et pour leurs enfants (Harouna, 1998).

En plus, une autonomie financière à travers l'activité économique des mères, même précaire, permettra aux mères de subvenir aux soins primaires de leurs enfants. Ainsi le soulignait Rakotonrabé (2004), une mère qui exerce une activité rémunérée contribue au revenu familial et participe donc à l'amélioration des conditions de vie dans le ménage dont l'effet sur la santé n'est plus à démontrer. De plus, selon Younoussi (1997) et Rakotonrabé (2004), une grande partie du revenu des mères est utilisée pour le bien-être, et plus particulièrement ceux des enfants. En effet, l'autonomie financière des mères, si limitée soit-elle, et leur degré de liberté d'agir améliorent leurs dispositions de recours aux soins de santé pour elles-mêmes et pour leurs enfants.

## **II. Données et méthodologie de l'étude**

Les données des Enquêtes Démographiques et de Santé à indicateurs multiples (EDS-2006 et EDS-2012) permettent de rechercher les facteurs explicatifs de la malnutrition et de la mortalité des enfants au cours d'une période donnée pour l'ensemble des enfants.

Les variables dépendantes sont qualitatives et dichotomiques. Dès lors la régression logistique binaire est une des méthodes d'analyse explicative multivariée appropriée. Elle estime les risques ou la probabilité de survenance d'un événement en fonction des variables explicatives. La variable dépendante prend la modalité « 1 » quand l'événement est réalisé (décès d'un enfant ou l'enfant est malnutri) et 0 sinon. Ainsi, la régression logistique estime la probabilité d'un enfant de décéder ou d'être malnutri. Si P désigne la probabilité que l'événement étudié se réalise et 1-P la probabilité que cet événement ne se réalise pas alors le modèle de régression logistique permet de mettre  $L = \text{Log} (P / (1-P))$  sous la forme linéaire suivante :

$$L = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

Où  $X_1, X_2, X_3, X_4$  sont les variables explicatives ou de classification et  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$  les coefficients de régression du modèle. Au modèle, est associée, une forme non linéaire de la probabilité P qui se présente comme suit :  $P = 1 / (1 + \exp(-L))$ . Il y a lieu de noter que la régression logistique utilise la méthode du maximum de vraisemblance pour estimer les paramètres du modèle. Du fait de la non-linéarité du modèle, ces paramètres sont estimés par itération. Cette méthode est essentiellement probabiliste. Elle fournit des coefficients de régression "  $\beta_i$  " à partir desquels on calcule les Odds Ratio (OR) ou rapports de chances ( $\exp(\beta)$ ).

### **III. Résultats**

#### **Milieu de résidence des parents**

Comme indiqué au tableau 1, au Niger, le milieu de résidence des parents est déterminant pour un des trois indicateurs de malnutrition infanto-juvénile en 2006. Les enfants de parents résidant en milieu urbain sont 59% ( $P < 0,01$ ) moins exposés au retard de croissance que les enfants de parents résidant en milieu rural. Aussi en 2012, le milieu de résidence des parents est uniquement déterminant pour le retard de croissance parmi les trois indicateurs de malnutrition. De ce fait, les enfants de parents résidant en milieu urbain ont 24% ( $P < 0,10$ ) moins de risque d'avoir un retard de croissance que ceux de parents résidant en milieu rural.

Pour les périodes de référence des enquêtes EDS-2006 et EDS-2012, le milieu de résidence des parents est un déterminant des disparités de mortalité infanto-juvénile. Par conséquent, les enfants de parents résidant en milieu urbain sont 35% ( $P < 0,05$ ) moins exposés à la mortalité que ceux de parents résidant en milieu rural. Il est constaté un avantage similaire en 2012 pour les enfants de parents résidant en milieu urbain, ils sont 50% ( $P < 0,01$ ) moins exposés au risque de mortalité que leurs collègues de parents résidant en milieu rural.

#### **Région de résidence des parents**

La région de résidence des parents est un déterminant de l'état nutritionnel des enfants au Niger. Pour tous les trois indicateurs de malnutrition en 2006 comme en 2012, la région de résidence des parents est statistiquement ( $P < 0,01$  ou  $P < 0,05$ ) associée au risque de malnutrition des enfants. Les enfants de parents résidant dans les régions de Diffa /Maradi/Tahoua /Tillabéry/Zinder sont plus exposés à l'émaciation, au retard de croissance et à l'insuffisance pondérale en 2006 que ceux de parents résidant dans les régions de Niamey/Agadez/Dosso. Pour la période de 2006, les enfants les plus à risque pour la malnutrition sont de parents résidant dans les régions de Diffa/Tahoua/Maradi/ Zinder. Quant aux enfants de parents résidant dans la région Tillabéry leur état nutritionnel est contrasté par rapport aux enfants des régions de référence (Niamey/Agadez/Dosso).

La tendance des disparités régionales de malnutrition en défaveur des enfants de parents résidant dans les régions de Diffa /Maradi/Tahoua/Zinder se confirme et se creuse en 2012 et pour tous les indicateurs de malnutrition. Ainsi, les enfants de parents résidant dans ces régions, premièrement, sont en moyenne 2,63 fois ( $P < 0,01$ ) plus exposés à l'émaciation que ceux de parents résidant dans les régions de Niamey/Agadez/Dosso/Tillabéry. Ensuite, ces enfants de parents résidant dans ces régions à risques sont au moins 2,51 fois ( $P < 0,01$ ) plus exposés à la malnutrition chronique que ceux de parents résidant dans les régions Niamey/Dosso/Tillabéry. Enfin pour l'insuffisance pondérale, toujours en 2012, les enfants de parents résidant dans ces régions à

risque y sont en moyenne 3,54 fois ( $P < 0,01$ ) plus exposés que ceux de parents résidant dans les régions de Niamey/Agadez. A noter que ce sont les enfants de parents résidant dans la région de Diffa qui sont les plus exposés à la malnutrition pour tous les indicateurs et à toutes les périodes, allant jusqu'à 6,60 fois ( $P < 0,01$ ) plus de risques pour l'insuffisance pondérale.

### **Niveau de vie du ménage**

Le niveau de vie du ménage des parents joue un rôle contrasté sur les inégalités devant l'alimentation des enfants au Niger. En effet, il se dessine un léger avantage suivant le gradient économique des ménages pour l'état nutritionnel des enfants au Niger pour la période de 2006. Cependant, seuls les enfants des ménages très riches se distinguent. Ils sont 37% ( $P < 0,01$ ) moins exposés à l'insuffisance pondérale que ceux de ménages de niveau de vie inférieur. Ce constat se confirme pour la période de 2012, où la malnutrition évolue inversement au niveau de vie des ménages. Les enfants de ménages très riches sont respectivement 42% ( $P < 0,01$ ) moins exposés à l'émaciation et 27% ( $P < 0,05$ ) moins exposés à l'insuffisance pondérale que ceux des ménages de niveau de vie inférieur.

Quant à l'impact des inégalités économiques des ménages sur la mortalité infanto-juvénile, aucune liaison claire ne se dégage. Ainsi, aucune surmortalité en défaveur des ménages classés dans les quintiles de vie inférieur n'apparaît.

### **Niveau d'instruction de la mère**

Le niveau d'instruction des mères est une variable déterminante des inégalités devant la nutrition des enfants au Niger. Les enfants de mères de niveau d'instruction secondaire ou plus sont 49% ( $P < 0,01$ ) moins exposés à la malnutrition chronique et 64% ( $P < 0,01$ ) moins exposés à l'insuffisance pondérale – qui est un indicateur combiné des deux formes de malnutrition chronique et aiguë – en 2006 que ceux de mères d'un niveau d'instruction inférieur. Il en est de même en 2012, les enfants de mères de niveau d'instruction d'au moins le secondaire sont 44% ( $P < 0,01$ ) moins exposés à la malnutrition chronique et sont 32% ( $P < 0,05$ ) moins exposés à l'insuffisance pondérale.

Le niveau d'instruction des mères se révèle non déterminant sur la mortalité infanto-juvénile différentielle au Niger (au seuil  $P < 0,01$ ). Ainsi, les coefficients différentiels de risque de mortalité selon le niveau d'instruction des mères des enfants ne sont pas significatifs en 2006 et en 2012. Toutefois en 2006, les enfants de mères de niveau d'instruction secondaire ou plus ont un léger avantage, toutes choses égales par ailleurs, devant les risques de mortalité, 38% moins de risques ( $P < 0,1$ ) que ceux de mères sans niveau d'instruction ou primaire. Par conséquent toutes choses égales par ailleurs, les disparités de niveau d'instruction des mères interviennent peu ou pas du tout

comme un déterminant des inégalités devant la mort des enfants au Niger. Cela confirme l'effet indifférent des caractéristiques socioéconomiques des parents sur les inégalités devant la mort des enfants, comme trouvé avec le niveau de vie des ménages.

**Tableau 1 :** Odds de malnutrition infanto-juvénile au Niger en 2006 et 2012  
 Le tableau suivant donne les odds de survenance de la malnutrition infanto-juvénile des deux enquêtes 2006 et 2012 au Niger.

Proportion malnutris selon l'indicateur et l'année	2006/Malnutrition			2012/Malnutrition		
	Emaciation <sup>2</sup>	Retard de croissance <sup>3</sup>	Insuffisance pondérale <sup>4</sup>	Emaciation	Retard de croissance	Insuffisance pondérale
	10,56%	44,9%	39,69%	15,96%	35%	40,66%
<b>Milieu de résidence des parents</b>						
Urbain	1.14 <sup>ns</sup>	0.41 <sup>***</sup>	0.80 <sup>ns</sup>	1.21 <sup>ns</sup>	0.76 <sup>*</sup>	0.93 <sup>ns</sup>
Rural	Modalité de référence					
<b>Région de résidence des parents</b>						
Agadez	1.53 <sup>ns</sup>	1.68 <sup>**</sup>	1.14 <sup>ns</sup>	1.04 <sup>ns</sup>	2.38 <sup>***</sup>	1.32 <sup>ns</sup>
Diffa	1.93 <sup>**</sup>	1.52 <sup>**</sup>	1.89 <sup>***</sup>	5.25 <sup>***</sup>	3.49 <sup>***</sup>	6.60 <sup>***</sup>
Dosso	1.25 <sup>ns</sup>	1.19 <sup>ns</sup>	1.22 <sup>ns</sup>	1.254 <sup>ns</sup>	1.37 <sup>ns</sup>	1.84 <sup>***</sup>
Maradi	1.35 <sup>ns</sup>	2.97 <sup>***</sup>	2.61 <sup>***</sup>	1.67 <sup>**</sup>	2.92 <sup>***</sup>	2.70 <sup>***</sup>
Tahoua	1.05 <sup>*</sup>	1.47 <sup>**</sup>	1.49 <sup>**</sup>	1.81 <sup>**</sup>	1.36 <sup>ns</sup>	2.15 <sup>***</sup>
Tillabéry	1.96 <sup>ns</sup>	1.45 <sup>*</sup>	1.37 <sup>ns</sup>	1.30 <sup>ns</sup>	1.41 <sup>ns</sup>	1.99 <sup>***</sup>
Zinder	1.14 <sup>ns</sup>	2.48 <sup>***</sup>	2.33 <sup>***</sup>	1.8 <sup>**</sup>	2.51 <sup>***</sup>	2.71 <sup>***</sup>
Niamey	Modalité de référence					
<b>Niveau de vie du ménage des parents</b>						
Très Pauvre	Modalité de référence					
Pauvre	0.96 <sup>ns</sup>	0.80 <sup>*</sup>	0.90 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>*</sup>	1.26 <sup>**</sup>	1.00 <sup>ns</sup>
Moyen	0.95 <sup>ns</sup>	0.92 <sup>ns</sup>	0.96 <sup>ns</sup>	0.78 <sup>ns</sup>	0.83 <sup>ns</sup>	0.83 <sup>ns</sup>
Riche	0.72 <sup>ns</sup>	1.04 <sup>ns</sup>	0.98 <sup>ns</sup>	0.83 <sup>ns</sup>	1.04 <sup>ns</sup>	0.98 <sup>ns</sup>
Très Riche	0.66 <sup>ns</sup>	0.75 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>***</sup>	0.58 <sup>***</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	0.73 <sup>**</sup>
<b>Niveau d'instruction des mères</b>						
Sans niveau	Modalité de Référence					

<sup>2</sup> Cet indice donne une mesure de la masse du corps en relation avec la taille. Il est considéré comme un bon reflet de la situation nutritionnelle actuelle (au moment de l'enquête). Il est donc influencé par la période de la collecte des données. Cet indice permet d'estimer l'émaciation généralement associée à une perte de poids récente ou progressive.

<sup>3</sup> La mesure de la taille pour âge, est un indice de malnutrition chronique, en ce sens qu'il mesure les effets à long terme de la malnutrition et ne varie que très peu en fonction de la saison et de la collecte des données. Une taille trop petite pour un âge donné, est la manifestation d'un retard de croissance ou d'un rabougrissement.

<sup>4</sup> C'est un indice qui reflète à la fois et sans les différencier, les deux formes précédentes de la malnutrition, chronique et aiguë. C'est donc un indice combiné : un poids trop petit pour un âge donné est la manifestation d'une insuffisance pondérale chez les enfants.

Primaire	1.10 <sup>ns</sup>	0.98 <sup>ns</sup>	0.90 <sup>ns</sup>	0.90 <sup>ns</sup>	1.01 <sup>ns</sup>	0.93 <sup>ns</sup>
Secondaire et plus	0.85 <sup>ns</sup>	0.51 <sup>***</sup>	0.36 <sup>***</sup>	1.25 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>***</sup>	0.68 <sup>**</sup>
Chi2	15.40	183.69	161.81	115.97	201.39	184.65
NB : *** = P<0,001 ; ** = <0,05 ; * = <0,1						

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de l'EDS-2006 et de l'EDS-2012 (DHS)

**Tableau 2 :** Odds de mortalité infanto-juvénile au Niger 2006 et 2012

Ce tableau donne les odds de survenance de la mortalité infanto-juvénile au Niger des deux enquêtes 2006 et 2012 au Niger.

Quotient de mortalité infanto-juvénile pour 1000 (5q0)	Odds	
	2006	2012
	198 (INS, 2006)	127 (INS, 2012)
<b>Milieu de résidence des parents</b>		
Urbain	0,65 <sup>**</sup>	0,50 <sup>***</sup>
Rural	Modalité de référence	
<b>Région de résidence des parents</b>		
Agadez	0,62 <sup>**</sup>	0,45 <sup>**</sup>
Diffa	0,42 <sup>***</sup>	0,23 <sup>***</sup>
Dosso	0,92 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
Maradi	0,95 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>
Tahoua	0,90 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>*</sup>
Tillabéry	0,73 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>
Zinder	1,16 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
Niamey	Modalité de référence	
<b>Niveau de vie du ménage des parents</b>		
Très Pauvre	Modalité de référence	
Pauvre	1,01 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>**</sup>
Moyen	1,04 <sup>ns</sup>	1,93 <sup>ns</sup>
Riche	1,250 <sup>*</sup>	1,29 <sup>**</sup>
Très Riche	0,94 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>
<b>Niveau d'instruction des mères</b>		
Sans niveau	Modalité de Référence	
Primaire	0,98 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>
Secondaire et plus	0,62 <sup>*</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
Chi2	77,66	125,35
NB : *** = P<0,01 ; ** = P<0,05 ; * = P<0,1		

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de l'EDS-2006 et de l'EDS-2012 (DHS)

## **Discussion**

### **Milieu de résidence des parents**

Il existe des disparités importantes d'exposition à la malnutrition chronique et à la mortalité infanto-juvénile au Niger en 2006 comme en 2012 ( $P < 0,01$ ) en faveur des enfants de parents résidant en milieu urbain. Les disparités de malnutrition chronique en faveur des enfants urbains sont dues à la nature de l'indicateur. En effet, le retard de croissance mesure les effets à long terme de la malnutrition et ne varie que très peu en fonction de la saison et de la collecte des données. Par conséquent, les enfants urbains disposent des infrastructures sociales et sanitaires pour le rattrapage nutritionnel, surtout l'émaciation marquée par les périodes de difficultés alimentaires et économiques. D'ailleurs, les inégalités devant la mort en faveur des enfants urbains confirment, dans une certaine mesure, le rôle des infrastructures sociales et sanitaires dans les centres urbains.

Concernant les mécanismes d'action de l'impact du milieu de résidence des parents sur la santé des enfants, le milieu de résidence des parents joue un rôle pilier, que ce soit sur le risque de malnutrition chronique – le retard de croissance – ou de mortalité des enfants au Niger. C'est ainsi que par l'influence des disparités d'accès aux services sociaux de base au Niger (notamment les services de santé) et aux denrées alimentaires, le milieu de résidence des parents devient prépondérant dans les inégalités de santé des enfants au Niger. Dès lors, résider en milieu rural nigérien est, de facto et indéniablement, un facteur de discrimination pour la santé des enfants. Toutefois, les conditions socio-économiques favorables des parents atténuent le rôle des disparités géographiques – notamment l'inégal répartition des services sociaux de base au Niger entre le monde rural et les grandes villes – sur les inégalités de santé des enfants. Et cela est rendu possible par les facilités d'accès aux denrées alimentaires et aux services de santé que permettent les conditions socio-économiques favorables de certains parents en milieu rural. Les inégalités devant la santé des enfants au Niger s'expliquent, ainsi en grande partie, par l'accès différentiel aux services de santé et aux denrées alimentaires entre le milieu urbain et le milieu rural. Dans une étude sur le Burkina Faso et Nigéria sur les inégalités sociales de mortalité, Tabutin et al. (2017) trouvent que, pour l'état nutritionnel des enfants, les progrès sont évidents dans toutes les couches de la population mais l'insuffisance pondérale des enfants reste liée au milieu d'habitat – il est, ainsi, de 2 à 3 fois plus élevé dans les campagnes que dans les grandes villes. Ainsi, face aux fortes disparités socio-économiques – par exemple : les denrées alimentaires et les possibilités de ressources alternatives en milieu urbain – et de disponibilité des

services de santé entre milieu urbain et rural, la position socioéconomique des parents se dilue, et son influence sur la santé des enfants (mortalité et malnutrition) se trouve reléguer au second plan. De ce fait, le facteur major d'inégalités de santé devient le milieu de résidence des parents, qui réduit les inégalités socio-économiques des parents à l'intérieur des milieux de résidence de celui-ci. C'est ainsi, dans ce sens, que Ibrahim (2011) trouve que le recours aux soins prénatals – qui sont fortement corrélés à l'insuffisance pondérale – au Niger est, en grande partie, déterminé par la disponibilité des services de santé, donc des infrastructures sociales du milieu de résidence des parents, surtout des mères, au Niger. Par conséquent, il est constaté une surmortalité infanto-juvénile en milieu rural (Abdou, 2017).

Mais, le contraste de disparité d'émaciation – qui reflète la situation nutritionnelle des enfants au moment de la collecte des données –, en 2006 comme en 2012, entre les enfants de parents résidant en milieu urbain et rural, nous permet de mettre une réserve sur le rôle de la disponibilité des ressources alimentaires en milieu urbain. Aussi d'une part, il ne faudra pas perdre de vue la structure des villes nigériennes, où à part les capitales régionales beaucoup s'assimilent à de gros villages. Ces villes moyennes, en dehors des infrastructures de santé, vivent majoritairement de l'agriculture, comme en milieu rural, et du petit commerce. Raison pour laquelle, Dackam et al. (1993) appelaient à distinguer les grands centres urbains des villes moyennes (qui sont souvent décrétées) dans l'étude de la santé des enfants en Afrique. Car, au Sud du Sahara, les villes sont diverses et multiformes. D'autre part, il n'est pas rare de voir les populations de ces villes moyennes comme grandes villes garder les mêmes habitudes alimentaires que les populations rurales. Sans oublier encore, la paupérisation des centres urbains nigériens liée à l'exode rural vers ces villes. Aussi, il est fréquent de voir, dans ces villes, les populations vivre exactement dans les conditions rurales en milieu urbain car ces populations, tout en étant en ville, subissent une extrême pauvreté matérielle jusqu'à converser la case comme habitat.

### **Région de résidence des parents**

Pour la période de référence de l'EDS-2006 les inégalités régionales de malnutrition en défaveur de Diffa/Maradi/Tahoua/Zinder étaient dues uniquement à la malnutrition chronique et à l'insuffisance pondérale des enfants. Mais pour la période 2008-2012, toutes choses égales par ailleurs, les enfants de parents résidant dans ces régions présentaient encore plus de risques pour toutes les formes de malnutrition. Pour toutes les formes de malnutrition les enfants de parents résidant dans la région de Diffa sont les plus discriminés par rapport à ceux de parents résidant dans toute autre région du Niger, en plus, leur fardeau nutritionnel se double voire se triple sur la période 2008-2012. A l'opposé, que ce soit en 2006 ou en 2012, les enfants de parents

résidant dans les régions de Niamey/Agadez/Dosso/Tillabéry sont les moins exposés à la malnutrition, toutes choses égales par ailleurs. A noter que, les enfants de parents résidant dans les régions de Niamey ou d'Agadez se démarquent en termes de meilleur état nutritionnel à toutes les périodes et pour tous les indicateurs de malnutrition des autres enfants de toute région de résidence, à l'opposé se trouvent les enfants de parents résidant dans la région de Diffa.

Quant à la mortalité infanto-juvénile, elle varie selon la région de résidence des parents ( $P < 0,01$ ). Pour toutes les périodes de référence de l'EDS-2006 et de l'EDS-2012, il existe des disparités régionales importantes de mortalité des enfants. De ce fait, comparativement aux enfants de parents résidant dans les régions Dosso/Maradi/Tahoua/Tillabéry/Zinder, les enfants de parents résidant dans les régions d'Agadez/Diffa sont respectivement, d'une part en 2006 : 48% ( $P < 0,05$ ) et 58% ( $P < 0,01$ ) moins exposés à la mortalité. Et d'autre part en 2012, les enfants de ces régions sont : 55% ( $P < 0,05$ ) et 77% ( $P < 0,01$ ) moins exposés à la mortalité infanto-juvénile. Dans une analyse des déterminants de la mortalité au Niger Daouda (2012) trouvent des résultats similaires. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, les enfants de parents résidant dans les régions d'Agadez et de Diffa sont largement les moins exposés aux risques de décéder. En plus, contrairement aux résultats des indicateurs de malnutrition au Niger sur les deux périodes 2000-2006 et 2008-2012, les disparités de mortalité infanto-juvénile sont en faveur des enfants de parents résidant dans la région de Diffa et ceux de parents Niamey et d'Agadez dans une moindre mesure. Toutefois, comme la tendance à l'augmentation des inégalités régionales de malnutrition des enfants entre 2006 et 2012, les disparités régionales de mortalité infanto-juvénile se sont creusées entre 2006 et 2012 ; ainsi, les baisses de mortalité infanto-juvénile observées (INS, 1998 ; INS, 2006 ; INS, 2012) loin d'être uniformes parmi les régions se sont aggravés pour certaines régions en 2012.

De ces résultats ci-dessus, il ressort que les enfants de parents résidant dans les régions de Niamey et d'Agadez bénéficient, globalement, de meilleurs indicateurs de santé que ceux de parents résidant toute autre région du Niger – Diffa/Maradi/Tahoua/Zinder pour l'état nutritionnel et Maradi/Tahoua/Zinder pour la mortalité. De ce fait, des pistes de réponses peuvent être avancées qui feraient que les enfants de ces deux régions sont moins exposés à la malnutrition et à la mortalité comparativement aux enfants de toute autre région du Niger, quoique l'urbanisation ne semble pas conférer un avantage significatif aux enfants citadins pour la mortalité.

Les écarts de mortalité et de malnutrition des enfants au Niger, comme au Burkina Faso et au Nigéria, varient en fonction du type d'habitat, du rythme de l'urbanisation, des caractéristiques socioéconomiques respectives des deux milieux (éducation, niveau de vie, services de santé...) ainsi que des politiques

sanitaires (Tabutin et al., (2017). Aussi, l'accès à une eau de qualité et à une infrastructure routière facilite les déplacements des populations, réduit de ce fait le coût de l'écoulement de la production des zones agricoles et améliore le revenu et le bien-être des familles, qui peut se traduire en une meilleure prise en charge des enfants (Mbaye, 2014). Par conséquent, l'inégale répartition des services sociaux de base entre les villes et la campagne, et les régions au Niger, ce qui expliquent largement ces disparités de malnutrition et de mortalité entre les enfants de parents des régions de Niamey et d'Agadez et les autres régions du Niger. Ainsi, en Côte d'Ivoire, Tano et al. (2014) trouvaient que les enfants de milieu urbanisé souffraient moins d'infections respiratoires, de fièvre ou de retard de croissance que ceux de milieu rural. En effet, ce sont dans ces deux régions où la couverture vaccinale est la plus élevée au Niger INS (2012). Car l'urbanisation rapide devrait conduire à une accélération de la transition sanitaire. De ce fait, des variables influençant la santé (état nutritionnel et mortalité) des enfants au Niger, la région de résidence des parents revêt la plus grande importance.

Dans une étude sur l'impact des infrastructures sociales sur l'état nutritionnel des enfants au Sénégal, Mbaye (2014) donne la confirmation des hypothèses avancées ci-dessus. Ces hypothèses expliquent les rôles des inégalités géographiques sur la santé différentielle des enfants au Niger. Par conséquent, les inégalités de santé entre les enfants des régions de Niamey et d'Agadez et ceux de toute autre région du Niger s'expliquent par les disparités socioéconomiques entre les régions et trouvent leur fondement au niveau du contexte régional.

### **Niveau de vie du ménage**

Dans le même sens que nos résultats, Tabutin et Masquelier (2017) trouvent qu'au Burkina Faso, les écarts de mortalité sont relativement faibles entre les ménages très pauvres, pauvres et moyennement favorisés. Une véritable sous-mortalité n'apparaît que parmi les élites les plus riches. Mais, Daouda (2012) impute la liaison contrastée entre le train de vie des ménages et la mortalité infanto-juvénile au Niger à la méthode de calcul de la variable niveau de vie des ménages qui dépend arbitrairement des informations disponibles (biens durables et caractéristiques du logement) pour son calcul. Quelques éléments contextuels tendent à expliquer l'absence d'un effet conséquent des disparités économiques sur les inégalités devant la santé des enfants au Niger. Ainsi, le Niger, au niveau macro-économique, fait partie des pays les moins inégalitaires au monde, avec un coefficient de Gini ( $<0,39$ ) très faible, (PNUD, 2017). Cette relative égalité au niveau macro-économique, d'une part, peut expliquer l'absence d'un impact différentiel du train de vie des ménages sur la santé des enfants au Niger. Mais, il est nécessaire d'aller au-delà, pour voir ce qu'il en est au niveau micro-économique, où d'autre part

déjà en 1987 à Maradi, Raynaut trouvait qu'il n'existait aucune liaison entre le statut nutritionnel des enfants et le train de vie des ménages, tout comme le rapport de mortalité n'évolue pas en fonction de l'accroissement du niveau de vie. Car, constata-t-il, que d'un ménage riche à un ménage pauvre, il y a une grande uniformité des habitudes alimentaires qui ne varient guère, de même que les comportements éducatifs et les soins apportés aux jeunes enfants – sevrage, soins corporels – (Raynaut, 1987). En plus, c'est en Afrique contrairement aux autres pays du Sud que les écarts de mortalité sont les plus faibles entre les groupes les plus pauvres et les plus riches (Tabutin et Masquelier, 2017).

Pour le cas spécifique des inégalités sociales devant la mortalité infanto-juvénile, les politiques de gratuité de soins de santé en faveur des enfants de moins de cinq ans – qui ont été mises en place depuis 2006 – ne sont pas étrangères aux réductions drastiques des inégalités devant la mort au Niger. De ce fait, il est possible que les politiques de gratuité de soins de santé aient permis d'amenuiser l'impact des inégalités socioéconomiques des parents sur la mortalité différentielle des enfants de moins de cinq ans au Niger. Car, d'après l'enquête sur la gratuité des soins de santé, une forte proportion des populations connaît les services de soins gratuits pour les enfants de moins de cinq ans et elles y font recours pour ces derniers (INS, 2015). En effet, selon INS (2015), 96% des bénéficiaires ont déclaré que les centres de santé constituent leur premier recours en cas de problème de santé depuis l'introduction de la gratuité des soins chez les femmes et les enfants de moins de cinq ans au Niger. De surcroît, dans 92% des cas c'est la mère l'accompagnatrice de l'enfant, d'où l'importance du pouvoir de décision des mères en matière de soins de santé.

Cependant, les politiques de gratuité des soins de santé n'ont pas eu les mêmes effets sur l'état nutritionnel des enfants de moins de cinq ans, précisément pour atténuer le rôle des inégalités socioéconomiques des parents. Car, les soins de santé interviennent en dernier recours, surtout comme moyen de réparation ou de rétablissement des enfants malnutris. Ainsi, le manque d'effet de ces politiques sur l'état nutritionnel différentiel des enfants est lié au caractère privé de la nutrition, qui reste, malgré tout, une question strictement intime aux conditions socioéconomiques des ménages comme rappeler ci-dessus, en particulier celles des mères. Mais de surcroît, Oliver de Sardan (2007) estime que le régime alimentaire « normal » au Niger est déjà un « facteur de risque » pour une malnutrition. En effet la malnutrition reste élever même chez les enfants de ménages riches – qui touche toutes les couches sociales. De ce fait, les familles vulnérables – défavorisées – sont encore plus gravement frappées par les crises alimentaires qui sévissent régulièrement au sahel (Tano et al., 2010).

Néanmoins, des disparités importantes demeurent au sein du pays, entre les ménages les plus riches et les plus pauvres où les derniers manquent de tout – notamment les moyens de subsistance, l'accès à l'eau potable et l'accès aux services sociaux de base.

### **Niveau d'instruction de la mère**

L'impact des différences de niveau d'instruction des mères est plus marqué sur les inégalités devant l'alimentation des enfants au Niger et reste limiter sur les inégalités de mortalité infanto-juvénile en 2006 voire inexistant en 2012. De plus, il faut un certain niveau d'instruction des mères pour avoir un impact positif sur l'état nutritionnel des enfants, au moins le secondaire. Cela est rendu possible car les mères instruites peuvent accéder facilement aux marchés des biens alimentaires et aux compléments alimentaires pour leurs enfants, par l'entremise d'une activité rémunérée grâce à leur instruction qui accroît leurs ressources (Akoto, 1990). Aussi, Harouna (1998) estime que l'instruction des mères facilite la communication avec les personnels des services de santé, en plus. Par conséquent, ces mères instruites recourent plus au service de santé pour leurs enfants. De ce fait, elles sont mieux informées sur les pratiques alimentaires adéquates pour leurs enfants.

Les inégalités d'instruction des mères interviennent, surtout, sur l'état nutritionnel différentiel des enfants car, par les variations socioéconomiques, l'alimentation joue un rôle médiateur majeur dans les inégalités sociales de santé (Castetbon, 2014). Aussi, l'état nutritionnel est partout positivement associé au niveau d'instruction des mères (Tabutin et Masquelier, 2017). Une piste d'explication est que l'alimentation des enfants, en fonction de la disponibilité des denrées alimentaires, dépend exclusivement des capacités économiques et financières des ménages et en particulier des mères pour y accéder ainsi que des habitudes alimentaires socialement et culturellement construites. La malnutrition différentielle reflète ainsi les inégalités socioéconomiques des ménages plus que autres choses car les personnes (et les mères en particulier) précaires et pauvres ont une accessibilité financière à l'alimentation très réduite et les consommations des groupes d'aliments considérés comme favorables à la santé sont très faibles dans ces populations (Castetbon, 2014). En 2005, Cornia et Deotti (2014) confirmait déjà l'hypothèse d'une relation entre hausse rapide des prix des biens alimentaires et malnutrition des enfants au Niger. C'est ainsi que les variations du prix du mil enregistrées au Niger entre avril et septembre 2005 ont eu un impact sur la malnutrition infantile. L'absence d'un effet différentiel du niveau d'instruction des mères sur la mortalité conforte cette hypothèse car les politiques de gratuité des soins de santé en réduisant les difficultés financières d'accès aux soins aux couches sociales les plus vulnérables ont réduit, de ce fait, le rôle du niveau d'instruction des mères sur la mortalité des enfants.

## Conclusion

Il ressort de ce travail que le contexte de résidence – milieu de résidence et région de résidence –, le niveau de vie des ménages et le niveau d’instruction des mères sont déterminants pour la santé des enfants au Niger. Toutefois, certains de ces facteurs agissent à la fois sur l’état nutritionnel et la mortalité générale des enfants et d’autres interviennent soit sur l’état nutritionnel, soit la mortalité générale des enfants. L’impact des inégalités géographiques et socioéconomiques des parents, et en particulier des mères s’exerce sur la santé des enfants au Niger comme suit :

En premier lieu et indirectement, les disparités géographiques jouent sur les inégalités de disponibilité des ressources alimentaires (ou vivrières) et les inégalités d’accès aux services sociaux de base, en particulier les services de santé pour impacter les inégalités devant la santé des enfants au Niger. En plus, les inégalités d’accès aux services sociaux de base agissent aussi sur les inégalités socioéconomiques des parents. Car les indicateurs socioéconomiques ou démographiques des ménages ou des individus dépendent, fortement, des indicateurs socioéconomiques ou démographiques collectifs. Par conséquent, il est constaté de fortes disparités géographiques devant la santé des enfants au Niger. De ce fait, il y a un double fardeau d’un contexte géographique défavorable (milieu rural et toute région de résidence en dehors de Niamey et Agadez) sur les inégalités devant la santé des enfants, qui joue à la fois sur la capacité<sup>5</sup> des parents et la capacité<sup>6</sup> des parents, surtout celles des mères. Ainsi, il existe d’importantes disparités d’état nutritionnel des enfants selon que les parents résident dans en milieu rural et/ou dans les régions de Diffa/Maradi/Tahoua/Zinder. En plus, les enfants des zones rurales sont plus exposés à la mortalité. Il en est de même pour les enfants de parents résidant dans les régions de Dosso/Maradi/Tahoua/Tillabéry/Zinder. Par conséquent, les enfants à risques pour la malnutrition sont de parents résidant en zones rurales dans les régions de Diffa//Maradi/Tahoua/Zinder et ceux à risques pour la mortalité sont de parents résidant en zones rurales dans les régions de Dosso/Maradi/Tahoua/Tillabéry/Zinder. C’est là l’impact des inégalités structurelles, liées aux politiques de santé, sur les inégalités devant la santé des enfants au Niger. Donc, toute politique d’amélioration du bien-être des enfants au Niger devra mettre l’accès en priorité sur ces enfants à risques.

Néanmoins, en deuxième lieu, les disparités géographiques des parents n’agissent pas directement sur la santé des enfants mais, par l’intermédiaire

---

<sup>5</sup> Du fait d’un déficit des services sociaux de base dans un tel contexte géographique, les parents sont peu instruits ; vivent de l’agriculture et de l’élevage soumis aux aléas climatiques et ils ont un fort ancrage culturel.

<sup>6</sup> Disponibilité des services sociaux de base limitée (école, route, services de santé...) et l’extrême pauvreté de la grande partie des populations en milieu rural nigérien.

des disparités socioéconomiques des parents. C'est ainsi que les enfants de parents disposant de meilleures caractéristiques socioéconomiques ont un meilleur état nutritionnel. Et cela est rendu possible, par le truchement d'un meilleur accès aux denrées alimentaires et de meilleures pratiques alimentaires par rapport aux enfants de parents de caractéristiques socioéconomiques défavorables. C'est ainsi que les enfants de parents résidant dans les régions de Diffa/Maradi/Tahoua/Zinder se trouvent les plus exposés à la malnutrition car ces régions décèlent les plus grands taux de pauvreté (Daouda, 2012), toutes choses à égales par ailleurs. La crise sécuritaire dans la région de Diffa a contribué énormément à la dégradation de l'état nutritionnel des enfants de cette région. Du fait qu'en moyenne pour les trois indicateurs de malnutrition, les risques d'exposition à la malnutrition sont passées de 1,79 fois plus à 5,11 fois plus. Toutefois, les politiques de gratuité des soins de santé au Niger en faveur des enfants de moins de cinq ans ont permis de réduire l'impact des disparités socioéconomiques des parents sur la mortalité différentielle des enfants.

Tout ceci montre la complexité des mécanismes de l'action des disparités socioéconomique des parents sur la santé des enfants au Niger. En plus, au Niger l'accès aux soins de santé de qualité pour la majorité des Nigériens reste un défi. Si accès y est, il est souvent inégalitaire au sein des groupes sociaux à l'intérieur du pays. Ainsi, il se dégage, au Niger, le constat selon lequel l'état de santé des enfants dépend de l'existence et de la qualité des « biens sociaux » qui sont étroitement liés au contexte de résidence des parents tels que les services de santé, les denrées alimentaires et le système éducatif, et donc des régimes sociopolitiques. Ensuite, la santé des enfants dépend des facteurs socioéconomiques des ménages – l'instruction des mères et les biens sociaux du ménage –, et en particulier des mères (Herjean, 2006). De ce fait, les études sur les inégalités sociales de santé, et particulièrement celle des enfants, constituent en effet un défi et un enjeu majeur, notamment pour les politiques et programmes destinés à l'amélioration du bien-être des enfants et de la survie des enfants (Feachem, 2000). Car, le mécanisme d'action de la position sociale des parents, surtout de la mère, sur la santé des enfants est complexe et l'enfant n'en est pas l'auteur principal (Masuy-Stroobant, 1987).

L'une des limites de notre étude est l'ancienneté des données utilisées.

### References:

1. Akoto E. (1990). Christianisme et inégalités en matière de mortalité des enfants en Afrique noire. *Population (French Edition)*, Vol. 45, No. 6 (Nov. - Décembre., 1990), pp. 971-992.
2. BANZA B. (1993). Etudes de quelques déterminants des comportements de santé des enfants au Burkina Faso : Cas du Bobo

- Dioulasso, IRD, Santé des mères et de l'enfant. Exemples africains, Colloques et Séminaires, PP. 61-79.
3. BOSSUYT N. et VAN OYEN H. (2001). Rapport de Santé : Différences socioéconomiques en Santé. Institut Scientifique de la Santé Publique, Service d'Epidémiologie IPH/EPI REPORTS N° 2001 - 013 novembre 2001, Bruxelles, 15p.
  4. CLAUDE R. (1987). Cette communication traite d'un aspect particulier du Programme de Recherche : Croissance urbaine et Santé à Maradi (Niger). Mené conjointement par l'ORSTOM, le CNRS et l'Université de Bordeaux II - en association avec le ministère de la Santé et des Affaires sociales du Niger ainsi qu'avec l'Université de Niamey, PP. 477-503.
  5. DACKAM R., GUBRY P. et NGWE E. (1993). Les inégalités géographiques de la mortalité au Cameroun. Sociales sciences, vol.36, numéro 10, PP. 1285-1290.
  6. GERVAIS B. (2003). Entre tradition et modernité : fondements sociaux de la prise en charge de la grossesse et de l'accouchement au Cameroun. Col Harmattan, éd Académia-Bruylant, 298p.
  7. GIOVANNI ANDREA C. et LAURA D. (2014). Prix du mil, politique publique et malnutrition des enfants : le cas du Niger en 2005. Revue d'économie du développement, 2014/1 Vol. 22, PP. 5-36.
  8. GODELIEVE M. S. (1987). Les explications en Sciences sociales. La recherche des causes en démographie : Les explications des différences sociales en matière de mortalité infantile. Institut de Démographie, Université Catholique de Louvain, PP. 22-50, CHAIRE QUATELET, 475p.
  9. GUILLEMETTE A. (2017). Les inégalités sociales de santé dans Lanaudière : Statut socioéconomique et recours aux services de santé. Joliette, Centre intégré de santé et de services sociaux de Lanaudière, Direction de santé publique, Service de surveillance, recherche et évaluation, mars 2017, PP. 1-40.
  10. INS (2006). Troisième Enquête Démographique et de Santé à Indicateurs Multiples (EDSN-MICS III). Niamey, 465p.
  11. INS (2012). Quatrième Enquête Démographique et de Santé à Indicateurs Multiples (EDSN-MICS IV). Niamey, 458p.
  12. INS (2015). Etude sur la gratuité des soins de santé au Niger. Niamey, 97p.
  13. JAEN-PIERRE O. de S. (2007). Crise alimentaire et malnutrition infantile au Niger : le bilan de la « famine » de 2005. Presses de Sciences Po, « Critique internationale », numéro 37, PP.37-49.
  14. JEAN-CHRISTOPHE F. (2004). Malnutrition et morbidité chez les enfants en Afrique : Concentration et inégalités socioéconomiques

- familiales et communautaires. Thèse de Doctorat en Démographie, Université de Montréal, 164p. +annexes.
15. KATIA C. (2014). Maladies chroniques, Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique : facteurs sociaux, culturels, économiques et inégalités sociales en matière de nutrition. In VS, Unité de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle USEN, Bobigny, PP. 131-187, Les éditions Inserm, 2014, 101 rue de Tolbiac, 75013 Paris, 731p.
  16. MAAZOU I. (2011). Facteurs explicatifs du recours aux soins prénatals au Niger. Mémoire de Master Professionnel en Démographie, Université de Yaoundé II SOA, IFORD, 93p.+annexes.
  17. MAGALI B. (1991). Les déterminants de la mortalité des enfants dans le Tiers-monde. PP. 22-30, CEPED, les dossiers du CEPED numéro 18, Paris, 40p.
  18. MAGLOIRE S. (2020). Document Pédagogique d'Economie et Population II. IFORD, Yaoundé.
  19. ODILE A., ISSAKA T., YAO E. K., PHILIPPE D., N'CHO S. D., KOUAME K., ALIMATA J. D.S., MICHELE D. (2010). Malnutrition chronique chez les enfants de moins de 5 ans au Nord de la Côte d'Ivoire. S.F.S.P, Santé Publique, Vol.22, PP. 213-220.
  20. OMS (2008). Commission des déterminants sociaux de la santé : Comblent le fossé en une génération. Résumé analytique du rapport final, Genève, 40p.
  21. OMS (2014). Plan d'application exhaustif concernant la nutrition chez la mère, le nourrisson et le jeune enfant. Genève, 22p.
  22. PATRICIA R. (2004). Le statut de la femme, prise de décision et santé des enfants. Thèse de Doctorat en Démographie, Université de Yaoundé II SOA, IFORD, 348p. +annexes.
  23. PATRICK H. (2006). L'approche multiniveau de la santé. Cahiers de Géographie du Québec, Volume 50, Numéro 141, décembre 2006, P.347-355, Diffusion numérique mars 2007 sur erudit, consulter le 23/03/2020.
  24. PNUD (2017). Rapport sur les Inégalités de revenus en Afrique subsaharienne Tendances divergentes, déterminants et conséquences. Ouvrage publié sous la direction de Ayodele Odusola, Giovanni Andrea Cornia, Haroon Borhat et Pedro Conceição, Aperçu général.
  25. RABE Malam A. (2017). Influence des caractéristiques contextuelles, économiques et sociodémographiques des mères et de l'enfant sur la mortalité infanto-juvénile selon le sexe au Niger », mémoire de Master Professionnel en Démographie, Université de Yaoundé II SOA, IFORD, 132p.

26. RICHARD G. A. F. (2000), « Systèmes de santé : des données nouvelles alimentent le débat », Editorial, Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé, Recueil d'articles numéro 3.
27. SIAKA C. et CLAUDINE S. (2018). Inégalités géographiques de recours aux soins de santé maternelle au Mali : rôles respectifs des caractéristiques individuelles, familiales et communautaires. African Population studies vol.32, numéro 3, Décembre 2018, PP. 4469-4485.
28. SOUMANA H. (1998). Incidence du comportement des mères en matière de soins de préventifs sur la mortalité des enfants au Niger. IFORD, Les cahiers de l'IFORD, numéro 22, Yaoundé, 123 p.
29. TABUTIN D. et MASQUELIER B. (2017). Tendances et Inégalités de mortalité de 1990 A 2015 dans les pays à revenu faible et intermédiaire. INED, « Population » Vol.72, numéro 2, PP. 227-307.
30. TANANG T. P. (2009). Facteurs explicatifs de la malnutrition des enfants de moins de cinq au Cameroun. Mémoire de Master Professionnel en Démographie, Université de Yaoundé II SOA, IFORD, 156p. +annexes.
31. THIBAUT de S. P. (2013). Les inégalités sociales de santé commencent dès le plus jeune âge. Le magazine la santé en action de l'INPES, numéro 426, PP. 18-22.
32. THIERRY E. et al (2018). Les inégalités sociales et spatiales de mortalité en Belgique : 1991-2016. Journal Openedition, Consulter le 14/03/2020.
33. THIERY L. (2014). Maladies chroniques, Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique : Maladies chroniques, pratiques de soins et facteurs socioéconomiques. U 558, Toulouse, PP. 3-27, Les éditions Inserm, 2014, 101 rue de Tolbiac, 75013 Paris, 731p.
34. YOUNOUSSI Z. (1997). Les déterminants sociodémographiques et contextuels de la mortalité des enfants au Niger. Thèse de Doctorat en Démographie, Université de Montréal, 360p.
35. YOUSOUFOU H. D. (2012). Les déterminants de la mortalité infantile et infanto-juvénile et la pauvreté au Niger. Revue d'Economie Théorique et Appliquée, Vol.2, numéro 1, PP. 24-47.

## **Impacts de l’envahissement de *Sida cordifolia* L. sur la diversité herbacée d’un parcours pastoral sahélien : la vallée du Goulbi N’Kaba de Mayahi au Niger**

*Abdou Laouali,*

*Sani Tari Abdoul Razak*

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

*Moutari Achirou*

Geography Department, Bayero University, Kano, Nigeria

Mahamane Ali

Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques,

Département de Biologie, Laboratoire Garba Mounkaila, Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p319](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p319)

Submitted: 26 August 2021

Accepted: 27 February 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Laouali A., Abdoul Razak S.T., & Achirou M., (2022). *Impacts de l’envahissement de Sida cordifolia L. sur la diversité herbacée d’un parcours pastoral sahélien : la vallée du Goulbi N’Kaba de Mayahi au Niger* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 319.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p319>

### **Résumé**

L’espèce végétale *Sida cordifolia* pose de sérieux problèmes pour les systèmes d’élevage. Son développement réduit particulièrement, la disponibilité du fourrage dans les aires de pâture en voie de dégradation et les couloirs de passage. Cette étude a pour but d’évaluer les impacts de développement de l’espèce sur la diversité des plantes herbacées autour de la vallée de Goulbi N’Kaba de Mayahi. Des relevés phytosociologiques ont été effectués dans quatre (4) communes à travers la méthode des points quadrats, sur des sites soumis et non soumis à la lutte physique contre cette plante envahissante. Elle se révèle la plus compétitive vis-à-vis des autres herbes dans les sites non soumis à la lutte, avec une contribution spécifique de 35,43%. La méthode de lutte physique utilisée s’avère rentable en réduisant le recouvrement de *S. cordifolia* de 35,43% à 4,71%. La diversité est faible dans les sites non soumis à la lutte contre *S. cordifolia* ( $H = 2,5$ ). Elle est moyenne dans les sites soumis à la lutte ( $H=3,1$ ). Les deux types de sites présentent peu d’espèces communes (JACCARD (Pj) = 40% soit 0,4). Cette étude a contribué à la connaissance des impacts de *S. cordifolia* sur la diversité herbacée de la zone concernée et contribuera sans doute à élaborer des stratégies de lutte

efficace contre cette herbe envahissante qui impacte négativement le développement des espèces fourragères.

---

**Mots clés :** Herbe envahissante, *Sida cordifolia*, diversité, Niger, zone sahélienne

## **Impacts of the invasion of *Sida cordifolia* L. on the herbaceous diversity of a Sahelian pastoral range: the Goulbi N’Kaba valley of Mayahi in Niger**

*Abdou Laouali,*

*Sani Tari Abdoul Razak*

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

*Moutari Achirou*

Geography Department, Bayero University, Kano, Nigeria

Mahamane Ali

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

---

### **Abstract**

The plant species *Sida cordifolia* poses serious problems for livestock systems. Its development particularly reduces the available fodder in the pasture areas in the path of degradation and the corridors of passage. The aim of this study is to assess the impacts of the development of the species on the diversity of herbaceous plants around the Goulbi N’Kaba valley of Mayahi. Phytosociological surveys were carried out in four (4) municipalities using the quadrat point method, on sites subject and not subject to the physical fight against this invasive plant. It is found to be the most competitive against other grasses in sites not subject to control, with a specific contribution of 35.43%.

The physical control method used was effective by reducing the recovery of *S. cordifolia* from 35.43% to 4.71%. Diversity is low in sites not subject to control of *S. cordifolia* ( $H = 2.5$ ). It is average in the sites subject to control ( $H=3.1$ ). The two types of sites have few common species (JACCARD  $(P_j) = 40\%$  or 0.4). This study has contributed to the knowledge of the impacts of *S. cordifolia* on the herbaceous diversity of the area concerned and will undoubtedly contribute to the development of effective control strategies against this invasive weed which negatively impacts the development of forage species.

---

**Keywords:** Invasive weed, *Sida cordifolia*, diversity, Niger, sahelian zone

## Introduction

Depuis le début des civilisations, les migrations humaines ont toujours pour corollaire l'introduction, volontaire ou fortuite d'espèces. La reproduction et l'expansion de certaines de ces espèces sur le territoire d'accueil peuvent engendrer de nombreux impacts, notamment sur le milieu naturel (UICN, 2015). En outre, il semble y avoir consensus, depuis de nombreuses années, dans la communauté scientifique au sujet du déclin de la biodiversité à travers le monde. En effet, le nombre d'individus d'une même espèce a, en moyenne, diminué de 30% entre 1970 et 2008 (WWF, 2012). Cette problématique a pour source plusieurs facteurs dont la menace due aux espèces exotiques envahissantes qui occupe la deuxième position après les menaces d'origine anthropique (Sébastien, 2014).

Au Niger, les impacts économiques et environnementaux des plantes invasives sont énormes et peuvent s'estimer à hauteur de milliards de dollars chaque année. D'où un regain d'intérêt suscité par ces plantes (Amani et Barmo, 2010). Les espèces exotiques envahissantes se développent préférentiellement sur des milieux perturbés, et notamment des friches industrielles ou des chantiers. Les entreprises, tout comme les particuliers ou les collectivités, sont donc concernées par cette problématique et doivent participer à l'effort de gestion (UICN, 2015). *Sida cordifolia* L., plante herbacée à sub-ligneuse, annuelle à pérenne, de la famille des Malvaceae. colonise au Niger les jachères, les aires de pâturage en voie de dégradation et les couloirs de passage dans les zones agricoles et agropastorales (Amani et Barmo, 2010 ; RECA, 2012). Cette herbe était présente autrefois dans la végétation naturelle du Niger avec une contribution spécifique faible (Saadou, 1990). Son aire d'extension correspondrait à une bande comprise entre les isohyètes 400 mm et 600 mm. Toutefois, l'espèce a été signalée au Sud de l'isohyète 600 mm et au Nord de l'isohyète 400 mm (Chaibou, 2000). Depuis une décennie, cette herbacée peu consommée à l'état vert, colonise les aires de pâture en voie de dégradation et également les couloirs de passage des animaux dans les zones agricoles et agropastorales (Amani et Barmo, 2010; RECA, 2012).

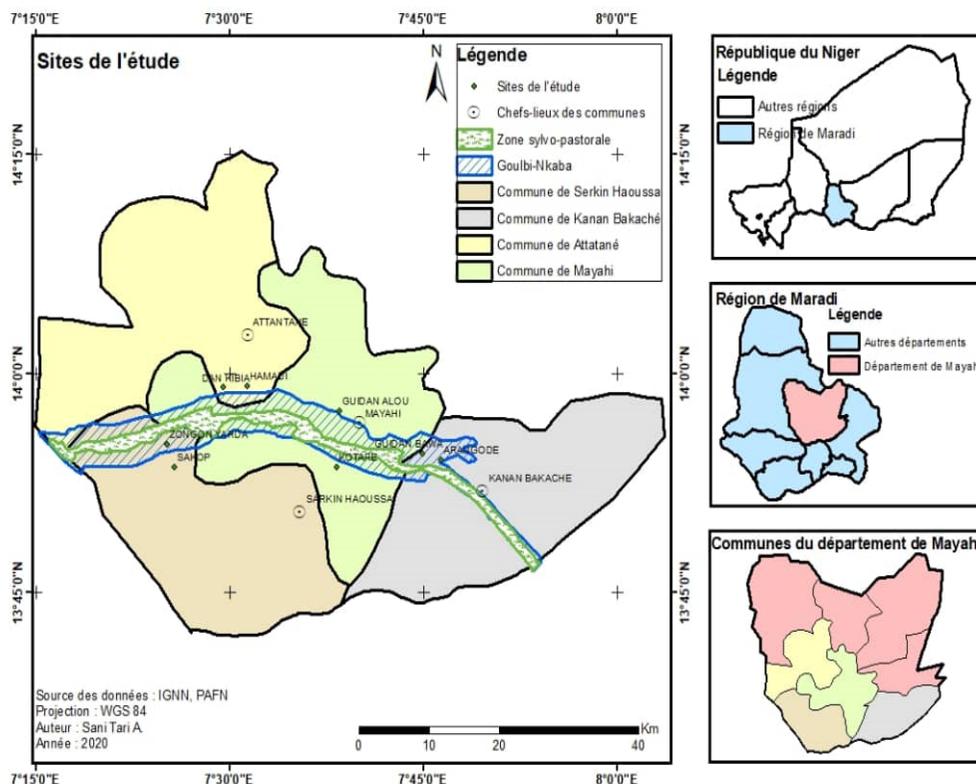
En effet, cette herbe invasive occupe des superficies importantes dans la majorité des terroirs du sud-ouest nigérien notamment ceux de Tientergou et Bangou (Say), où son recouvrement varie de 96 à 100% (Chaibou, 2000). C'est une plante qui présente d'intéressantes vertus médicinales et industrielles (Ankit et al., 2011 ; Navneet et al., 2016) mais qui pose des sérieux problèmes pour les systèmes d'élevage car son développement réduit la disponibilité du fourrage. Non seulement elle est peu consommée à l'état sec et très peu à l'état vert, elle réduit aussi la présence de certaines espèces herbacées fourragères (Amani et Barmo, 2010 ; RECA, 2012 ; Alhassane et al., 2020).

La vallée de Goulbi N’Kaba au Niger fait partie des zones envahies par cette espèce (Illo et al., 2018). L’objectif général de cette étude est d’évaluer l’impact de développement de *S. cordifolia* sur la diversité herbacée de la vallée de Goulbi N’Kaba au Niger.

## Matériel et méthodes

### Description de la zone d’étude

Cette étude a été réalisée au niveau de quatre (4) communes dans la vallée de Goulbi N’Kaba et s’est étendue sur une distance de 70 km dans le Département de Mayahi (région de Maradi) et une superficie d’environ 31500 hectares. Les communes concernées sont Attantané, Kanembakaché, Mayahi et Sherkin Haoussa (Figure 1), où l’élevage fait partie des activités socio-économiques dominantes des populations. Le Goulbi N’Kaba se subdivise en 2 zones (agricole et sylvopastorale) sur la base de l’occupation des sols. La partie sylvopastorale couvre 10536 hectares et la partie agricole en couvre 20933. Cette vallée est envahie par *S. cordifolia* depuis deux à trois décennies et a fait l’objet de lutte physique par endroits contre cette plante



**Figure 1** : Situation géographique du département de Mayahi et des sites concernés par l’étude (Sani, 2020)

L'environnement physique de la zone présente de légères discontinuités de terrains marquées de formations de dunes et des vallées moyennes sur toute l'étendue de la commune.

Le climat est de type sahélien marqué par deux (2) principales saisons : une saison de pluies qui dure 3 à 4 mois et une saison sèche longue allant d'octobre à mai. Les températures oscillent entre 15°C (décembre-janvier) et 42°C en fin de saison sèche chaude (Avril-mai). La pluviométrie varie entre 300 et 500 mm/an (CUM, 2019).

Trois (3) types de sols, présentant une faible teneur en humus du fait de la surexploitation, du manque d'apport de fertilisants, de l'érosion hydrique et éolienne, sont identifiés. Ce sont les sols compacts (Guéza) disséminés un peu partout, les sols sablonneux (Jigawa) occupant la majeure partie et les sols sablo-argileux (Fadama) situés dans les rives de Goulbi N'Kaba (CUM, 2019). La flore est principalement composée d'arbres majoritairement situés dans les parcs agro-forestiers, d'arbustes et d'un tapis herbacé.

Le seul massif forestier est situé dans la vallée du Goulbi.

Les principales espèces ligneuses dominantes sont : *Hyphaine thebaica* (L.) Mart. et les acacias tels que : *Faidherbia albida* (Delile) A. Chev., *Acacia senegal* (L.) Wild., *Acacia nilotica* (L.) Wild., *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne.. Elles sont suivies de *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst., *Guiera senegalensis* J.F.Gmel., *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk.) Decne., *Calotropis procera* Ait. Ait. f.

La végétation herbacée est composée d'espèces annuelles et est dominée par *Zornia glochidiata* Rich. ex DC., *Acanthospermum hispidum* DC., *Commelina benghalensis* L., *Cenchrus biflorus* Roxb., *Aristida mutabilis* Trin. et Rupr., *Alysicarpus ovalifolius* (Schum. et Thonn.) J. Léonard., *Eragrostis tremula* Hochst. ex Steud. et *Cyperus amabilis* Vahl. (PAFN, 2004).

Les activités socio-économiques dominantes, pratiquées par les populations sont l'agriculture, l'élevage, le commerce et l'artisanat.

### **Collecte des données**

Pour le relevé phytosociologique, la méthode des points quadrats alignés de Daget et Poissonet (1971) a été utilisée. Une ficelle (ou cordelette) de 10 m portant 50 points espacés de 20 cm a été tendue entre 2 piquets sur le tapis herbacé dans la vallée. Ainsi toutes les espèces végétales, en contact avec la tige de lecture, glissée verticalement et régulièrement à chaque point de la ficelle, sont notées sur la fiche des points quadrats. Ce relevé a été réalisé dans les 4 communes. Dans chaque commune, la cordelette est tendue 4 fois dans un site de la vallée non soumis à la lutte contre *S. cordifolia* et 4 fois également dans un site ayant fait l'objet de lutte, soit 200 points de lecture par site et au total 400 points par commune.

## Analyse des données

Les données ont été d'abord saisies et ordonnées dans le tableur EXCEL. Ce même tableur a permis d'analyser les conséquences et la compétitivité de *Sida cordifolia* dans la vallée à travers la fréquence spécifique (FS), la contribution spécifique due à la présence (CSP) et les indices de diversité de Shannon (H) (Shannon et Weaver, 1949), de Pielou (E) et de JACCARD (Pj) à partir des formules suivantes :

- $FS (\%) = ni * 100 / N$  ;  $CSP = FS * 100 / \sum_1^n (FS)$  ;

Avec ni : nombre de fois où l'espèce i a été recensée le long de la cordelette ;  
N : nombre total de points échantillonnés.

- $H = -\sum_{i=1}^S Pi * \log_2(Pi)$  ;
- $E = H / \log_2(S)$  ;

Avec S : nombre total d'espèces du site considéré ; Pi : fréquence de l'espèce i, pour i = 1 à S ;

L'indice H s'exprime en bits par individu et varie de la plus faible diversité (0 bit) à (4,5 bits). Il est minimal (égal à 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce,  $H < 2,5$  = diversité faible ;  $2,5 < H < 4$  = diversité moyenne ;  $H > 4$  = diversité élevée.

L'indice E varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 lorsqu'il y a un phénomène de dominance et tend vers 1 lorsque la répartition des individus entre les espèces est régulière.

- $Pj = 2C * 100 / (A+B)$  ;

Avec A : nombre d'espèces du site I ; B : nombre d'espèces du site II et C : nombre d'espèces communes aux 2 sites. Cet indice exprime le degré de similitude entre deux sites. Il exprime la diversité bêta qui correspond à l'importance du remplacement des espèces ou des changements biotiques le long de gradients environnementaux.

Ensuite, le logiciel Minitab14, a été utilisé pour comparer les compositions floristiques des sites et déterminer la corrélation des états des herbes identifiées, à travers une analyse factorielle des correspondances (AFC).

## Résultats

### Indices de diversité

Les dominances de certaines espèces sur d'autres dans les deux (2) sites (soumis et non soumis) sont toutes moyennes car leurs indices d' « équitabilité » de Pielou (E) sont respectivement 0,7 et 0,8. La diversité est faible dans les sites non soumis à la lutte contre *S. cordifolia* (SNS) car son indice de diversité de Shannon (H) est de 2,5. Elle est moyenne dans les sites soumis à la lutte (SS) avec  $H=3,1$ . S'agissant de la similarité, les deux (2) sites présentent peu d'espèces communes car leur indice de JACCARD (Pj) est de 40% soit 0,4, plus proche de 0 que de 1 (Tableau I).

Tableau I : Caractéristiques des 2 types sites de la vallée de Goulbi N’Kaba

	Sites Soumis			Sites Non Soumis		
Recouvrement (%)	93,79			91,54		
Shannon (H)	3,1			2,5		
Pielou (E)	0,7			0,8		
JACCARD (Pj) (%)	40					
Noms Scientifiques	P	FS	CSP	P	FS	CSP
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	+	1	0,75	-	-	-
<i>Achyranthes aspera</i> L.	+	0,25	0,19	-	-	-
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> Schum. Et Thonn.	+	19,75	14,9	+	19,5	15,35
<i>Aristida adscensionis</i> L.	+	32,75	24,7	+	22	17,32
<i>Senna italica</i> Mill.	-	-	-	+	1,25	0,98
<i>Chamaecrista mimosoides</i> (L.) Greene	+	0,5	0,38	-	-	-
<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	+	23	17,3	+	0,5	0,39
<i>Cenchrus prieuri</i> (Kunth) Maire.	+	0,75	0,56	-	-	-
<i>Ceratotheca sesamoides</i> Endl.	+	0,25	0,19	-	-	-
<i>Commelina forskalaei</i> Vahl.	+	2	1,51	-	-	-
<i>Crotalaria podocarpa</i> DC.	+	0,5	0,38	-	-	-
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	+	11,75	8,85	+	18,25	14,37
<i>Eragrostis tremula</i> Hochst. Ex Steud.	+	0,75	0,56	+	0,25	0,2
<i>Ipomea kotschyana</i> Hochst. Ex Choisy.	+	0,25	0,19	-	-	-
<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.	+	2	1,51	-	-	-
<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	+	2,5	1,88	+	6	4,72
<i>Sida Cordifolia</i> L.	+	6,25	4,71	+	45	35,43
<i>Sporobolus festivus</i> Hochst. Ex A. Rich.	+	10	7,53	-	-	-
<i>Tribulus terrestris</i> L.	+	0,25	0,19	-	-	-
<i>Zornia glochidiata</i> Reich. Ex DC.	+	18,25	13,8	+	14,25	11,22
Total	19	132,8	100	9	127	100

FS : Fréquence spécifique ; CSP : Contribution spécifique due à la présence ; P : Présence.

### Contribution spécifique des espèces identifiées dans les sites non soumis à la lutte contre *S. cordifolia*

Dans les sites non soumis à la lutte (SNS), les espèces ayant contribué le plus au recouvrement sont les suivantes : *S. cordifolia* avec une contribution de 35,4%, *A. adscensionis* avec 17,3%, *A. ovalifolius* avec 15,4% et *D. aegyptium* avec 14,4% (Tableau I).

## Contribution spécifique des espèces identifiées dans les sites soumis à la lutte

Dans ces sites, les espèces dominantes sont : *A. adscensionis* (24,7%), *C. biflorus* (17,3%), *A. ovalifolius* (14,9%) et *Z. glochidiata* (13,8%). Dans ces mêmes sites la contribution de *S. cordifolia* est très réduite à une valeur de 4,71% et de nombreuses espèces se sont régénérées avec des faibles contributions notamment *S. festivus* avec 7,53%, *C. forskalaei* et *M. scaber* avec chacun (1,51%), et *C. prieuri* avec 0,56% (Tableau I).

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) révèle que les sites riches en *M. nudicaulis* et *Z. glochidiata* sont pauvres en *A. adscensionis*. Par ailleurs, les sites caractérisés par une abondance en *A. ovalifolius*, sont marqués par une pauvreté en *M. nudicaulis* et *A. adscensionis*. D'autre part, *A. adscensionis* et *E. tremula* caractérisent plus le site d'Attantané mais *A. ovalifolius* et *D. aegyptium* sont plus observées dans le site de Sherkin Haoussa. *M. nudicaulis* et *Z. glochidiata* caractérisent celui de Kanembakaché. *C. biflorus* domine plus le site de Mayahi et *S. cordifolia* est plus observé dans les sites de Kanembakaché et Mayahi (Figure 2).

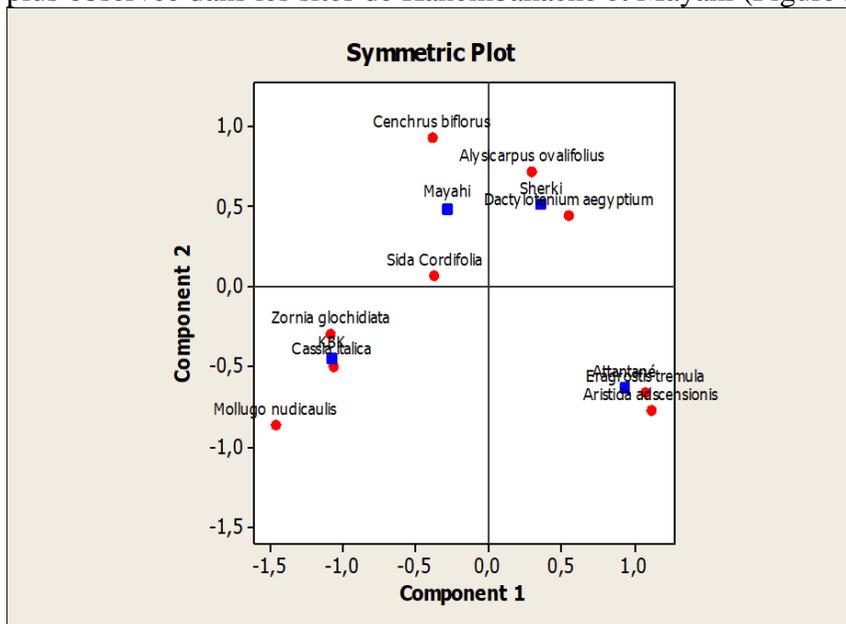


Figure 2 : Corrélation entre les espèces herbacées et les sites d'étude dans la vallée de Goulbi N'Kaba au Niger

## Discussion

Les dominances de certaines espèces sur d'autres dans les deux (2) sites sont moyennes. Dans les sites non soumis à la lutte, les espèces ayant contribué le plus au recouvrement sont *S. cordifolia* avec 35,4%, *A. adscensionis* avec 17,3%, *A. ovalifolius* avec 15,4% et *D. aegyptium* avec

14,4%. L'espèce *S. cordifolia* a donc présenté une compétitivité plus élevée vis-à-vis des autres espèces herbacées avec cette contribution de 35,43% au recouvrement de la vallée, précisément dans les sites non soumis à la lutte. Ce recouvrement est très faible par rapport à celui observé par Chaibou (2000) dans quelques terroirs de Say. Cette différence pourrait s'expliquer par la pluviométrie qui est plus élevée dans le département de Say que dans celui de Mayahi.

La colonisation de la vallée de Goulbi N'Kaba au Niger par cette mauvaise herbe se traduit par une raréfaction des herbes bonnes fourragères et des herbes utilisées pour l'alimentation humaine surtout en période de soudure. Cette raréfaction de plantes fourragères dans cette zone où l'élevage est l'une des principales activités socio-économiques des populations, conjuguée à la raréfaction de plantes alimentaires dans cette partie du Sahel, ne pourrait qu'aggraver l'insécurité alimentaire qui y est déjà récurrente. Ces impacts seraient les mêmes que ceux causés par *Prosopis juliflora* dans la Reserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré au Niger où des phénomènes tels que le déficit fourrager, la chute remarquable de la biodiversité et les maladies chez les animaux domestiques ont été observés (Amani et Barmo, 2010). Les mêmes impacts socioéconomiques ont également été observés à cause de *Eichhornia crassipes* dans les régions tropicales et subtropicales du monde (Dagno et al., 2007).

Deux déterminants expliquent la pullulation de *S. cordifolia* à savoir les caractéristiques prédisposantes de l'espèce et la pression de pâture excessive sur les autres espèces. Ce sont entre autres, la production importante de semences, l'installation rapide en début de saison des pluies (95% des plantules levées en 5 jours) et la dissémination qui se fait par épizoochorie et endozoochorie (Hiernaux, 1998).

Néanmoins, la colonisation de de la vallée Goulbi N'Kaba par cette espèce envahissante n'a pas beaucoup impacté l'existence des familles dont les suivantes sont les plus représentées : Poaceae, Fabaceae, Convolvulaceae, Amaranthaceae, Cyperaceae et Fabaceae. En effet, ces familles sont les plus dominantes dans les parcours naturels de la région de Maradi (Alhassane et al., 2017).

Cette représentativité de ces familles dans la vallée de Goulbi N'Kaba se rapproche aussi de celle trouvée dans les autres localités du Niger où les familles les plus représentées sont les Poaceae (260 espèces) et les Fabaceae (168 espèces), suivis des Cyperaceae avec 122 espèces, des Asteraceae avec 91 espèces, des Convolvulaceae avec 47 espèces, des Malvaceae avec 47 espèces et des Euphorbiaceae avec 46 espèces (Mahamane et al., 2009).

Par ailleurs, *S. cordifolia* a plus colonisé les zones de Kanembakaché et de Mayahi que celles d'Attantané et de Sherkin Haoussa. Hormis cette mauvaise herbe, la zone d'Attantané est caractérisée plus par une abondance en A.

*adscensionis* et *E. tremula*. *A. ovalifolius* tandis que *D. aegyptium* caractérisent plus la zone de Sherkin Haoussa. La zone de Kanembakaché est plus spécifiée par une richesse en *M. nudicaulis* et *Z. glochidiata* par rapport aux autres zones. Enfin, *C. biflorus* est plus représentée dans la zone de Mayahi.

L'amélioration de la diversité spécifique observée sur les sites soumis à la lutte pourrait s'expliquer non seulement par les pratiques culturales telles que l'introduction de certaines espèces par semis ; mais aussi par l'absence de *S. cordifolia* qui empêcherait le développement de toutes autres espèces. Cette situation doit être un motif de satisfaction pour les acteurs et les bénéficiaires des interventions sur ces sites. Selon Aronson et al. (1993), l'un des objectifs majeurs de la restauration au niveau des écosystèmes est d'améliorer la diversité biologique qui est l'un des attributs vitaux caractéristiques, indicateurs de la structure et du bon fonctionnement d'un écosystème. La similarité relativement faible entre les sites peut s'expliquer par les mêmes raisons que l'amélioration de la diversité.

La méthode physique avec surveillance de lutte contre *S. cordifolia* est la plus utilisée par les riverains de Goulbi N'Kaba. Cette méthode est rentable puisqu'elle a réduit la contribution spécifique de cette herbe dans la vallée et a rehaussé celle des autres espèces.

Ainsi, la contribution spécifique de *S. cordifolia* est réduite de 35,4% à 4,71% après la lutte. En outre, celle de *C. biflorus* est rehaussée de 0,39% à 17,3% et celle de *A. adscensionis* de 17,3% à 24,7%. Grâce à l'ensemencement pratiqué au cours de cette lutte, de nombreuses espèces se sont régénérées. Il s'agit de *A. hispidum*, *A. aspera*, *C. mimosoides*, *C. priouri*, *C. sesamoides*, *C. forskalaei*, *C. podocarpa*, *I. kotschyana*, *M. scaber*, *S. festivus* et *T. terrestris*.

## Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer l'impact de *S. cordifolia* sur la diversité des herbacées. Ainsi, face aux autres herbacées, *S. cordifolia* a une forte compétitivité qui réduit la biodiversité végétale servant de source de fourrages avec une menace de disparition de certaines espèces. La méthode de lutte physique avec surveillance, qui est utilisée sur les sites soumis à la lutte, s'est avérée efficace, réduisant ainsi la contribution spécifique de cette espèce de 35,4% à 4,71%. Elle a permis la régénération de plusieurs espèces. Les impacts identifiés à travers cette étude peuvent probablement être liés concurremment à *S. cordifolia* et au changement climatique. Donc la réalisation d'une étude plus élargie sur cette espèce envahissante pourrait permettre de mieux identifier les menaces relativement liées à cette herbe sur les espèces végétales. Face à la raréfaction des fourrages dans la vallée de Goulbi N'Kaba, les services techniques et leurs partenaires doivent mener, avec les riverains, une lutte mécanique à grande échelle contre cette espèce

invasive couplée à un ensemencement avec des espèces ayant un grand intérêt fourrager et alimentaire.

### References:

1. Alhassane, A., Soumana, I., Karim, S., Chaibou, I., Mahamane, A. et Saadou, M. (2017). Flore et végétation des parcours naturels de la région de Maradi, Niger. *Revue des sciences animales et végétales*, 34 (1), 5354-5375.
2. Alhassane, A., Soumana, I., Oumorou, M. et Mahamane, A. (2020). Prolifération de *Sida cordifolia* L. sur les parcours sahéliens, cas du Niger. *Agronomie Africaine*, 32 (3), 309 - 321.
3. Amani, S. et Barmo, A. (2010). Contribution à l'état des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger. INRAN; 40 P.
4. Ankit, J., Shreya, C., Singour, PK, Rajak, H. et Pawar, RS (2011). *Sida cordifolia* (Linn) – An overview. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 01 (02) : 23-31.
5. Aronson, J., Floret, C., Le Floc'h, E., Ovalle, C., et Pontanier, R. (1993). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid regions. A view from the south. *Restoration Ecology*, 1, 8-17.
6. Chaibou, I. (2000). *Sida cordifolia* L. dans l'espace agricole de quelques terroirs villageois du Sud-ouest nigérien. Mémoire de DESS, CRESA, Université Abou Moumouni de Niamey, Niger, 51 P.
7. CUM (Commune Urbaine de Mayahi), (2019). Plan de Développement Communal (PDC). Version adoptée, 139 P.
8. Daget, P. et Poissonet, J. (1971). Une méthode d'analyse phytoécologique des prairies. Critères d'applications. *Ann. Agron.*, 22, 1: 5-41.
9. Dagno, K., Lahlali, R., Friel, D., Bajji, M. et Jijakli MH. (2007). Synthèse bibliographique: problématique de la jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes*, dans les régions tropicales et subtropicales du monde, notamment son eradication par la lutte biologique au moyen des phytopathogènes. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 11 (4), 299-311.
10. Hiernaux, P. (1998). Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel. *Plant ecology*, 138, 191-202.
11. Illo, SMH, Chaibou, I., Soumana, I., Abdou, L., Mahamane, A. et Banoin M. (2018). Valeurs pastorales et productivités inter-décennales des parcours de la vallée de Goulbi N'Kaba au Niger. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24 (1), 220-239.

12. Mahamane, A., Saadou, M., Danjimo, MB, Saley, K., Yacoubou, B., Diouf, A., Morou, B., Maarouhi IM, Soumana, I. et Tanimoune, A. (2009). Biodiversité végétale au Niger: Etat des connaissances actuelles. *Série sciences*, Tome XVIII : 82-93.
13. Navneet, K., Neha, S., Shailendra, P. et Asmita, G. (2016). Phytopharmacological properties of *Sida cordifolia*: a review of folklore use and pharmacological activities. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(2), 52-58.
14. PAFN (Projet d'Aménagement des Forêts Naturelles) (2004). Plan d'aménagement de la doumeraie du Goulbi N'Kaba (Mayahi), 122 P.
15. RECA (Réseau des chambres d'Agriculture) (2012). Lutte biologique : *Sida cordifolia* a un ennemi sur les plateaux de l'Ouest (Région de Tillabéri-Niamey), 4 P.
16. Saadou, M. (1990). La végétation des milieux drainés nigériens à l'est du fleuve Niger. Thèse d'état Es-sciences Naturelles. Université de Niamey, 395p.
17. Sani, TA (2020). Impacts de *Sida cordifolia* L. sur le système pastoral en zone sahélienne : cas de la vallée du Goulbi N'Kaba de Mayahi. Mémoire de Master. Université de Diffa/Niger, 49p.
18. Sébastien, M. (2014). Impacts des espèces exotiques envahissantes sur la biodiversité en milieu urbain Québécois : le cas de l'Agrile du frêne. Essai présenté en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.), Université de Sherbrooke, 85 P.
19. Shannon, CE et Weaver, W. (1949). The mathematic theory of communication. *University Illinois Press, Urbana*. 117 p.
20. UICN France (2015). Les espèces exotiques envahissantes sur les sites d'entreprises. Livret 1 : Connaissances et recommandations générales, Paris, France, 40 P.
21. WWF (2012). Global biodiversity has declined. In WWF. *Health of Our Planet*. [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/health\\_of\\_our\\_planet/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/health_of_our_planet/)(Page consultée le 16 décembre 2019).

## **Thyroid check-up of people over 18 living with Human Immunodeficiency Virus (HIV), malnourished followed at Notre Dame des Apôtres Hospital in Sarh / Chad**

*Justin G. Behanzin (PhD)*

*Odile Soudonou (MSc)*

*Clarisse SOGAN (MSc)*

*Evrard Agbo (MSc)*

*Alphonse Sezan (Professor)*

Laboratory of Biomembrans and Signalling Cells Abomey Calavi University,  
Benin

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n11p331](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p331)

Submitted: 10 October 2021

Accepted: 22 November 2022

Published: 31 March 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Behanzin, J.G., Soudonou O., Sogan C., Agbo E., & Sezan A.,(2022). *Thyroid check-up of people over 18 living with Human Immunodeficiency Virus (HIV), malnourished followed at Notre Dame des Apôtres Hospital in Sarh / Chad* European Scientific Journal, ESJ, 18 (11), 331.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n11p331>

### **Abstract**

Malnutrition and Human Immunodeficiency Virus/Acquire Immunodeficiency Syndrome (HIV/AIDS) are public health problems. HIV/AIDS continues to have severe consequences for the nutrition, food security, and other socioeconomic aspects of HIV-infected individuals. The objective of our study is to evaluate the correlation between HIV infection, malnutrition, and thyroid disorders in malnourished people living with HIV/AIDS followed at Notre Dame des Apôtres Hospital in Sarh/Chad. The study included 36 malnourished people living with HIV/AIDS over 18 years of age, followed at the People Living with Human Immunodeficiency Virus (PLWHIV) ward. Our study population consisted of females with 75 percent of cases with a sex ratio (M/F) of 0.33. The most represented age group was between 32 and 59 years. We performed a thyroid assessment of each patient by measuring biochemical parameters such as Thyroid Stimulating Hormone (TSH), Tri-iodothyronin (T3) and Tetra-iodothyronin (T4). The results obtained showed 61.76 percent of thyroid dysfunction prevalence with 11.76 percent primary hypothyroidism, 2.94 percent subclinical hypothyroidism,

5.88 percent TSH-mediated hyperthyroidism, and 41.18 percent central hypothyroidism. As a result, the cases of thyroid dysfunction were high noticed in the age group between 32 and 45 years. Furthermore, the assessment showed that 67 percent of the cases were women. From these results, we can conclude that the combination of the two conditions, malnutrition and HIV infection, weakens the immune system, thus giving way to other opportunistic diseases.

---

**Keywords:** Malnutrition, HIV/AIDS, Hypothyroidism, Hyperthyroidism, Chad

## **Introduction**

Malnutrition remains a significant health problem in developing countries. According to statistics, 815 million people worldwide were undernourished, as determined by the 2016 Committee on Food Security (2017). It is caused by the lack of food security and poor nutritional status and can accelerate the progression of diseases such as HIV/AIDS. In 2020, worldwide, 37.6 million people were living with HIV. Of these, 35.9 million were adults (UNAIDS, 2021). HIV infection undermines food security and nutrition by reducing work capacity and productivity, which compromises household lives. HIV alters nutritional status by weakening the immune system reducing nutrient intake, absorption, and utilization. Malnutrition can worsen the effects of HIV and accelerate opportunistic infections in people living with HIV. Indeed, HIV/AIDS continues to claim many lives, especially in sub-Saharan Africa. With a prevalence of 1.6 percent, Chad has a generalized epidemic with 110,000 People Living with HIV, according to the Spectrum projection in 2018 (Nguezoumka 2019). Among them, 61,352 are on ARVs, i.e., 55.7 percent, including 2,587 children under 14 years old, i.e., 4.2 percent of the active file. It should be noted that adolescents and young people also face risks and vulnerabilities that hinder their health development (Nguezoumka, 2019). Adults living with HIV have energy needs that are 10-30 percent higher than uninfected adults; children living with HIV have needs that are 50-100 percent higher than usual. Adequate nutrition allows PLWHIV on ART to resist HIV infection, maintain their weight and improve their quality of life (Kelem, 2008). Two new elements have emerged since the introduction of highly active antiretroviral therapy (HAART). On the one hand, thyroid complications related to interferon treatment of hepatitis C are very often observed. Secondly, more rarely and more recently, dysthyroidism associated with the immune restoration phenomenon has also been monitored. These dysthyroids often manifest themselves at a distance from the immune restoration, since they are often diagnosed one to two years after the end of the episode (Feve, 2005). Despite all the efforts made, AIDS remains a

significant public health problem in developing countries due to the number of deaths it causes and the cost of its management (Daou, 2018).

Goiter is defined as any thyroid gland enlargement (Daou, 2018). Several clinical and subclinical adrenal, gonadal, and thyroid dysfunction have been reported in HIV infection before the introduction of HAART (Erika, 2014). The latter causes viral and opportunistic Infections, plastic neo-infiltration of the gland, and systemic effects resulting from HIV infection that causes these abnormalities (Beltran, 2003). The population at risk of Iodine Deficiency Disorders (IDD) is estimated to be around 6 million, or 80 percent of the total population, with a predominance of women and puberty. Undernutrition and AIDS have an even more significant deleterious effect on immune competence as they potentiate each other. Identifying nutritional deficiencies and implementing nutritional support strategies are necessary from diagnosis and throughout the infection. A direct relationship has been found between deficiencies in specific micronutrients (vitamin A, vitamin B12) and a decrease in CD4 count. The goitreous endemic is the first worldwide endemic. It affects 1.5 billion people spread across the globe (Samake, 2015).

In Chad, few studies have been conducted on the thyroid status of people living with HIV. With this in mind, we set our overall objective to assess the correlation between HIV infection, malnutrition, and thyroid disorders in malnourished people living with HIV. We precisely characterized the study population, perform their thyroid workup and establish the prevalence of thyroid disorders.

## **1. Methods**

### **2.1 Sampling**

Our study concerns 36 malnourished people living with HIV in the commune of Sarh, at the Notre Dame des Apôtres hospital in Maïngara. This center was chosen because its objective at the time of its creation was to welcome people living with HIV/AIDS, but now Maïngara has opened its doors to all patients.

### **2.2 Socio-demographic parameters,**

Age and sex were recorded from the patients' identity documents such as the National Identity Card or birth certificate. The data was entered into Excel and word software as the study progressed. These data were analyzed using Excel 2013 and Microsoft Word 2013 software. The results were presented in tables, histograms, and graphs using Excel 2013. Furthermore, patients were included in the study only after signing an informed consent form. Anonymity was respected, and the patients' names were not mentioned, and a unique number represented each case.

### **2.3 Biochemical or biological parameters**

#### **2.3.1 Blood collection and processing of blood samples**

Blood was collected from all study participants in EDTA tubes and dry vacuum tubes using the vacutainer system. The blood was collected at the biomedical analysis laboratory of the Notre Dame des Apôtres Hospital in Maïngara Sarh. After that, the samples were transported to the Laboratory of Biomembrane and Cellular Signalling (Faculty of Science and Technology of the University of Abomey-Calavi/Benin), where the different assays were performed. After centrifugation, the sera and plasma are put in aliquots in sterile micro-tubes under a laminar flow hood. They are then stored at  $-08^{\circ}\text{C}$  and transported to Benin for analysis.

### **2.3.2 Thyroid workup data**

Several methods are often used to quantify thyroid hormones in biological fluids. In our study, we used the CHECK method with the EASY READER. It is a relatively easy, simple, and inexpensive way, whose specificity and sensitivity allowed us to make a good reading of the concentrations.

#### **2.3.2.1 Sample collection and preparation**

- ❖ TSH-CHECK-1, T3-CHECK-1, and T4-CHECK-1 tests are performed on the serum of PLWHIV.
- ❖ Samples are collected under standard collection conditions (aseptically and in such a way as to avoid hemolysis).
- ❖ Each piece is treated as if it is potentially infected.
- ❖ The samples were stored in a freezer until the day of the assays. Before testing, the samples were thawed and gradually brought to room temperature.

#### **1.3.2.2 Dosing of controls**

This operation consisted in calibrating the EASY READER device. First, after switching on and setting up, we took a cassette on which we poured four drops of Reactive White for TSH,  $50\mu\text{L}$  for T3 and inserted the device. Then, the reading on the device's dial is made after 15 minutes.

#### **1.3.2.3 Determination of samples**

For this dosage, you need :

- ❖ Ensure that all models and TSH-CHECK-1 for TSH, T3-CHECK-1 for T3, and T4-CHECK-1 for T4 reagent boxes are at room temperature before starting the test.
- ❖ Remove the reaction cell from its protective bag by tearing along the notches.
- ❖ Indicate the patient identification number on the test
- ❖ Fill the pipette with the sample (serum) and hold it vertically.

- ❖ Place one drop of sera (25 µL) for TSH 2 drops (50 µL) for T3 and T4 in the sample well.
- ❖ Wait until the sample is completely absorbed before adding the diluent
- ❖ Hold the dropper bottle upright and gently add precisely four drops (150 µL) for TSH, three drops (100 µL) for T3 and T4 into the sample well, with an interval of 2 to 3 seconds between drops.
- ❖ Read TSH results in (mIU/L), T3 results in (ng/mL) and T4 results in (µg/dL) after 15 minutes as an immediate or delayed reading

Summary of reference values for thyroid hormone assays

Source: VEDA.LAB, 2020; PALARDY, 2018

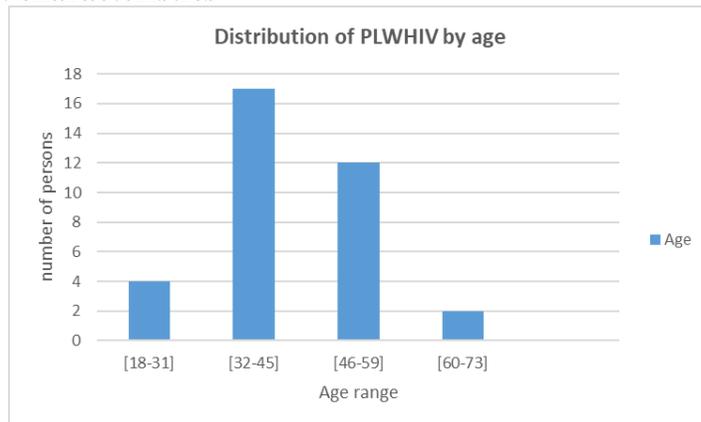
Biological element	Reference value
TSH	0.2 - 4mUI/L
T3	1.08 - 3.08nmol/L
T4	51.52 -141.68 nmol/L or 0.59 - 1.33ng/dL
Indication	
Screening for thyroid pathology :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ a decrease in T4 and T3 levels and a rise in TSH levels, indicating hypothyroidism</li> <li>❖ an increase in T4 and T3 and a reduction in TSH, indicating hyperthyroidism                             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Primary hypothyroidism: TSH high T4 low T3 normal or low</li> <li>❖ Subclinical hypothyroidism: TSH high - T4 normal - T3 normal</li> <li>❖ Primary hyperthyroidism: TSH low - T4 high - T3 high</li> <li>❖ Subclinical hyperthyroidism: low TSH - normal T4 - normal T3</li> </ul> </li> <li>❖ TSH-mediated hyperthyroidism: TSH normal or low - T4 increased - T3 increased</li> <li>❖ Central hypothyroidism: TSH normal or low - T4 low or borderline low - T3 normal or low</li> </ul>	

## 2.4 Ethical considerations

The Notre Dame des Apôtres Hospital staff in Sarh / Chad was contacted and informed before our arrival. Free and informed consent to participate in the survey was requested from each head of household or representative. To ensure the confidentiality of the data collected, the interview with the participants took place behind closed doors. Participants were reassured that all the data collected would be kept confidential throughout the process until the results were revealed.

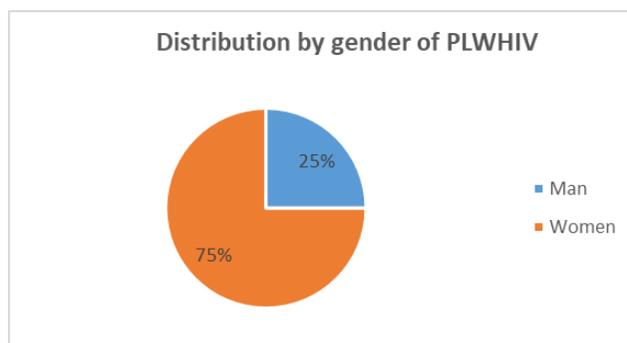
## 2. Results

### 3.1 Patient characteristics



**Figure 1: Age distribution of PLWHIV**

The figure shows that our study's age groups [32-45] and [46-59] are the most represented, with 48.75 percent and 34.29 percent, respectively. The age group of 32-59 years represents 83.04 percent of the study population.

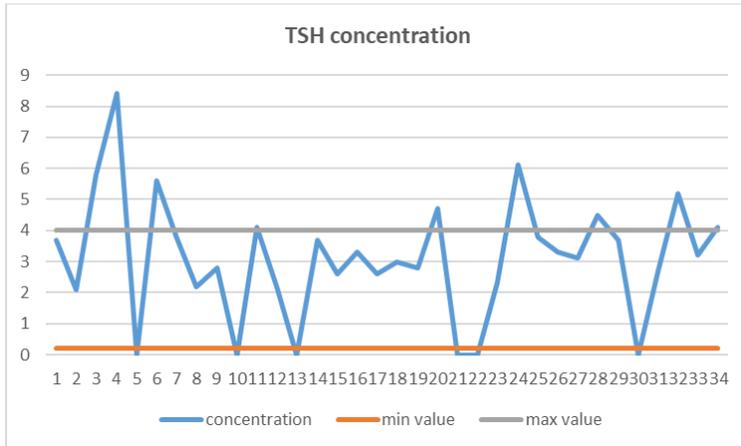


**Figure 2: Distribution of PLWHIV by gender**

From this diagram, the patients received are 75 percent of females and 25 percent of males with a sex ratio of 0.33 (M/F).

### 3.2 Thyroid Assessment Result

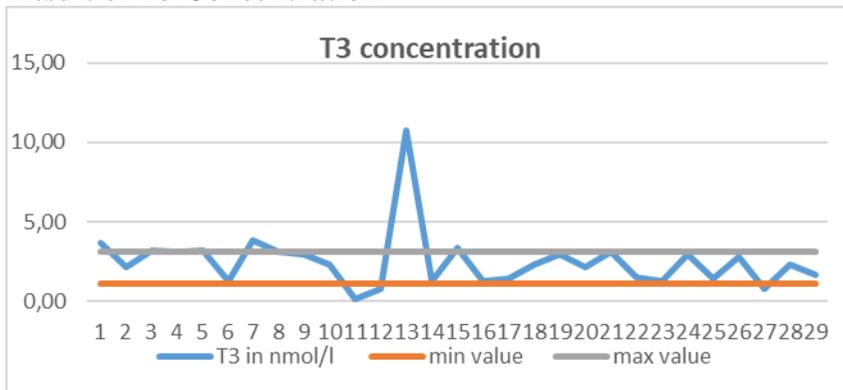
#### 3.2.1 Result of TSH



**Figure 3: TSH concentration**

From this figure, in our study population, 52.94 percent have a normal TSH, while 17.67 percent have a decreasing TSH and 29.41 percent have a high TSH.

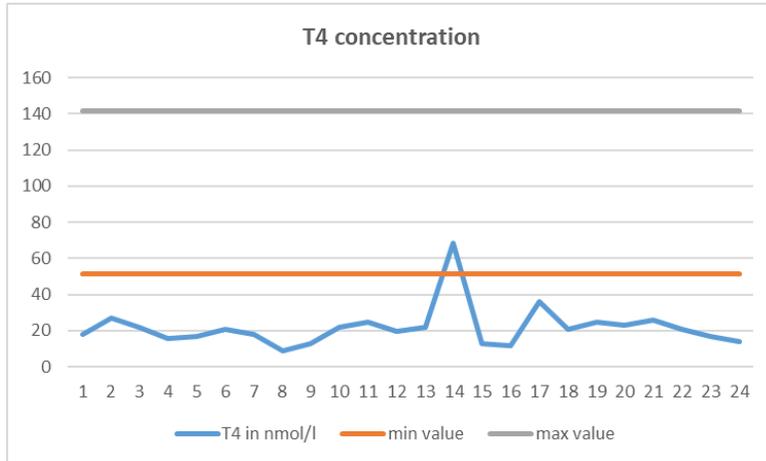
#### 3.2.2 Result of T3 Concentration



**Figure 4: T3 concentration**

From this figure, 65.52 percent have a standard T3, while 10.34 percent have a low T3 and 24.14 percent have a high T3.

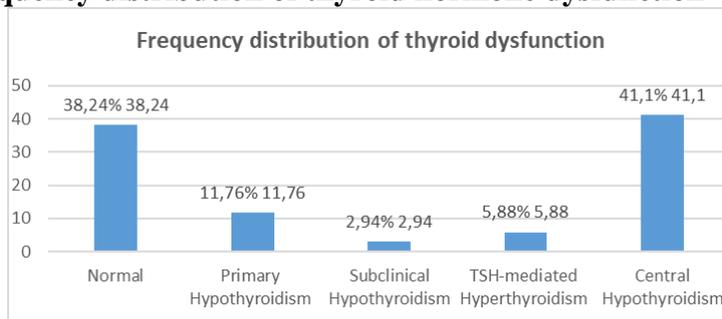
### 3.2.3 Result of T4 Concentration



**Figure 5: T4 concentration**

From this figure, only 4.17 percent have a normal T4 while 95.83 percent have a low rate, and we have not noted any rate higher than the standard T4.

### 3.2.4 Frequency distribution of thyroid hormone dysfunction



**Figure 6: Frequency distribution of thyroid dysfunction**

The figure shows the results of the thyroid assessment carried out on people living with HIV and malnutrition. From this figure, 38.24 percent of the study population had normal thyroid hormone status, 61.76 percent had abnormal thyroid hormone status, i.e., 11.76 percent had primary hypothyroidism, 2.94 percent had subclinical hypothyroidism, 5.88 percent had TSH-mediated hyperthyroidism, and 41.18 percent had central hypothyroidism.

### 3.2.5 Frequency of thyroid dysfunction by gender

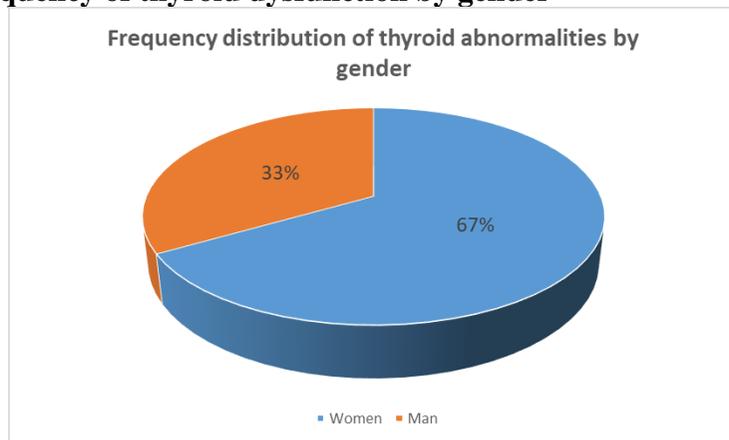


Figure 7: Frequency of thyroid abnormalities by gender

The chart shows that women are the most affected by thyroid dysfunction, with a rate of 67 percent compared to 33 percent for men.

### 3.2.6 Frequency of thyroid dysfunction by age and gender

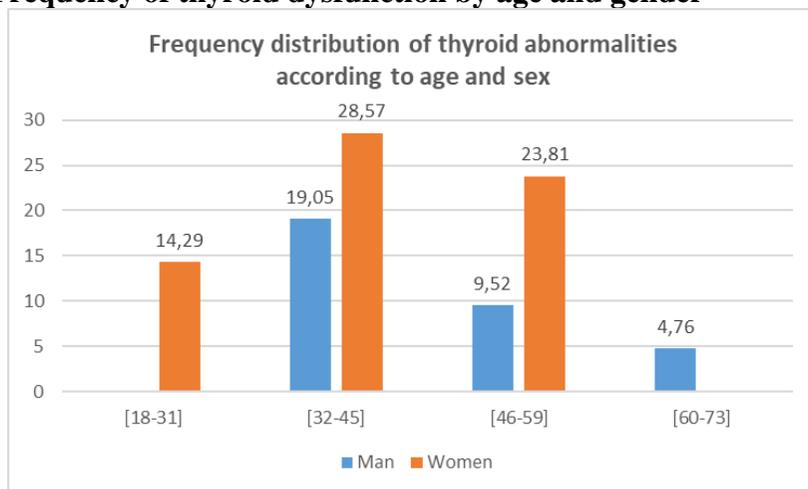


Figure 8: Frequency of thyroid dysfunction by age and gender

The figure shows that adults between 32 and 45 years are the most represented. This same age group has a higher frequency of thyroid dysfunction in women than in men with a percentage of 28.57 percent and 19.05 percent, respectively.

### 3. Discussion

---

In the present study, the female sex is the most represented in the overall population, with 75 percent or a sex ratio of 0.33. This female predominance has been found in most studies conducted on HIV, including (Maiga, 2015) in Burkina Faso and (Barkat, 2019) in Algeria, who reported 71.3 percent and 65.29 percent of women against 28.7 percent and 34.71 percent of men. This high representation of women could be explained by the fact that women attend health centers the most and are the most exposed to infection. The most represented age group is 32 to 59 years with 83.04 percent. This result is more or less the same as that of (Mbopi-Keou, 2012) in Cameroon, with 66.6 percent in the 31 to 50 age group. This period corresponds to that of maximum sexual activity, exposing the risk of transmission of sexually transmitted infections. To determine biochemical parameters, it is good to remember that HIV/AIDS infection and nutritional deficiencies lead to malnutrition due to iodine deficiency. The samples taken allowed us to see that 52.94 percent of the pieces had a normal TSH level, and 47.06 percent had a level below the TSH norm. This could be explained by the fact that PLWHA often has a problem of poor absorption of nutrients or micronutrients necessary for the proper functioning of the body (CAMES, 2004). The case of iodine exposes its individuals to thyroid hormone dysfunction and accentuates the infection of HIV/AIDS on the immune system. The assays performed on the samples showed that 65.52 percent have normal T3 while 10.34 percent have low T3 and 24.14 percent have high T3. This could be explained by the low level of T4 which makes the mechanism of deiodination of T4 to obtain T3 defective. As for T4 assays, which in association with TSH allows defining whether patients have dysfunction or not and to orientate the diagnosis shows that only 4.17 percent have a normal T4 level while 95.83 percent have a low level and there is no high T4 level because the patients are both malnourished and on anti-retroviral drugs. Research by (Erika, 2014) in Argentina showed that even before introducing antiretroviral therapy, several studies reported alterations in thyroid function following sequences of opportunistic infections caused by HIV. Regarding the prevalence of thyroid dysfunction, 38.24 percent of the study population had normal thyroid hormone status, and 61.76 percent had abnormal rate, i.e., 11.76 percent primary hypothyroidism, 2.94 percent subclinical 5.88 percent TSH mediated hyperthyroidism, and 41.18 percent central hypothyroidism. These results are comparable to (Emokpae, 2018) in Nigeria, who found that 52 percent of the study population on antiretrovirals had thyroid dysfunction.

Moreover, according to the distribution of thyroid dysfunction according to sex, women are the most affected, with 67 percent against 33 percent. These results are different from those of (Sezan, 2009) in Benin, who

found 46.15 percent of women and 53.85 percent of men in a population not infected by HIV. This difference could be explained by our patients being malnourished, on antiretroviral drugs, and living with HIV/AIDS. The frequency of thyroid dysfunction according to age and sex shows that adults aged between 32 and 45 years are the most represented. This same age group has the highest frequency of thyroid dysfunction in both women and men, with 28.57 19.05 percent. This result is close to that of (Mba, 2019) in Mali, which found 26.4 percent in the age group of 31 to 40 years.

#### 4. Conclusion

This study assessed the thyroid status of malnourished people living with HIV/AIDS at Notre Dame des Apôtres Hospital in Sarh/Chad. Thyroid hormone measurements (TSH, T4, and T3) on blood samples allowed us to establish a correlation between HIV infection, malnutrition, and thyroid disorders. From these results, we can conclude that malnutrition and HIV form is a vicious circle leading to further opportunistic infections and thus creating thyroid dysfunction in infected individuals. However, this dysfunction's actual causes and mechanisms are not yet clearly understood.

#### References:

1. Barkat Y., & Elbah N. (2019). A sero-epidemiological study of HIV/AIDS infection at the level of southern Algeria case of the walaya of Biskra, University of Biskra, p33.
2. Beltran S, Lescure F., Desailoud R, Douadi Y., Smail A., El Eeper I, Arlot S, & Schimit J. (2003). Thyroid and VIH Group. Increased prevalence of hypothyroidism among human immunodeficiency virus-infected patients: a need for screening. *Clinical Infectious Diseases*. 37(4), 579-83. doi: 10.1086/376626. Epub 2003 Jul 28. PMID: 12905143. 579-583.
3. Cames C. (2004). Manuel de conseils nutritionnels pour les femmes infectées par le VIH/SIDA : à l'attention des conseiller(ères) ; France, 67p
4. Daou, A. (2018). Frequency of Goiter Among hiv/aids in the Medical Services of the CHU GABRIEL TOURE, the CHU DU POINT G AND the USAC DU CNAM. p44.
5. Erika A., Graciela A. de C., & Fabrian P. (2014). Thyroid dysfunction in adults infected with human immunodeficiency virus; *Medicine, Argentina* 74: 315-320.
6. Emokpae M., & Akinuoye I. (2018). Asymptomatic thyroid dysfunction in human immunodeficiency virus-1-infected subjects. *Journal of Laboratory Physicians*, 10, 130-134.

7. Feve B., (2005) Hormonal disorders: Thyroid dysfunction during HIV infection. Hôpital Bicêtre, Paris, p17.
8. Kelem D. , (2008). Regional consultation on nutrition and HIV/AIDS in Francophone countries; Evidence, lessons learned and recommended actions. Consultation report; Burkina Faso, p4.
9. Mba A. (2019). Epidemiological and anatomo-pathological aspects of thyroid pathologies in Mali; thesis of medicine and odonto-stomatology, University of Sciences of Techniques and Technologies of Bamako; 75p.
10. Maiga M. (2015). Study of the genetic polymorphism of three APOBEC3G variants and biological profile of people living with HIV-1 in Burkina Faso; p30.
11. Mbopi-Keou, F. X., Dempouo D., L., & Monebenimp, F. (2012). Study of factors related to adherence to antiretroviral treatment among patients followed at the HIV/AIDS Management Unit of Dschang District Hospital, Cameroon. The Pan African Medical Journal, 12, 55; 11p.
12. Nguezoumka V., Togbanann C. , Gatou J. , & Fadene L. (2019). Decline in HIV prevalence in Chad between 2005 and 2015: Composition or performance effect? 8th African Population Conference Entebbe, Uganda; 11p
13. UNAIDS (2021). UNAIDS Preliminary Epidemiological Estimates 2021: Fact Sheet 2021; p1
14. Samake A. K. , (2015). Frequency of goiter in patients living with HIV consulted in the medicine department of GT UHC, infectious diseases department of PTG UHC and NAMC USAC. p21.
15. Sezan A., Gangbo F., Senou M., Ahokpe M., Agossou E., & Akpona S. (2009). Thyroid disorders in regions at risk of tanguita ; Benin, N°013 ; 5-11

### **Webography**

16. Palardy J. (2018). Thyroid dysfunction; Powerpoint presentation, endocrinologist physician; 54p <https://slidetodoc.com/les-dysfonctions-thyroidiennes-dr-jean-palardy-mdecin-endocrinologue/> accessed 21-09-2021 09: 15