

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

*May 2023*

**European Scientific Institute, ESI**

*The content is peer reviewed*

**ESJ Natural/Life/Medical Sciences**

*May 2023 edition vol. 19, No. 15*

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

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

---

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

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

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

---

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

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

*Sincerely,*

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

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

*Editor in Chief*

---

# International Editorial Board

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Anita Lidaka,**  
Liepaja University, Latvia

**Rania Zayed,**  
Cairo University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Adil Jamil,**  
Amman University, Jordan

**Habib Kazzi,**  
Lebanese University, Lebanon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Evelio Velis,**  
Barry University, USA

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Emrah Cengiz,**  
Istanbul University, Turkey

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Marco Mele,**  
Unint University, Italy

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

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

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

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

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

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

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

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

**Vera Komarova,**  
Daugavpils University, Latvia

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

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

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

**Georges Kpazai,**  
Laurentian University, Canada

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

**Natalia Sizochenko,**  
Dartmouth College, USA

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

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

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

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

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

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

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

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

**Aelita Skarbaliene,**  
Klaipeda University, Lithuania

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Fatma Koc,**  
Gazi University, Turkey

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

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

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

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

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

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

**Amarjit Singh,**  
Kurukshetra University, India

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

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

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

**Rokia Sanogo,**  
University USTTB, Mali

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

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

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

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

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

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

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

**Eyal Lewin,**  
Ariel University, Israel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

**Ilknur Bayram,**  
Ankara University, Turkey

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

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

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

**Camille Habib,**  
Lebanese University, Lebanon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Gamal Elgezeery,**  
Suez University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Toure Krouele,**  
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Ivory Coast

**Sophia Barinova,**  
University of Haifa, Israel

**Leonidas Antonio Cerda Romero,**  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Nina Stankous,**  
National University, USA

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

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

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

**Elena Hunt,**  
Laurentian University, Canada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Satoru Suzuki,**  
Panasonic Corporation, Japan

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

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

**Nasreen Khan,**  
SZABIST, Dubai

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Elham Mohammadi,**  
Curtin University, Australia

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

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

**Yue Cao,**  
Southeast University, China

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Hadi Sutopo,**  
Kalbis Institute, Indonesia

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

**Abu Hamja,**  
Aalborg University, Denmark

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Enriko Ceko,**  
Wisdom University, Albania

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

**Mauro Berumen,**  
Caribbean University, Mexico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Usama Konbr,**  
Tanta University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Salwa Alinat,**  
Open University, Israel

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

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

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

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

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

**Manotar Tampubolon,**  
Universitas Kristen, Indonesia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# Table of Contents:

**Viewpoint: The Physics in the New Era of Computing.....1**

*Hiqmet Kamberaj*

**Female Genital Mutilation: A Religio-cultural Sensitive Issue  
Determining Maternal Healthcare Choices among Somali Women in  
Dadaab Refugee Camp, Kenya.....16**

*Josephine Gitome*

*Newton Kahumbi*

*Muthoni Mainah*

*Jacqueline M. Kituku*

*Teresa Mwoma*

*Priscilla Ndegwa*

*Jennifer Bagelman*

**Effets de la Dose et Fractionnement de l'Azote Sur l'Acitite d'Un Histosol  
et le Rendement en Riziculture a Songon (Cote d'Ivoire).....36**

*Soro Nahoua Christophe*

*Kone Brahima*

*Yeo Soumaila*



**Aspects Epidémiologique, Diagnostique et Thérapeutique des Urgences  
Urologiques à l'Hôpital Sounon Sero de Nikki au Bénin.....57**

*Bori M.*

*Hodonou Fred*

*Darate René*

*Yevi Magloire*

*Avakoudjo Josué*

**Prevalence of Substance Abuse among Secondary School Students in  
Lagos State of Nigeria.....67**

*Olanrewaju Onigbogi*

*Omobola Ojo*

*Oluwatoyin Babalola*

**Principales Maladies Zoonotiques des Porcs (*Sus scrofa domesticus*) à  
l'Abattoir de la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie de  
Yopougon (Abidjan, Côte d'Ivoire).....81**

*Kouadio Konan Kevin Ulrich*

*Niamien Coffi Jean Magloire*

*Senin Claire Brice Valery*

*Acapovi-Yao Geneviève Lydie*

**Effects of Slag Applications and Salinity Stress on Greenhouse Durum  
Wheat (*Triticum durum* Desf.) Plants.....96**

*Farid Errouh*

*Abdelhamid Aouabe*

*Ayoub Sadouki*

*Hassan Chagiri*

*Hicham Khalisse*

*Brahim Oudra*

*Julio Cesar Rodriguez*

*Salah Er-Raki*

*Abdelilah Meddich*

**Aspects Épidémiologiques et Cliniques des Ostéonécroses Aseptiques à  
Abidjan.....115**

*Ehaulier Kouakou SCL*

*Charles Sougué*

*Konan Yao JC*

*Aissata Traore*

*Joseph Koffi KE*

*Jean-Jacques Goua*

*Phillipe Goupille*

*Jean-Claude Daboiko F.*

**The Effects of Ripening Stage and Mode of Culture of Chemlali, Arbequina, and Koroneiki on the Capacities of Oils to Scavenge ABTS Free Radicals.....125**

*Mourad Jellali*

*Dhouha Saidana Naija*

*Samia Ben Mansour Guedde*

*Mohamed Braham*

**T-cell/Histiocyte-rich Large B-cell Lymphoma in an Adolescent from Abidjan-Ivory Coast: Case Report.....144**

*Ismael Kamara*

*Kodzovi Mawulé Corcellar Womey*

*Dohoma A. Silué*

*Réné-Paule Botti*

*Ruth Djeke*

*Boidy Kouakou*

*Gustave Koffi*

**Logiques d'Acteurs dans la Gestion des Eaux usées et Assainissement dans la Commune d'Arrondissement de Bafoussam 1er (Ouest-Cameroun).....149**

*Tchouata Tiomele Staël Avila*

*Simeu Kamdem Michel*

**Evaluation Agromorphologique des Différents Types de Port du Niébé  
(Fabaceae : *Vigna unguiculata* L. Walp) dans le Centre-Ouest de la Côte  
d'Ivoire.....176**

*Anzara Guy Roland*

*Yao Kouakou Georges Abessika*

*Gbotto Ahou Anique*

*Akaffou Doffou Selastique*

*Zoro Bi Irié Arsene*

**Aspects Cliniques et Épidémiologiques des Pathologies Ano Rectale au  
Chu Communautaire de Bangui (République Centrafricaine) Durant la  
Période de 23/05/2022 au 23/03/2023.....189**

*Oumarou Youssouf*

*Natalie Akélélo Boua*

*Ngboko Mirotiga Pétula Anicette*

*Camengo Police*

*Service George*

*Tapande Yakossa Eva Elemence Épouse Maka*

*Ouimon Daniel*

**Hypoglycemic Activity of Hydro-Acetic and HydroMethanolic Leaf and Bark Extracts of Bauhinia rufescens Lam in Mice.....198**

*Lahat Niang*

*Mahamat Seid Ali*

*Papa Guédel Faye*

*Nicolas Cyrille Ayessou*

*Mady Cisse*

**Acteurs dans le Processus de Diffusion et d'Adoption des Variétés Améliorées d'Avocats dans le Département du Bamboutos (Cameroun).....209**

*Mitterand Telesphore Fopa*

*Achille Jean Jaza Folefack*

**Knowledge of Information Security Awareness and Practices for Home Users: Case Study in Libya.....238**

*Hamida Asker*

*Abdalmonem Tamtam*



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Viewpoint: The Physics in the New Era of Computing

*Prof. Hiqmet Kamberaj, B.Sc., M.Sc., Ph.D.*

International Balkan University, Computer Engineering, North Macedonia

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p1](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p1)

---

Submitted: 13 March 2023

Accepted: 18 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Kamberaj H. (2023). *Viewpoint: The Physics in the New Era of Computing*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p1>

---

### Abstract

The 21st century is the Information Age, characterised by an economy based on information computerisation. In this new era of computing, the role of physics is becoming crucial and practical. Thus, physics is not seen anymore as an abstract and purely academic endeavour. This study addresses physics inventions' contributions to computer science, society, and the economy. In particular, the physics discoveries in superconductivity, quantum mechanics, elementary particle physics, vacuum tubes, transistors and integrated circuits, electronic digital computer, fibre optics, lasers, and quantum computers will be discussed.

---

**Keywords:** Information Age, Computers, Quantum Computing, Quantum Computer Intelligence

### Introduction

Computer terms, such as *vacuum tubes*, *transistors*, *the electronic digital computer*, *fibre optics*, and *laser*, which are also the foundation of today's modern technology, are all invented using the laws of physics. Even *quantum computing*, a pretty exciting area of research in this 21st century, uses fundamental laws of physics, such as quantum physics.

This study mentions only the discoveries and inventions made in physics that led to innovations in computer technology and possible future development and discoveries.

## Superconductivity

Superconductivity is a macroscopic quantum phenomenon of zero electrical resistance; in some materials, the expulsion of magnetic fields occurs when cooled below a critical temperature. The first low-temperature (up to 30 K) superconductor was discovered in 1911 (Onnes, 1911). The first microscopic theory of superconductivity was developed in 1957, known as the BCS theory (Bardeen, Cooper, & Schrieffer, 1957; Bardeen, Cooper, & Schrieffer, 1957). Superconductivity, which is still an active area of research, shows promise for broadly impacting society.

High-temperature superconductivity remains an active area of research because of many relevant potential applications and the desire to create new superconducting materials at room temperature. Bednorz and Müller discovered the first high-temperature (up to 130 K) superconductor in 1986 (Bednorz & Müller, 1986). Alexei A. Abrikosov, Vitaly L. Ginzburg, and Anthony J. Legget were recognized for their contributions to the theory of superconductors and superfluids (Ginzburg & Landau, 1950; Abrikosov, 2003).

According to (Mann, 2011), there is still a heated debate about how it works because there is no unique theory, but there are many theories that most people can not agree with.

Computer science is a pretty exciting application area of superconductivity (Buck, 2014). That can be achieved by incorporating "Josephson junctions" into field-effect transistors, becoming part of the logical circuits with processors. One hundred billion Josephson junctions on 4000 microprocessors can be necessary to reach a speed of 32 petabits per second. At Weizmann Institute, small magnetic field penetration Type II superconductors are used for storing and retrieving digital information. Nanotechnology work (Omari & Hayward, 2014) predicts that future computers may be built from magnetic *tornadoes*, showing that it can be possible to create magnetic logic gates using magnetic materials as fundamental building blocks of a Central Processing Unit (CPU).

NSF, NASA, DARPA, and various universities worldwide are pursuing research in "petaflop" computers, performing a thousand-trillion floating-point operations per second. Today, the fastest computers have only recently reached these speeds, where the fastest supercomputer is "Sequola" in the Department of Energy (USA), which can operate 16.32 petaflops per second. The fastest single processor is the *Lanslet optical DSP*, running at eight teraflops. However, the main focus is to effectively use these machines soon (with tens of petaflops per second having millions of fast processor cores and designed for low power consumption at peak performance) (Schulten, Phillips, Kale, & Bhatele, 2008).

According to (Omari & Hayward, 2014), magnetic materials are helpful for data storage because they can retain information without consuming energy. Thus, a computer built around a magnetic-made CPU should be much more power-efficient.

## **Quantum Mechanics**

Quantum mechanics was the most fundamental field of physics that made most of the discoveries and inventions of the 20th century and continues to play an essential role in the 21st century. The foundations of quantum mechanics were formulated between 1900 and 1930 (Planck, 1943; Bohr, 1922; Broglie, 1929; Heizenberg, 1933; Schrödinger, 1933; Dirac, 1933; Einstein, 1923).

The structure of every atom, as we well know, is determined by quantum mechanics. The introduction of quantum mechanics made it possible to understand the universe's fundamental laws with great economic importance. Chemistry could, in principle, be explained in terms of the theory of quantum mechanics, as the great physicist Paul Dirac said in 1929. It is a fact that all chemistry and material science courses and physics courses include quantum mechanics in their curricula. Physics has traditionally inspired other scientific research fields and significantly contributed to the progress made in this area. Between 1950 and 1960, the birth of molecular biology has shown that quantum mechanics and physics (Schrödinger, 1944; Davies, 2008). That inspired the biologists Francis Crick, James Watson, and Maurice H.F. Wilkins to use these laws in the discovery of DNA (Crick, 1962; Watson, 1962; Wilkins, 1962) and biophysicists Max Delbrück, Alfred D. Hershey, and Salvador E. Luria for their discoveries related to the replication mechanism and genetic structure of viruses (Delbrück, 1969; Hershey, 1969; Luria, 1969).

Quantum mechanics is necessary to engineer, for instance, solid-state devices (such as transistors, as the building blocks of any electronics and computer). It would be impossible to understand to a reasonable extent, semiconductors, or any material, using only *classical physics* before quantum mechanics and relativity discoveries. The so-called quantum electrodynamics describes the lasers and the interaction of light with the matter due to the fundamental work in quantum electrodynamics (Schwinger, 1965; Feynman, 1965; Tomonaga, 1966).

## **Elementary Particle Physics**

Elementary particle physics describes the basic building blocks of the universe in terms of *relativistic quantum field theory* (Schwinger, 1965); it is a combination of quantum mechanics and Einstein's theory of relativity. The



information age, including modern science, would probably not exist today without quantum mechanics.

The discovery of the electron (Thomson, 1906), the first subatomic particle by Sir Joseph J. Thompson in 1897, opened the way to developing areas such as electronics, chemistry, materials science, and medicine. These are all related to an understanding of the electron.

In developed countries, the amount of Gross Domestic Product is related to science and engineering developments (such as vacuum tubes, transistors, computers, lasers, and fibre optics) (Board, 2012). It would not have existed today without the discoveries of the electron and quantum mechanics.

### **Vacuum Tube**

As an electronic device, a vacuum tube controls the electric current through a vacuum in an isolated glass tube. The electrical contacts are put on the ends to get a current to flow through the vacuum tube. First, this was observed by Thomas Edison in 1883 (Patent No. U.S. Patent 307,031, 1884). In 1904, Sir John A. Fleming invented the two-electrode vacuum-tube rectifier (the oscillation valve, thermionic valve, vacuum diode, Kenotron, thermionic tube, or Fleming valve) (Patent No. U.S. Patent 803,684, 1904).

Today vacuum tubes are an extinct technology. However, some surprising suggestions are that vacuum tubes can build integrated circuits with modest changes to fabrication techniques. At NASA Ames Research Center, scientists develop the so-called *vacuum-channel transistors*. Although the work is earlier, scientists say it could be up-and-coming technology as vacuum-channel transistors can work ten times faster than ordinary silicon transistors and eventually operate at terahertz frequencies (Han & M. Meyyappan, 2014).

### **Transistors and Integrated Circuits**

The transistor amplifies and switches the electronic signals and electrical power. It is composed of semiconductor material and is the fundamental building block of modern electronic devices. It was invented at Bell Laboratories (in 1947) (Shockley, 1956; Bardeen, 1956; Brattain, 1956). The transistor's invention is considered the most crucial discovery of the 20th century because it led to the telecommunications and information age revolution. That has also marked the beginning of the field of solid-state physics, one of the most active and vital areas of physics research today.

The *integrated circuit or chip puts together several electronic circuits in one chip*. The chip is a small plate made of semiconductor material, usually silicon. Today's technology can create integrated circuits with up to billions of transistors (and other electronic elements) in a tiny area of tens of nanometers (Intel, 2014). The first integrated circuit (five transistors on a semiconductor-

like amplifying device) was developed in 1949 (Patent No. DE 833366, 1952). Other scientists (Alferov, 2000; Kroemer, 2000; Kilby, 2000), conceived the idea to invent integrated circuits, also named the IEEE Milestone. This chip was made of germanium. Later, the idea was developed further by Robert Noyce, who came up with his silicon chip (Noyce, 1977). These developments were the basis of the first silicon-gate integrated circuit technology, the main component of today's Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) computer chips, developed by Federico Faggin in 1968, who developed the first Central Processing Unit on one chip (Intel 4004) (Faggin, 1992).

The transistor is the basis of all modern electronics and computers, including battery-operated watches, coffee makers, cell phones, and supercomputer (Vardalas, 2003). At the beginning of the development of integrated circuits, only a few transistors could be placed on one chip. The number of transistors in a chip increases by about 50-60 % yearly (Hennessy & Patterson, 2006). As historical advancement of Intel Microprocessors, for instance, the number of transistors grew from 6,000 in 1974 for the Intel 8080 processor to 42 million in 2000 for the Intel Pentium 4 processor (Turban, Rainer, & Potter, 2005). Today's microprocessors for modern personal computers contain billions of transistors in a chip. Due to transistors, today's personal computers can pack all their computational power into a tiny microchip at a relatively cheap cost, which uses very little electricity. Due to the transistor and integrated circuits, the affordability, small size, and power of modern computers and electronics are possible.

## **Lasers**

Albert Einstein first developed the modern photon concept in 1905 to explain the experimental results, which could not be explained using the classical view of light as a wave. This discovery made possible the invention of the *laser*.

First, in 1954, Charles Townes built the microwave laser (H. C. Townes, 1999). In 1960, Theodore H. Maiman built the first optical laser (Maiman, 1959). With the laser, we understand a device that emits light through optical amplification of the stimulated emission of electromagnetic radiation (Gould, 1960).

In 1964, the fundamental research in quantum electronics (Townes, 1964; Basov, 1964; Prokhorov, 1964) led to the invention of microwave laser, the so-called MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission Radiation), an optical laser. The lasers have many applications, including CD players, CD-ROMs, CD-burners, DVD players to read/write data, and fibre optics.

## Computers

In 1939, Professor John Atanasoff and his physics graduate student Clifford Berry built the first electronic digital computer (Atanasoff, 1973; Atanasoff, 1984). This first electronic digital computer is sometimes called the Atanasoff-Berry Computer (ABC), a small-scale special-purpose electronic digital machine containing around 300 vacuum tubes to solve systems of linear algebraic equations. In 1990, USA's President George H.W. Bush awarded John Atanasoff with the National Medal of Technology to recognize his achievements related to technological progress.

Vacuum tubes were used as switches making it possible to build an electronic computer; however, the cost and relatively short mean-time-to-failure of tubes were limiting factors. The first electronic digital programmable computer, Colossus, in 1934, containing over 3,000 tubes in small independent modules, was designed by Tommy Flowers, who discovered the way the vacuum tubes could operate reliably for very long periods, mainly if their heaters were run on a reduced current (Flowers, 1983). He pioneered using tubes as high-speed electronic switches (compared to electromechanical devices).

ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) (Patent No. U.S. Patent, 1973) was the first fully-operational electronic general-purpose computer. It was Turing-complete, digital, and capable of being reprogrammed to solve a large class of numerical problems. It took 30 months with 200,000 person-hours to build the ENIAC, and it was publicly disclosed in 1946. The ENIAC was enormous (around 100 feet long,  $8\frac{1}{2}$  feet high, several feet wide, and weighing 30 tons) and contained 18,000 vacuum tubes. The device took days to program and could only store 20 numbers. In 1944, after John von Neumann joined the ENIAC project, the EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) was proposed as a binary and a stored-program computer. This proposal has been used to name this computer the *von Neumann* computer, but John Mauchly and John Presper Eckert have equally contributed to the invention of the machine, according to (Hennessy & Patterson, 2006).

The quality of the tubes on one side and the diversion of skilled people during World War II limited the tubes' quality (Randall, 2006). After the war, development continued with tube-based computers. In 1949, the EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) was built to store computer programs, using mercury delay lines for its memory (V., Wheeler, & Gill, 1951; Wilkes, 1985). A smaller prototype was built earlier, in 1948, at the University of Manchester, named Mark I, which could be called the first available operational stored-program machine. The instruction set architecture

of the EDSAC, an accumulator-based architecture, remained popular until the 1970s.

## Quantum Computers

A new challenge came when Richard Feynman, known for his work on quantum mechanics' *path integral formulation*, theory of quantum electrodynamics, superfluidity, and particle physics, suggested that it would be possible to simulate quantum systems using quantum mechanics. That alluded to some proto-quantum computer.

A quantum computer is a system that can store and process information according to the laws of quantum mechanics. The idea took shape in 1985 when, based on Feynman's ideas, David Deutsch proposed a new architecture based on quantum mechanics, assuming that all physics is derived from quantum mechanics (Deutsch & Ekert, 1998; Nielsen, 2002). An object can simultaneously exist in two different states in a quantum world, a phenomenon known as superposition. That means that in contrast to the ordinary bit in classical computers, a quantum bit (or *qubit*) in quantum computers can be placed in a complex state where it is both 0 and 1 simultaneously. When measuring the qubit's value, it must only take on one of these values.

Quantum superposition enables quantum computers to simultaneously consider and manipulate all combinations of bits, making quantum computation powerful and fast. The main point is that often we are interested in only a subset of the calculations. Measuring the final state of a quantum computer will give us only one answer randomly chosen, which may or may not be the desired solution. Thus, the art of a quantum algorithm is to get the answers that are not needed and cancel them out so that only one answer is left, which is a solution to the problem.

We first need the qubit's fundamental computing element to build a quantum computer. A qubit could be any object, obeying the laws of quantum physics that can be placed in a superposition of states. A quantum degree of freedom can be a charge, spin, photon polarization, or magnetic flux. Quantum systems are being explored as qubits, with their specific advantages and challenges: single atoms in ion traps, nitrogen-vacancy defect centres in diamonds, and superconducting circuits. Qubits based on semiconductors are attractive because of their electrical tunability. They can easily be integrated into the electronics industry, but searching for a perfect semiconductor that satisfies the requirements of fast quantum control, long coherence time, and scalability to thousands of coupled qubits continues.

The only company selling a quantum computer is D-Wave Systems. D-Wave uses qubits based on superconducting loops, although these qubits are wired together to make a computer that operates differently from a universal quantum computer. This company uses an approach known as

*adiabatic quantum computing*, in which the qubits are placed initially in a state that relaxes into an optimal configuration. Although this approach can quickly solve specific optimization problems, D-Wave's computers can not implement arbitrary algorithms. The quantum computing community is still debating the extent to which the D-Wave's hardware behaves according to quantum mechanics laws. Since 2009, Google has been working with D-Wave Systems, and their independent tests found that D-Wave's computer may not use quantum physics to solve problems. John Martinis, a physicist, and professor at the University of California, Santa Barbara, has joined Google to establish a new quantum hardware lab working on constructing superconducting quantum circuits (Barends, et al., 2014).

### **Quantum Computer and Intelligence**

We want to answer whether a computer can think like a human for arbitrary computer architecture. That would make a computer an *intelligent* machine. From the viewpoint of the Turing test, the responses from a hidden source can be either human or artificial. According to Turing, one must be intelligent if one can not distinguish between the two sources.

The idea that quantum mechanics and consciousness are related is essential in quantum mechanics. The human brain and its mental aspects are connected with classical brain physiology and the multidimensional quantum physics universe. The universe can be seen as a  $(4 + D)$  dimensional space, or  $R+iR_I$ , where  $R$  is the usual 4-dimensional space-time and  $iR_I$  is the  $D$ -dimensional space-time. Here,  $D$  is related to the individual mind, an expression of a universal mind through holonomic communication with quantum fields (Bhadra, 2017). Many other theories of consciousness relate (Penrose, *Shadows of the Mind. An Approach to the Missing Science of Consciousness*, 1994).

Furthermore, the coherence of quantum states among the brain proteins leads to material changes in brain physiology; that is, a collapse of the quantum coherent states of tubulin proteins occurs due to quantum gravity at the spin level (Jibu, Yasue, & Hagan, 1997; Carvallo, 1997). Here, it has been postulated that gravity is the entropic compensation for the motion of mass or information rather than a force (Verlinde, 2011) and hence argued that the consciousness may originate from a gravity-mediated reaction on the entropic displacement of information occurring in the high-density human brain (Meijer, 2012).

Returning to our original question of whether a computer can think like a human would mean an algorithm can think like a human. However, the human brain does not work simply by applying some algorithm but based on a trial-and-error basis, using prior experience. The Turing machine model can run the same algorithm indefinitely to solve a problem, leaving away human

reasoning. However, mathematical models, such as machine learning or deep learning, may be used to build model systems closer to the nature of human reasoning than to the functioning of the Turing machine model. The basis of these mathematical models is trial-and-error reasoning, using prior experience, and not general rules applied to algorithms (Bhadra, 2017).

Based on (Koch & Hepp, 2006), human consciousness emerges from computations among brain neurons, each receiving and integrating synaptic inputs. Note that the human brain is a network of about  $10^{11}$  neurons, and together with these chemical synapses, they are considered a fundamental building model for computer simulations of brain function in the area of Artificial Intelligence. However, viewing the brain as a computer may need to be complete (Hameroff & Penrose, 1996). Thus, it was suggested that consciousness depends on biologically inspired quantum computations in clusters of microtubules within brain neurons responsible for regulating neuronal activities (Hameroff & Penrose, 1996). In this view, the quantum world's objective reality may play an essential role in consciousness or intelligence. It is also possible to have a robotic computer with a human-like brain. Then its robotic brain functions like a human brain if trained with some initial information. Furthermore, the intelligence may not only be related to the quantum level but also Einstein's space-time (Bhadra, 2017) (and the references therein); thus, the quantum-gravity may play an essential role in the next generation of quantum machines and perhaps help to answer the question if the quantum computers can think, based on that they have a quantum architecture (Penrose, On gravity's role in quantum state reduction, 1996).

Quantum mechanics laws explain how living brains obtain information using sensory systems, where the entangled radical electrons play an essential role. Besides, other complex brain functionalities depend on the specific nuclear spins, which can be explained only using quantum mechanics laws. Until now, no reliable experimental methods have been established to distinguish classical from quantum correlations in living brains (Kerskens & Pérez, 2022).

From the classical mechanics' viewpoint, the relationship matter-energy is local and involves direct contact, which is also standard in quantum mechanics. However, from a quantum mechanics viewpoint, quantum particles can correlate instantaneously at any distance; relationships can be non-local. The non-locality is in favour of the existence of multidimensional space-time reality (Bhadra, 2017). There is a dualism of the energy waves; the energy of particles at the stages of symmetry group  $SU(11)$  are in the form of waves, which by symmetry breaking produces the energy sources of location  $SU(6)$ , responsible for the biological intelligence, and energy sources  $SU(5)$ , responsible for the physical-material of the universe and living creatures, including human. Here, the particles of the energy sources of stage

SU(5) obey the physics laws of dual wave-particle behaviour; that is, entanglement, and hence in our physical universe, the energy sources producing intelligence and those growing physical matter always behave like entanglement. Further, the intelligence may frequently change due to the random superposition of the wave functions. Moreover, one can expect that energy sources SU(6) produce intelligence elements belonging to the energy sources SU(5) by transferring non-ordinary matter into ordinary matter and hence making biological cells. The energy sources SU(6), responsible for natural intelligence, creates the individual identity (such as plants, animals, human, and so on) (Penrose, *The Emperor's New Mind. Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*, 1989; Penrose, *Shadows of the Mind. An Approach to the Missing Science of Consciousness*, 1994).

The coupling of wave information to intelligent processes suggests that the wave information transmits from and into the brain by wave resonance. Further, the quantum system of the human brain interacts with a quantum environment from which the phase information is lost. Moreover, the quantum coherence in biological cells or human brains may have long-range spatial behaviour by entanglement. Very recently, an experimental method was established to measure the quantum correlations in the living brain for the first time (Kerskens & Pérez, 2022). The idea was to witness the entanglement by searching for auxiliary quantum systems measured using a non-invasively approach (such as nuclear magnetic resonance) in the consciously aware brain, which can be used as sufficient proof of the quantum mechanics' function of the brain. The experimental evidence was found that quantum entanglement was created for the physiological and cognitive processes in brains; hence, consciousness/intelligence is non-classical.

Moreover, very recently, it has been shown that a new phase of matter was created that has never been seen before, where the atoms have two-time dimensions (Dumitrescu, et al., 2022). That new phase was completed by hitting with a laser pulse based on the Fibonacci sequence at atoms used inside a quantum computer. This is a breakthrough in quantum computing because one can protect stored information from errors. Besides, the discovery of the time that exists in two dimensions may lead to the 5th dimension of the phase of matter, an element of the SU(5) group, because they are considered as higher dimensions phases of matter projected into lower dimensions, similar to a 2D Penrose tiling is a slice of projected 5D lattice (Dumitrescu, et al., 2022). Further, the higher dimensions go behind the physical 3D spatial dimensions; hence, it is reasonable to assume that they are elements of the SU(5) group. Based on the duality between SU(6) and SU(5) discussed above (Bhadra, 2017), human consciousness/intelligence could be created inside quantum computers. Interestingly, using the time to control the boundaries around the phase of matter to create a so-called dynamic topological phase or

time-crystals (quasicrystals flowing in one of the dimensions) has been subject to the previous study (Mi & al., 2022; O’Sullivan, et al., 2020; Andersen, 2019).

According to Hartmut Neven, Director of Engineering at Google, *quantum machine learning may provide the most creative problem-solving process under the laws of physics.*

## Conclusion

I discussed the role of physics in the 21st century, considered the *information age*, characterized by an economy based on information computerization. In this new computing era, physics should no longer be seen as an abstract and purely academic endeavour.

I want to encourage fundamental research in physics at both the academic and Research & Development levels.

## References:

1. Abrikosov, A. (2003). Type II superconductors and the vortex lattice. *Nobel Lecture*.
2. Alferov, Z. I. (2000, December 8). Quasi-electric fields and band offsets: teaching electrons new tricks. *Nobel Lecture*.
3. Andersen, T. (2019). Quantization of fields by averaging classical evolution equations. *Physical Review D*, 99, 016012.
4. Atanasoff, J. V. (1973). *Computing Machine for the Solution of large Systems of Linear Algebraic Equations*. New York: Springer-Verlag.
5. Atanasoff, J. V. (1984). Advent of electronic digital computing. *IEEE annals of the history of computing*, 6(3), 229.
6. Bardeen, J. (1956, December 11). Semiconductor research leading to the point contact transistor. *Nobel Lecture*.
7. Bardeen, J., Cooper, L., & Schrieffer, J. (1957). Microscopic Theory of Superconductivity. *Physical Review*, 106, 162.
8. Bardeen, J., Cooper, L., & Schrieffer, J. (1957). Theory of Superconductivity. *Physical Review*, 108, 1175.
9. Barends, R., Kelly, J., Megrant, A., Veitia, A., Sank, D., Jeffrey, E., . . . Martinis, J. (2014). Superconducting quantum circuits at the surface code threshold for fault tolerance. *Nature*, 508, 500.
10. Basov, N. G. (1964, December 11). Semiconductor lasers. *Nobel Lecture*.
11. Bednorz, J., & Müller, K. (1986). High Tc superconductivity in the Ba-La-Cu-O system. *Z. Phys. B - Condensed Matter*, 64, 189.
12. Bhadra, N. K. (2017). The complex quantum-state of consciousness. *IOSR Journal of Applied Physics*, 9, 57.
13. Board, N. S. (2012). *Science and Engineering Indicators*.



14. Bohr, N. (1922, December 11). The structure of the atom. *Nobel Lecture*.
15. Brattain, W. (1956, December 11). Surface properties of semiconductors. *Nobel Lecture*.
16. Broglie, L. d. (1929, December 12). The wave nature of the electron. *Nobel Lecture*.
17. Buck, A. (2014). *The cryotron - a superconductive computer component*. MIT. Lincoln Laboratory.
18. Carvallo, M. (Ed.). (1997). *Introduction to quantum brain dynamics. In: Nature, Cognition and System*. Kluwer Academic.
19. Crick, F. (1962, December 11). On the genetic code. *Nobel Lecture*.
20. Davies, P. (2008). *A Quantum Origin of Life: Quantum Aspects of Life*. (D. Abbott, P. Davies, & A. Pati, Eds.) World Scientific.
21. Delbrück, M. (1969, December 10). A physicist's renewed look at biology - Twenty years later. *Nobel Lecture*.
22. Deutsch, D., & Ekert, A. (1998). *Quantum Computation*. Physics World.
23. Dirac, P. (1933, December 12). Theory of electrons and positrons. *Nobel Lecture*.
24. Dumitrescu, P., Bohnet, J., Gaebler, J., Hankin, A., Hayes, D., Kumar, A., . . . Potter, A. (2022). Dynamical topological phase realized in a trapped-ion quantum simulator. *Nature*, 607, 463-467.
25. Eckert, J. P., & Mauchly, J. W. (1973, October). *Patent No. U.S. Patent*.
26. Edison, T. (1884). *Patent No. U.S. Patent 307,031*.
27. Einstein, A. (1923, July 11). Fundamental ideas and problems of the theory of relativity. *Nobel Lecture*.
28. Faggin, F. (1992). The birth of microprocessor. *Byte*, 17(3), 145.
29. Feynman, R. (1965, December 11). The development of the space-time view of quantum electrodynamics. *Nobel Lecture*.
30. Fleming, A. (1904). *Patent No. U.S. Patent 803,684*.
31. Flowers, T. H. (1983). The design of Colossus. *Annals of the history of computing*, 5, 239.
32. Ginzburg, V., & Landau, L. (1950). On the theory of superconductivity. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, 20, 1064.
33. Gould, G. R. (1960). The LASER, light amplification by stimulated emission of radiation. In P. A. Franken, & R. H. Sands (Ed.), *In the Ann Arbor conference on optical pumping*, 187 (4736), p. 493 .
34. H. C. Townes, H. (1999). *How the laser happened. Adventures of a Scientist*. Oxford University Press.

35. Hameroff, S. R., & Penrose, R. (1996). Conscious events as orchestrated space-time selections. *Journal Consciousness Studies*, 3(1), 36.
36. Han, J.-W., & M. Meyyappan, M. (2014). Introducing vacuum transistors: A device made of nothing. *IEEE Spectrum*.
37. Heisenberg, W. (1933, December 11). The development of quantum mechanics. *Nobel Lecture*.
38. Hennessy, J., & Patterson, D. (2006). *Computer architecture: A quantitative approach* (4 ed.). Morgan Kaufmann.
39. Hershey, A. (1969, December 12). Idiosyncrasies of DNA structure. *Nobel Lecture*.
40. Intel. (2014). *22 nm Technology*.
41. Jacobi, W. (1952, May). *Patent No. DE 833366*.
42. Jibu, M., Yasue, K., & Hagan, S. (1997). Evanescent photon and cellular vision. *Biosystems*, 42(1), 65 .
43. Kerskens, M. C., & Pérez, D. (2022). Experimental indications of non-classical brain functions. *J. Phys. Commun.*, 6, 105001.
44. Kilby, J. (2000, December 8). Turning potential into realities: The invention of the integrated circuit. *Nobel lecture*.
45. Koch, C., & Hepp, K. (2006). Quantum mechanics in the brain. *Nature*, 440(7084), 611.
46. Kroemer, H. (2000, December 8). The double heterostructure: concept and its applications in physics, electronics and technology. *Nobel lecture*.
47. Luria, S. (1969, December 10). Phage, colicins and macroregulatory phenomena. *Nobel Lecture*.
48. Maiman, T. H. (1959). *Stimulated optical radiation in ruby*. Nature, University of Michigan.
49. Mann, A. (2011). High-temperature superconductivity at 25: Still in suspense. *Nature*, 475, 280.
50. Meijer, D. K. (2012). Quantum modeling of the mental state: the concept of a cyclic mental workspace. *Syntropy Journal*, 1, 1.
51. Mi, X., et. al. (2022). Time-crystalline eigenstate order on a quantum processor. *Nature*, 601, 531-536.
52. Nielsen, M. A. (2002). <http://www.qinfo.org/people/nielsen/qicss.html>. Retrieved 2002, from Eight Introductory Lecturers on Quantum Information Science.
53. Noyce, R. (1977). Microelectronics. *Scientific American*, 237(3), 62.
54. O'Sullivan, J., Lunt, O., Zollitsch, C., Thewalt, M., Morton, J., & Pal, A. (2020). Signatures of discrete time crystalline order in dissipative spin ensembles. *New J. Phys.*, 22, 085001.

55. Omari, K., & Hayward, T. (2014). Chirality-based vortex domain-wall logic gates. *Phys. Rev. App.*, 2(4), 044001.
56. Onnes, H. K. (1911). Further experiments with Liquid Helium. C. On the change of electric resistance of pure metals at very low temperatures. IV. The resistance of pure mercury at helium temperatures. *Comm. Phys. Lab. Univ. Leiden*, 120b.
57. Penrose, R. (1989). *The Emperor's New Mind. Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*. Oxford: Oxford University Press.
58. Penrose, R. (1994). *Shadows of the Mind. An Approach to the Missing Science of Consciousness*. Oxford: Oxford University Press.
59. Penrose, R. (1996). On gravity's role in quantum state reduction. *General Relativity and Gravitation*, 28, 581.
60. Planck, M. (1943). Zur Geschichte der Auffindung des physikalischen Wirkungsquantums. *Naturwissenschaften*, 31(14-15), 153.
61. Prokhorov, A. M. (1964, December 11). Quantum electronics. *Nobel Lecture*.
62. Randall, A. (2006). *A lost interview with ENIAC co-inventor J. Presper Eckert*. Computer World.
63. Schrödinger, E. (1933, December 12). The fundamental idea of wave mechanics. *Nobel Lecture*.
64. Schrödinger, E. (1944). *What is Life?* Cambridge University Press.
65. Schulten, K., Phillips, J., Kale, L., & Bhatele, A. (2008). *Biomolecular Modeling in the Era of Petascale Computing*.
66. Schwinger, J. (1965, December 11). Relativistic quantum field theory. *Nobel Lecture*.
67. Shockley, W. (1956, December 11). Transistor technology evokes new physics. *Nobel Lecture*.
68. Thomson, J. (1906, December 11). Carriers of negative electricity. *Nobel Lecture*.
69. Tomonaga, S.-I. (1966, May 6). Development of quantum electrodynamics. *Nobel Lecture*.
70. Townes, H. C. (1964, December 11). Production of Coherent Radiation by Atoms and Molecules. *Nobel Lecture*.
71. Turban, E., Rainer, R. K., & Potter, R. (2005). *Introduction to Information Technology*. John Wiley & Sons.
72. V., W. M., Wheeler, D. J., & Gill, S. (1951). *The preparation programs for an electronic digital computer*. Cambridge: Addison-Wesley.
73. Vardalas, J. (2003, May). *Twist and turns in the development of the transistor*. Retrieved from IEEE-USA Today's Engineer.

74. Verlinde, E. P. (2011). On the Origin of Gravity and the Laws of Newton. *JHEP*, 04, 29 .
75. Watson, J. (1962, December 11). The involvement of RNA in the synthesis of proteins. *Nobel Lecture*.
76. Wilkes, M. V. (1985). *Memoirs of a computer pioneer*. Cambridge: MIT Press.
77. Wilkins, M. (1962, December 11). The molecular configuration of nucleic acids. *Nobel Lecture*.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Female Genital Mutilation: A Religio-cultural Sensitive Issue Determining Maternal Healthcare Choices among Somali Women in Dadaab Refugee Camp, Kenya**

*Josephine Gitome, PhD*  
*Newton Kahumbi, PhD*  
*Muthoni Mainah, PhD*  
*Jacqueline M. Kituku, MSc*  
*Teresa Mwoma, PhD*  
*Priscilla Ndegwa, PhD*  
Kenyatta University, Kenya  
*Jennifer Bagelman, PhD*  
New Castle University, United Kingdom

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p16](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p16)

Submitted: 14 August 2022

Accepted: 15 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Gitome J., Kahumbi N., Mainah M., Kituku J.M., Mwoma T., Ndegwa P. & Bagelman J. (2023). *Female Genital Mutilation: A Religio-cultural Sensitive Issue Determining Maternal Healthcare Choices among Somali Women in Dadaab Refugee Camp, Kenya*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 16. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p16>

### **Abstract**

This paper focuses on Kenya's development challenges in maternal health care, especially the impact of traditional birth attendants (TBAs) and female genital mutilation (FGM) among the refugees. The study identifies four objectives: to discuss the persistence of FGM among Somali women in Ifo Refugee Camp; to establish the hospital process of providing maternal health care to mothers who have gone through FGM; to find out the level of preparedness of the midwives to handle mothers with religio-cultural concerns such as prayer and non-involvement of male nurses; and how the practice of FGM contributes to the preference of TBA by mothers. This study assumes that midwives' training may not have effectively addressed FGM, a social-cultural sensitive issue affecting childbirth and care. The specific support of midwives in refugee camps contexts also remains limited. A qualitative research approach was used in the study, involving Snowballing sampling method, in-depth interviews, and focus group discussions (FGDs). These

methods brought out pertinent issues that make TBAs the preferential option for some mothers despite the presence of level 4 category hospitals in the refugee camps. In case of birth complications, the mother's choice for TBA delays the family's decision to take her to the hospital and for healthcare workers to save mother and child. The shortage of midwives and the presence of male midwives in hospitals make some Somali mothers seek assistance from TBAs. There is a need to contextualize midwifery training by enhancing the curriculum with evidence-based/mother-centered skills.

---

**Keywords:** Infibulation, De-infibulation, Traditional Birth Attendants (TBA), Female Genital Mutilation (FGM), Refugees, episiotomy

## **Introduction**

Kenya hosts refugees mainly from Somalia, DRC, Rwanda, and Burundi. These refugees are hosted in different refugee camps in the country, including the Dadaab refugee complex. In August 2021, the Dadaab refugee camp had approximately 52.7 percent of its population being Somalis. According to World data information (2021), Somalis constitute the 11<sup>th</sup> largest group of refugees worldwide.

It is noted that the Somalis have social and cultural practices that are also carried out in the refugee camps. One of these practices is FGM, and it has an impact on the deliveries by Somali mothers. Munala (2003 UNHCR report) noted that female circumcision is a major contributor to deaths during delivery for women in Dadaab. This is in tandem with NCAPD Policy Briefs (2010), which states that 98 percent of the Somali women in Kenya undergo female circumcision and eighty percent experience infibulation. However, religious and cultural reasons make it difficult for such women to be adequately helped on maternal healthcare choices, especially because they are locked in a cultural background offering few or no choices to make.

The 2014 Kenya Demographic and Health Survey data describes the factors that determine where women deliver in Kenya and explore the reasons given for home delivery (KDHS, 2014-2015). Also, the percentage of births attended by a skilled provider and the percentage occurring in health facilities increased by a magnitude of 20% from 2003 to 2014.

The persistence of some Somali mothers in the camp to seek birthing care from traditional birth attendants is of significant concern. This is because the government of Kenya made maternal health care free in public hospitals in 2013 with the aim of reducing the mortality rate, which was 488 maternal deaths per 100,000 live births according to the Ministry of Health data. Somali refugees come from a country that experiences a disproportionately higher maternal mortality ratio of 732 per 100,000 live births and a neonatal mortality

rate estimated at 38.8 per 1000 live births (UNHCR Health Information System Dadaab annual report 2015, unpublished).

UNHCR supports the refugee mothers by providing maternity facilities in each of the refugee camps in Dadaab free of charge. Nevertheless, why some of these mothers do not appreciate the hospital maternity is of great concern.

## Methods

The in-depth qualitative study selected the following respondents: four TBAs, four pregnant women using TBA services, 5 women who delivered in the hospital, two men whose wives delivered children in the hands of a TBA, 4 female Somali refugee school leavers with basic maternal healthcare skills sent to the community by hospital administration, and ten hospital midwives. Three separate FGDs of 7 community leaders, 6 mothers, and 6 midwives brought out pertinent issues demonstrating the presence of FGM practices in Dadaab. Interview guide Questionnaires were used to interview individuals and Interview guide questions were used in the Focus group discussions. The data has been analyzed using qualitative and quantitative mixed methods to demonstrate the findings.

## Results

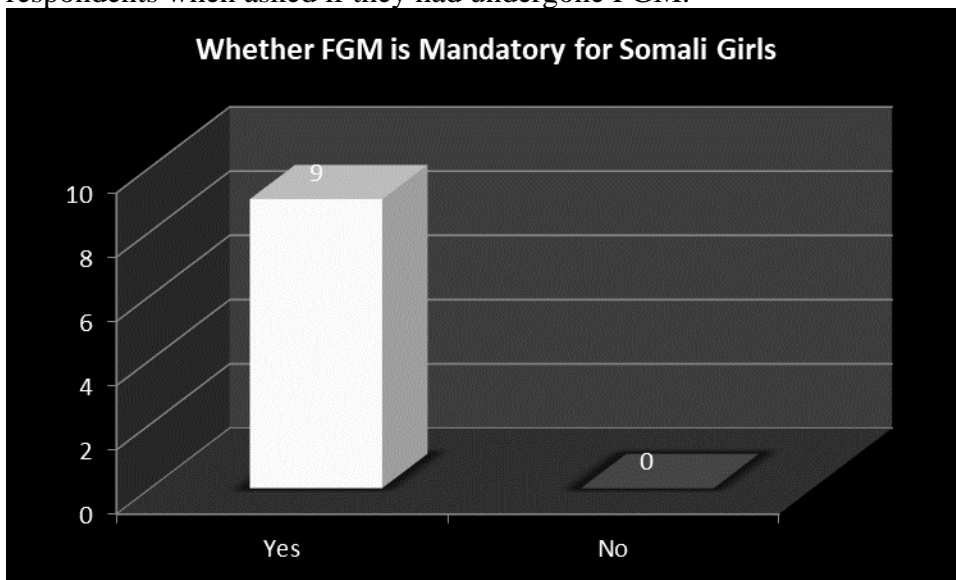
FGM, also called female circumcision and Female Genital Cutting (FGC), involves cutting some part of the clitoris or labia for non-therapeutic reasons, usually as part of a rite of passage into adolescence. FGM may entail cutting off a girl's clitoris and labia, thus what remains is stitched together so that only a small aperture is left for urine and menstrual fluids to pass through. World Health Organization (WHO) (2010) defines FGM as "all procedures that involve partial or total removal of the external female genitalia, or other injuries to the female genital organs for non-medical reasons." There are classified into 4 broad types:

1. **Clitoridectomy:** The partial or total removal of the clitoris (a small sensitive and erectile part of the female genitals)
2. **Excision:** Partial or total removal of the clitoris and the labia minora, with or without excision of the labia majora (the labia are "the lips" that surround the vagina).
3. **Infibulation:** Narrowing of the vaginal opening through the creation of a covering seal. The seal is formed by cutting and repositioning the inner or outer labia, with or without removal of the clitoris.
4. **Pricking, piercing or incising** of the clitoris and/or labia stretching of the clitoris and/or labia cauterization by burning the clitoris and surrounding tissue. It involves scraping the tissue surrounding the vaginal orifice or cutting the vagina introduction of corrosive

substances or herbs into the vagina to cause bleeding or for the purposes of *tightening* or narrowing it.

### ***Prevalence of FGM among Somali Women***

Interestingly, the practice of FGM in Somali community, particularly among Somali women in the Dadaab Refugee camp, formed an objective for this study. The researcher sought to establish the degree to which the practice was entrenched among Somali women and possibly establish the reasons for the practice. To achieve this, the researcher interviewed respondents in different categories, including pregnant women, TBAs, and community leaders. Also, the researcher sought the perspectives of nurses in Red Cross Hospital in IFO refugee camp health facilities, which is a well-structured medical facility. Notably, female circumcision is viewed as the norm among and by the Somalis, including the women themselves. The respondents interviewed by the researcher noted that it is a mandatory practice for every young girl to go through. Figure 1 below shows the responses of the respondents when asked if they had undergone FGM.

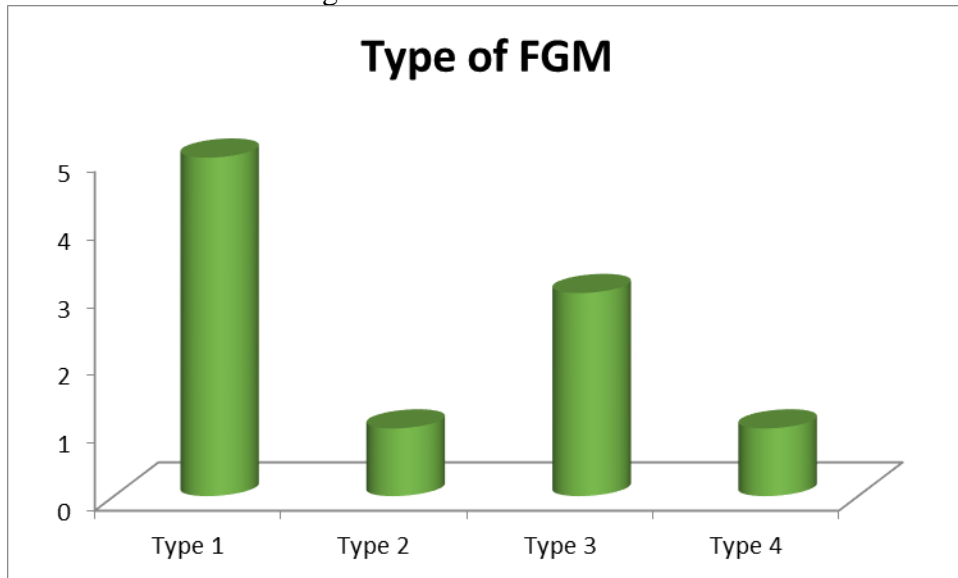


**Figure 1.** The prevalence of FGM among Somali women in Dadaab Refugee Camp

From Figure 1 above, it is noted that FGM is a deeply rooted practice. The mothers who were interviewed during the study all indicated that every Somali girl must undergo female circumcision. According to the responses, anyone who does not go through the practice is considered unclean and she may even fail to find a husband. According to respondent 9, “No girl is allowed to refuse FGM” (September 2021).



It is important to note that FGM among Somali women is viewed as a rite of passage and, therefore, a cultural and traditional expectation. It is expected that young girls should undergo the cut and that there should not be any question about it. Interviews carried out on mothers, who had experienced FGM at the age 6-14 years old, show that young girls undergo different types of FGM as indicated in Figure 2 below.



**Figure 2.** Types of FGM practiced

Out of the 10 respondents who were interviewed, 5 indicated that they underwent type 1 FGM (clitoridectomy) when they were between 6 to 12 years of age. This means that type 1 FGM was the most practiced among the Somalis, followed by type 3 (infibulation). Type 3 is indicated as the worst kind that leaves the women with a partial vaginal closure and ends up creating challenges during delivery. However, this paper notes that the rest of the types could also result in challenges at delivery in some cases as one respondent noted, thus: "...experienced obstructed labor, had to go through episiotomy before (giving) birth to hasten delivery."

The sentiments above indicate that though considered a rite of passage and a mandatory practice among Somalis, FGM has impacted greatly on the maternal and even sexual lives of the women who undergo the cut. In spite of the type, female circumcision has the potential to affect delivery. Besides, while all the respondents acknowledged that the practice has a cultural background, there were those that felt that it had no importance in modern-day society, and they did not find any reason as to why it was being practiced. In fact, one of the respondents indicated that some girls today were rebelling against it, only undergoing "sunna" as a way of fulfilling the requirement of

their culture. Other than that, there were respondents who had the opinion that it should be eradicated completely (Respondent 3, Sept. 2021). The feelings of these respondents are indications that there are long-term and short-term effects of FGM on both the mother and the fetus. Therefore, the following are some of the long-term impact of the practice:

i. The Mother

Some of the respondents noted long-term effects of FGM on the mother to include pelvic infections, prolonged and obstructed labor, and need for Cesarean Section (CS). Some endure deep incision/ de-infibulation, obstetric fistula, excessive bleeding, keloid formation, and Vaginal Cyst Formation.

ii. The Fetus

One of the midwives from IFO Red Cross Hospital noted that FGM increases the risk of stillbirth three to four times. Also, the lack of oxygen during the second phase of labor can result in stillbirths, and children with cerebral palsy or epilepsy are a possibility.

### **The Major Impact of FGM on Somali Women's Maternity**

The researcher noted that there were impacts on the maternal health care of the mothers who underwent FGM. In an interview with one of the hospital midwives, it was noted that FGM causes trauma to the mothers during delivery and this has a bearing on the maternal health of such mothers. The respondent indicated thus:

“They have difficult delivery and the mother experiences a lot of trauma arising from the cut to remove the stitches.” (Respondent 7, midwife)

#### ***Somali Mothers' FGM and TBA Birthing Care***

Giving birth is a medical affair, but among the Somali refugee migrants in the Dadaab Refugee camp, it is both a medical and community affair with phobia and partial resistance to hospital deliveries. A few mothers in the Dadaab refugee camp still prefer to deliver at home under the care and support of a TBA. As observed by Nyagueso et al. (2018), providing healthcare facilities in the neighborhood of the patient is inadequate if patient's perspective is not considered. The TBA among the Somalis is a case in point, and they consider her to be an important person when it comes to the mothers' birth care. According to their perspective, she is the person who is responsible for the safe delivery of the mother and the disposing of the placenta. Notable is the fact that the new mothers have to be kept away from the eyes of the public to avoid a bad omen, according to the beliefs of the Somalis. Therefore, it is the TBA who keeps away the people and determines who and how many people would see the new mother and baby. Some of the TBAs have learned their practice since they were children, looking at what their mothers were

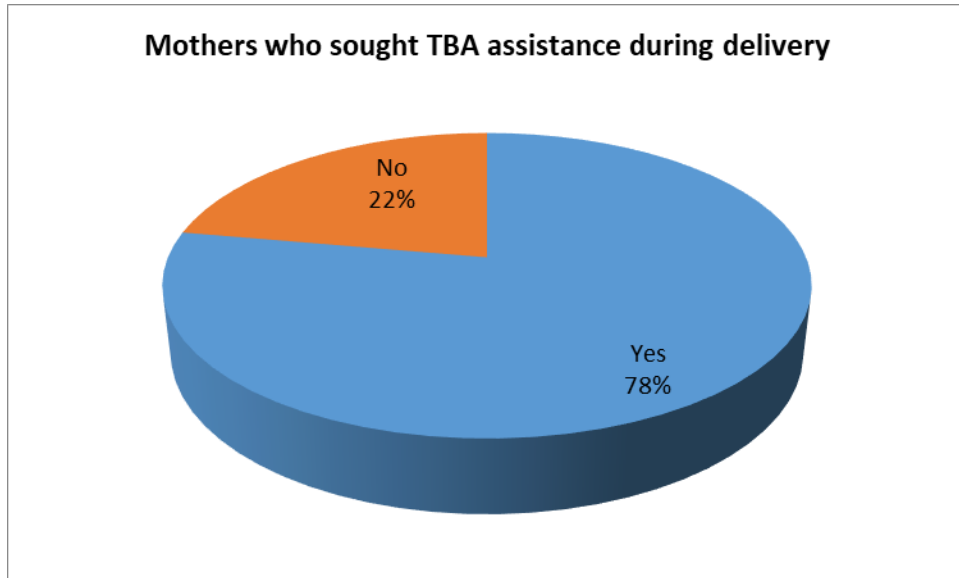
doing. This has enhanced their expertise in child delivery among the Somali women and they understand the traditions and customs of their people.

The provision of skilled healthcare providers at delivery, postnatal and antenatal care, and family planning as important interventions does not guarantee a reduction in mortality and morbidity because of the shortage of medical staff, especially in remote regions. The journey to the hospital is at times complicated by poor road infrastructure and the TBAs come in handy (especially at night) in support of expectant mothers who have undergone FGM. This is because TBAs understand the community culture and religious practice and can mitigate by helping the mother release tension during labor. In the event of complications, the TBA escorts the mother to the hospital.

During the survey, one respondent (TBA 2) stated that they find ease while taking the delivery of mothers who have undergone Sunna type of circumcision which is confirmed by WHO (2010) to be a milder form involving the pricking or slight cutting off of the tip of the clitoris (type 4). The TBA 2 narrated how she experienced two types of challenges while assisting mothers with Sunni type of girl circumcision (type 3) and recommends the Sunna type. In TBA 2 words, the problem included: Over bleeding due to FGM complications, having to cut the mother at times deeply leading to need for urgent hospital help and bad presentation of the baby.

This implies that even though the Sunna type of female circumcision is becoming more common than the Sunni type, those mothers who came from Somalia having undergone the Sunni type in childhood (6-14years old) and are still giving birth encounter a difficult birth process. According to the World Health Organization, the FGM practice is a determining factor in the increased complication in childbirth and maternal deaths. Mothers suffer severe pain, heavy bleeding, infections, infertility, psychological trauma, and difficult coitus. UNICEF (2008) also recorded that babies are put in substantive danger during childbirth resulting in high mortality rates among babies born by mothers who have undergone FGM. The patriarchal nature of the Somali culture complicates maternal health care when the healthcare providers in the hospitals resort to cesarean section as the only option to help mothers with obstructed labor complications.

According to the data collected, it was noted that the majority of the Somali women preferred and had used the services of a TBA. Out of the 9 women who were interviewed at different stages of the study, the researcher notes that 6 of them responded in the affirmative when asked if they delivered with the help of a TBA. Thus, the figure below shows the responses of the percentage of the women who sought the help of a TBA during pregnancy and/at delivery.



**Figure 3.** Rate of TBA Support among Somali women

Figure 1 above indicates that approximately 78% of Somali women seek the help of a TBA during their pregnancy period and/or at the delivery stage. The responses are indicative of the rate of preference for TBA as compared to hospitals and modern health maternal services. The 22% of the women indicated that they did not seek the assistance of TBAs and preferred hospitals and nurses with one of them indicating that she did not have any relationship with TBAs since she goes to the hospital for checkups and delivery. It is noted that the responses from the Dadaab refugee camp were also backed up by data from mothers and TBAs in Eastleigh, a town that is heavily inhabited by Somalis in Nairobi County.

To understand further why there was such a high preference, the researcher asked the women how the TBAs helped them, which was a pointer to the reasons for their preferences. Notably, the TBAs were said to be friendly and that they gave full information to the satisfaction of expectant mothers. This is an important point both in the understanding of why TBAs are preferred and the advocacy for modern maternal services among Somalis.

Upon further inquiry, it was noted that the FGM tradition is entrenched in the lives of the Somali women to the extent that they consider it as part of their lives. The respondents interviewed indicated that FGM is mandatory and it is a rite of passage. As such, there was the argument that tradition among the Somalis was an important thing to follow, and that created a direct link between the practice of FGM and the high preference for the TBAs among Somali women. One of the TBAs who was interviewed noted that she has overseen over thirty (30) births since she started the practice and some

pregnancies and deliveries can be challenging. A deeper probing indicates that some women experience difficulties in their first pregnancies, especially because of infibulations that are a result of FGM type 3. This shows the impact of FGM on maternal healthcare since, in such cases, the women have to be rushed to a medical facility in order to save their lives. However, in some cases, the TBA handles the situation and stops the bleeding. Thus, among the reasons that TBAs were preferred by expectant mothers included:

- i. Mothers are confident when working with a TBA as compared to the nurses, especially the male nurses. The main reason is that TBAs are part of the Somali community and they would easily understand the woman and how she is, even when there are infibulations in her genitals due to FGM.
- ii. There is no travel to the hospital since the TBA lives close to the women and can easily be accessed.
- iii. In case of complications, TBAs are there to escort the mothers to a health facility.
- iv. They understand the community's culture and religious practices.
- v. They apply massaging and storytelling to relax the mother and increase the chances of giving birth naturally in the place where healthcare providers are proposing cesarean section.

The above are some of the highlighted reasons by the mothers as to why they preferred TBAs and were at ease while working with them. It is noted that the practice of FGM and the general culture and customs of the Somalis make the expectant months uneasy in the hands of nurses whom they consider strangers and unaware of the ways of the Somalis. Therefore, it would be easier and most preferred to work with a TBA.

### **Hospitals Perceived Unsafe**

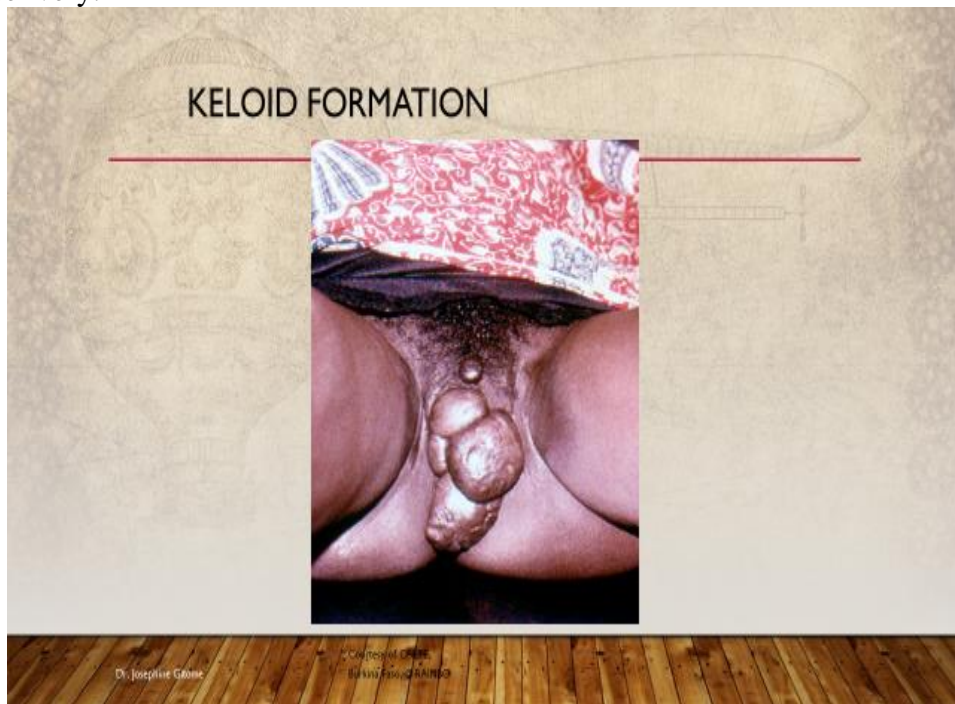
The Somali refugee migrant community at IFO refugee camp considers the medical health facilities in Dadaab unsafe to their reproductive health interests and their cultural and religious practices. A refugee SAVE mother noted that there are sharp contrasts between the religio-cultural beliefs and how the health system works:

The Somali refugee migrants in Dadaab IFO camp regard hospitals as unsafe due to fear of undergoing a cesarean section operation whenever mothers experience obstructed labor, being served with family planning contraceptives unknowingly, and losing the opportunity to bury the placenta which according to them is part of the human body and should be respectfully buried in the family

homestead. The TBAs are more preferred to the trained medical midwife personnel at the hospital.

Qualitative studies have attempted to learn what Somali women want from their western maternal care. Arising from this global effort is a consistent finding, which shows that many of the Somali women who have been interviewed expresses negative attitudes about cesarean delivery. However, during the Dadaab survey, a midwife from one of the hospitals informed us that they are still working on pregnant mothers stitched all through the birth canal with birth complications and they do de-infibulation procedures to save both mother and child.

The picture below, borrowed from a researcher in Kisii County, Kenya, shows a keloid formation which poses a huge challenge in a natural delivery.

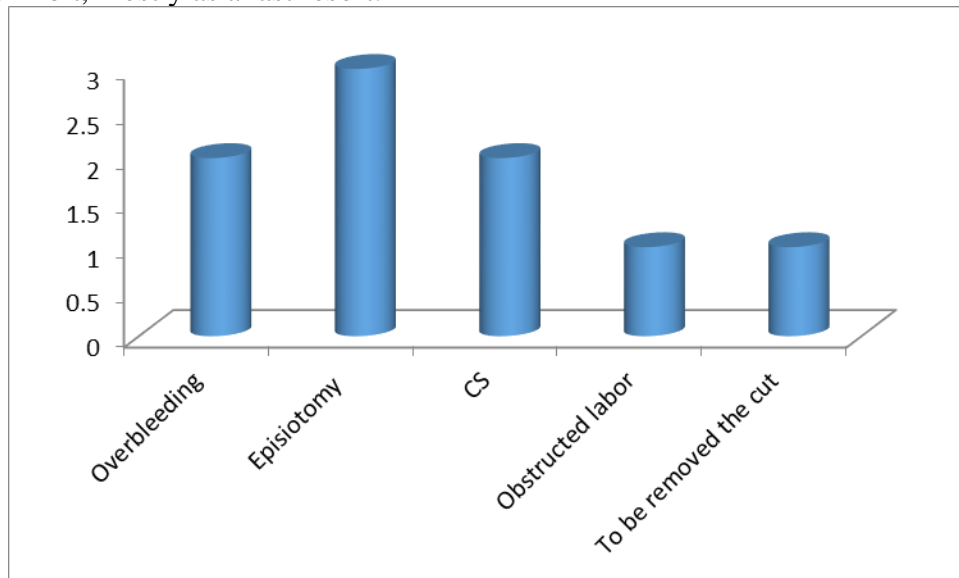


**Figure 4.** Keloid formation in a circumcised woman  
Grace Bonareri: - Kisii County Researcher

The sentiments in the above excerpt are indicative of how destructive FGM can be to women, especially mothers. There is an obvious need for a CS to be performed in cases where the birth canal has been obstructed so much by the FGM activity that the baby cannot pass through. Besides, there are mothers who feel so much pain that they cannot give birth normally, necessitating a CS. That affects the mother in different ways, including

lowering the number of births that she can have if she must give birth through caesarian section for all the births. The operation has the potential of causing infections that, if not correctly and timely handled, could be fatal. The cross-cutting effect that the interviewed midwives posited is the need to perform an episiotomy, which is the cutting of the vulva.

The impact of practices like infibulation is far-reaching. Nurses who have midwifed Somali women with scars of FGM indicated that most of them seek the help of nurses and doctors when the situation has gone out of hand and the TBA is unable to handle it. Figure 4 below shows the categories of complications/ care needed by mothers who seek the help of the hospital exhibit, mostly as a last resort.



**Figure 5.** Emergency Needs Rushed to Hospitals by TBAs among Somali women in Dadaab

Figure 5 above indicates that episiotomy is the major attention needed by women who seek the help of nurses as a last resort.

### ***Mitigating Measures and Interventions***

The health facilities in Dadaab, have provided basic Midwifery skills to female secondary school leavers and sent them to the communities as SAVE mothers or community midwives. Their role is to help explain the need to go to the hospital, attend to expectant mothers in need of basic support, and introduce them to hospital healthcare provisions.

They also have a “mama taxi” service for the pickup of mothers from the homesteads to the hospital. The service enables expectant mothers to get medical and maternal services quicker as compared to cases where there are no forms of transport that could be relied on. One of the nurses noted that some

locations are deep in the interior and, therefore, having mothers reach the hospitals on time is sometimes very challenging.

Education was cited as one of the ways that the practice could be eradicated. Mitigating the effects of FGM, as respondent 7 noted, could be very difficult for the hospital. The harm has been done already. Therefore, whenever a woman goes to the hospital seeking help, all the hospital can do is to cut the stitches to enable her give birth and then stitch her again to satisfy the cultural status quo.

Another mitigation measure by the nurses and the hospitals, in general, is to offer civic education. The nurses and doctors should continually inform the mothers about the effects of FGM and attempt to have them see the need for the practice to be eradicated (Respondent 5).

## **Discussion**

Four (4) million girls are at risk of undergoing FGM every year (WHO, 2020), and most of the girls are cut before they turn 15 years of age. Thus, FGM has been documented in 30 countries, mainly in Africa, as well as in the Middle East and Asia. Some forms of it have also been reported in other countries, including among certain ethnic groups in South America. Moreover, the growing migration has increased the number of girls and women living outside their country of origin who have undergone FGM or who may be at risk of being subjected to the practice in Europe, Australia, and North America (WHO, 2020). Somalia is the country with the highest prevalence of FGM in Africa at about 98 percent of women. A report by UNICEF (2020) states that the type of FGM procedure performed varies mainly with ethnicity. Estimates indicate that around 90% of FGM cases include Type 1, II, and IV.

FGM is practiced by some ethnic groups in Kenya as well as in other East African countries and is motivated by beliefs about what is considered to be proper sexual behavior for women and what is necessary to prepare them for marriage (WHO, 2014b). However, the practice is widely acknowledged as a violation of children's and women's rights, and it has the potential to cause serious medical complications. In 2011, Kenya passed a law, the Prohibition of FGM Act (2011), which banned FGM nationwide. Under this law, it is illegal to practice FGM in Kenya or to take someone abroad for FGM. However, Ndube (2016), Reports from Human Rights Dialogue 2.10 (2003), affirm that although the Kenyan National law has jurisdiction over all Dadaab refugee camps and banned the practice of FGM under the 2002 children's Act, FGM space continues to be evidently present. Ndube further notes:

Ninety-eight percent of all Somali women and girls are estimated to have undergone FGM and most of them (90%) have experienced "Pharaonic" or Type III FGM. To take one example of Somali refugees, UNHCR estimates



that 97% of Somali girls under the age of eight in the Dadaab camp in Kenya have had FGM performed on them.

Female circumcision is the epitome of womanhood and the core for entry into marriage and childbearing in several communities in Africa. Female circumcision is a deeply ingrained custom in Somalia, practiced for centuries, with one of the highest rates of circumcision in the world at 98 percent (Munala: UNHCR, 2014). The practice is one of the major cultural practices that Somali mothers have to combat during deliveries. UNHCR (2010) Dadaab Study concluded that female circumcision is a major reason why women die during delivery. The challenge is aggravated by the fact that healthcare providers may not be fully prepared to address deliveries complicated by religio-cultural context inhibitions such as FGM type 3 (infibulation).

As noted by Ndube (2016), the pharaonic type of FGM is the most prevalent among Somalis in the Dadaab refugee camp, and it is the most common reason for prolonged or difficult delivery and one of the main causes of maternal mortality in Somalia. MSF (2012) observed that childbirth requires cutting, and if it is legal in the country where the woman gives birth, partially or completely repairing the infibulation. That causes additional morbidity and increased chances of maternal and child mortality (Deyo, 2012).

### ***Delivery Challenges due to Infibulation***

Deyo (2012), in her M.A. thesis, observes that “in the case of obstructed or prolonged labor where a life-saving cesarean section is required, these procedures can only be performed with the approval of the woman's father-in-law, and if he is absent, the expectant husband or family elder”. This gets very complicated in refugee camps because, most often, the men are absent. Many women die from this inability to obtain permission, instead of surviving what normally would be a routine procedure. Even in immigrant populations, there is strong resistance to cesarean sections based on the belief that the inherent risks of multiple surgeries will lead to the inability to bear additional children or even death. This fear of infertility is driven by the high value placed on having large families.

A report from MSF Story (2012) indicates that to alleviate the risk of complications during pregnancy for women who have undergone infibulations, it is necessary to unstitch the vaginal opening so that the infant can pass through (disinfibulation). However, it is noted that there is one major challenge as stated by Dr. Josiah Oyieke, Maternity Ward Manager, Dagahaley MSF Hospital in the MSF Story (2012):

“Often the women in need of emergency interventions are not in a position to give consent for the required procedure, and

need to obtain permission from family members – not just husbands, but other relatives too’

Yet the hospital has all the operation facilities needed to give the mother the best care.

The mothers consider hospitals unsafe due to fear of undergoing a cesarean section operation in the event of experiencing obstructed labor. The Somali family has a big challenge signing for their women to undergo a cesarean section.

A man was asked why he would not approve CS for his wife and he said:

“To us this is like death, the woman becomes disabled she cannot do anything thereafter because part of her body is already cut, I fear the possibility of her dying. Even when she recovers, she should not engage in heavy activities until after two years, she will not be able to do much for herself and the children”.

More fears arise because a majority of Somali mothers do not believe in practicing artificial family planning and therefore fear being served with family planning contraceptives if they go to the hospital as cited by Kahumbi (2021). Somali mothers in Dadaab believe and seek to adhere to the teachings of the Quran on family planning. Besides, the teaching of the Qur’an (24:31) on the segregation of sexes and prohibition against a woman exposing her body to non-mahram – men who are not close relatives is a barrier to treatment by medical doctors and midwives in hospitals.

Globally, reproductive health affects the broader context of people's lives, including their economic circumstances, education, employment, living conditions, family environment, social and gender relationships, and the traditional and legal structures within which they live. Sexual and reproductive behaviors are governed by complex biological, cultural, and psychosocial factors. Therefore, the attainment of reproductive health is not limited to interventions by the health sector alone. Nonetheless, most reproductive health problems cannot be significantly addressed in the absence of health services and medical knowledge and skills (WHO, 2012; KNBS & ICF Micro, 2010).

### ***Reasons for FGM in the Camps***

The situation of FGM among the Somali refugees has improved over the years but the various reasons for FGM remain as explained in UNHCR **Combating FGM in Kenya's Refugee Camps (2003) report** includes: it is a religious obligation and a tradition, it is believed to ensure virginity until marriage, it gives sexual pleasure to men and enhances their manhood, and it controls the sexual desires of women and girls. Ofor et al. (2015) affirms sexuality control to be one reason why FGM is also perpetuated in Nigerian communities. Most of the respondents in IFO refugee camp indicated that

FGM is part of their cultural and religious beliefs and, therefore, it would be very difficult to eradicate it. The religious inclination to the practice of FGM is what is responsible for the purification mentality that both the perpetrators and the victims of FGM hold, perpetuating the practice. Thus, for purposes of staying pure until marriage, the genitals of the young girls are stitched until marriage. Another important reason to note is the control of immorality. There is a general belief that girls and women who have been circumcised do not “roam” because the FGM makes them docile. Therefore, they would not be immoral. UNCHR GBV report of 2016 shows a departure from the Sunni type to the Sunna type, which is the pricking of the tip of the clitoris as the common current practice by many Somalis in Dadaab.

### ***Somali Religio-Cultural Beliefs and Birthing***

The Somali community was introduced to Islam religion in the ninth century. The Islamic religion practiced in Somalia has mainly been influenced by Sufism. However, in recent decades, the Salafi movement has gained more political recognition. It has influenced the country to a more rigid type of Islamism in response to western imperialism. The movement emphasizes the in-depth learning of the Koran, deeply entrenching it in the people’s socio-cultural-economic system. As a result of this, the Somali social-economic system cannot stand independent of the Islamic religion.

Currently, there are different hypotheses on how Islamic devotion is believed to shape individuals' sexual and reproductive health and health-related behaviors. The first line of arguments, primarily expressed in epidemiological literature, focuses on risk factors for morbidities caused by Islamic practices (Laird et al., 2007). The second line of arguments particularly focuses on how Islamic attitudes, norms, and value systems implicitly affect the individual's reproductive health. Moreau et al. (2013) reported on a complex relationship between individuals' religiosity and sexual and contraceptive behaviors. Similar to other studies, Moreau and colleagues found that regular religious practice was associated with a later sexual debut. Also, sexually experienced adolescents, who regularly practiced their religion, were less likely to use contraception. Social control executed by family members and social networks, particularly salient for young women, could possibly act as a barrier to adopting preventive behaviors, thus resulting in greater sexual risks among younger generations of devoted Muslims.

The influence of religion and culture on sexual and reproductive behavior can partly explain community responses to the choice of maternal health care. Knowledge about Muslims’ own experiences of sexual and maternal health care could be helpful. It would help healthcare providers know how to mitigate high mortality and morbidity rates among the Somali refugees who are from Somalia and are Muslims by faith. Failure to do so means that

the healthcare providers and the community will maintain a cold relationship and create unnecessary tension.

Health-seeking behavior and related decisions are largely influenced by the teachings of Prophet Muhammad in the Quran. More to this is the overbearing influence of religious leaders in the community who reinforce these Qur'anic teachings to the letter. The word of the Imams and other religious leaders has more authority than what the health requirements or the law hold as a right case in point.

Two of the TBAs narrated how they recite some part of the Quran and pray placing the Quran on the womb for the mother and baby's safety and bury the placenta far away from the house so that children cannot urinate on it. They help follow the Somali custom to bring peace and comfort to mother and child.

The Quran states that one of the primary goals of marriage is to produce children and populate the earth. These children will add honor to a father's lineage and enhance his status and reputation. Children are considered a blessing from Allah and, on average, women in Somalia give birth to 7.3 children during their lifetime. In the refugee camps, women often care for as many as ten children in their families. Even among immigrant populations, where nuclear families and economic challenges are often the norms, couples feel significant peer pressure for the woman to bear many children. As such, contraception and abortions are heavily discouraged in Somali tradition. Women often are ostracized in the community for these practices, and generally do not practice child spacing with the exception of the Quran-blessed breastfeeding of infants for two full years – which does not always avoid future pregnancies. As a result, many women give birth annually which is detrimental to their health, infant mortality is high, and dangerously low neonatal birth weights are all common in the Somali community due to its cultural practices (UNHCR Health Info System Report, 2015).

As noted in the foregoing sections of this paper, Somalia is the leading country in Africa in the practice of FGM, at approximately 98% of its female population. As a result, the practice comes with impacts, including the closure or narrowing of the birth canal. While some women go for the cutting of the vulva because they need to give birth, it is noted that others seek to have the cut or the stitches removed completely because it is painful to have sex and some of them feel pain when passing urine. What this means is that FGM lowers the ability of a woman to experience life in totality, being reduced to a pleasure object for the man. When the vulva is narrowed, as one response indicated, the man feels more pleasure during the intercourse. However, this happens to the detriment of the woman. Further, some cuts are never successful, leading to excess bleeding. That is the period when the hospitals come in, otherwise, they are shunned and viewed as enemies of the custom and, therefore, enemies of their religion.

## **Conclusion**

As stated by Horera (2019), strategies to eradicate FGM and achieve SDG 5 goal by 2030 will require corporate effort. The communities, the governments, and the survivors all need to be engaged. Worldwide, the best way to mitigate the challenges of FGM in communities where the practice is still rampant is through education. The virtual reality tool kit prepared during this study is a showcase carrying the stories from mothers and TBAs needing to be redressed in the community's mindsets. The negative effects of FGM and the need to go for maternal health care in hospitals will need to be emphasized to the communities' stakeholders, religious groups, boys and girls in schools, and training midwives in colleges and universities.

Although the stories gathered from the respondents were packaged in the VR tool kit during the study, more data needs to be gathered to match the need for anti-FGM advocacy in affected communities. Community education on the dangers of practicing FGM with a regional contextualization approach is mandatory. That approach could be used to provide boys and girls with skills to make informed decisions against the FGM practice and in its place be introduced to an alternative rite of passage at puberty.

Healthcare managers in affected regions should bring together the healthcare providers, SAVE mothers, and the TBAs to establish a mediation process. The reason is that each category compliments the other and is significantly useful in eradicating FGM and giving maternal health care. The midwifery training institutions could revisit their curriculum and put more effort in the skill gap on matters related to FGM as a social-cultural challenge.

The problem of FGM in sub-Saharan Africa may not be going away soon (Ofor et al., 2015), and the campaign against it need to be more intensified in most affected regions in Kenya. Maternal healthcare providers and other stakeholders need to look out for durable solutions that work in this century to sensitize affected communities. That way leaders and humanitarian health workers will help Kenya achieve her commitment to ending FGM. Other government led strategies could include strengthening coordination in legislation and policy framework, communication and advocacy, evidence generation, and support cross border collaboration on the elimination of FGM as per Nairobi's Commitment 13 in ICDP25 already getting overtaken by events.

## **Acknowledgments**

The research project brought together Kenyatta University and New Castle (UK-based) University academicians, Health Institutions & organizations Supporting UNHCR, and Black Rhino Virtual Reality Ltd Company, Nairobi. Each and every partner played a key role in making the whole project practical and their efforts are highly appreciated.

## Human Studies

Before research commenced, the proposal was presented to Kenyatta University's ethical review board whose approval was submitted to the National Commission for Science, Technology & Innovation for further approval. Before starting to collect primary data, the researchers explained the purpose of the research and requested all the respondents individually as well as in a group for their permission to be interviewed using consent forms. In cases where the respondents were illiterate, a translator explained the consent form content, and the respondent consented by signing using a thumbprint in the space of a signature.

## Funding

The research project was funded by Global Challenges Research Fund (GCRF) through UK Research & Innovation (UKRI).

## References:

1. Birgitta, E., Binder, P. & Dotter, S. (2011). "An anthropological analysis of the perspectives of Somali women in the West and their Obstetric Care Providers on Caesarean Birth", *Journal of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*, 32:1, 10-18, DOI:10.3109/0167482X.2010.547966.
2. Deyo, N.S. (2012). "Cultural Traditions and the Reproductive Health of Somali Refugees and Immigrants". Master's Theses. 29. <https://repository.usfca.edu/thes/29>, University of San Francisco.
3. Horera, HJ. (2019). *The Sustainable Development Goal 5 can be achieved by 2030? A Review study on Intervention to Eliminate Female Genital Mutilation in African Countries in European*; *Scientific Journal* Vol.15, No.35 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431, Doi:10.19044/esj.2019.v15n35p14 URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n35p14> P.18
4. Kenya Demographic and Health Survey 2008-2009 (2010). *Nairobi Kenya & Measures DHS*, ICF Macro Calverton, Maryland, U.S.A. Published in June <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/fr229/fr229.pdf>
5. Kenya Service Provision Assessment Survey 2010 (2011). ICF Macro Calverton, Maryland USA <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/SPA17/SPA17.pdf>
6. Lance, DL., Mona, MA., Elizabeth, D.B., & Linda, L.B. (2007). *Muslim patients and Health Disparities in the UK and the US*, *Archives of Disease in Childhood*; Vol 92 (10) 2007 Oct PMC 2083249, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2083249/>

7. Magadi, M., Diamond, I., & Rodrigues, R.N. (2000). *The determinants of Delivery Care in Kenya*. Soc Biol 47: 164-188
8. Moreau, C., Trussell, J. & Bajos, N. (2013). *Religiosity, religious affiliation, and patterns of sexual activity and contraceptive use in France (Eur J Contraceptive Reproductive Health Care, 18 (3), pp. 168-180.*
9. Munala, J. & UNHCR (2003). *Violence Against Women ; Combating FGM in Kenya's Refugee Camps*; Human Rights Dialogue 2.10 (Fall 2003) Carnegie Council for Ethics in Int. Affairs, [https://www.carnegiecouncil.org/publications/archive/dialogue/2\\_10/articles/1050](https://www.carnegiecouncil.org/publications/archive/dialogue/2_10/articles/1050)
10. Nairobi Statement on ICPD25 (2019). Accelerating the Promise; Commitment 13 in ICDP25; <https://www.nairobisummiticpd.org/content/icpd25-commitments>; November.
11. National Council for Population Development, Kenya & UNFPA (2020). *“Zero Harmful Practices – Accelerating the Promise of ICPD25*, NCPDA state\_of\_kenya\_population\_report\_2020.pdf
12. National Coordinating Agency for Population & Development (NCPAD) (2010). *Policy Belief NO.9*. June 2010, <https://www.ncpd.go.ke/wp-content/uploads/2016/11/Policy-Brief-9-Maternal-Deaths-on-the-Rise-in-Kenya-A-Call-to-Save-Womens-Lives-1.pdf>
13. Ndubi, M. (2016). *“Dadaab Youth Determined to Fight FGM in her Community UNHCR, Kenya*, <https://www.unhcr.org/ke/1711-meet-a-young-woman-determined-to-end-fgm-in-dadaab.html>
14. Nyangueso, S., Hayombe, P., & Owino, F. (2018). *Spatial Equity in Devolved Healthcare: Geospatially Exploring Local Disparities in Maternal Healthcare Uptake After Devolution in Kenya in European Scientific Journal* September 2018 edition Vol.14, No.27 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431,P.379.
15. Oyieke, J. (2012). *“Pregnant on the run far from home” in MSF Report on Maternal Deaths : The Avoidable Crises* [https://www.msf.ie/sites/ireland/files/maternal-death\\_the-avoidable-crisis.pdf](https://www.msf.ie/sites/ireland/files/maternal-death_the-avoidable-crisis.pdf)
16. Ofor, MO. & Ofole, N. (2015). *Female Genital Mutilation: The place of Culture and Debilitating Effects on the Dignity of the Female Gender*; European Scientific Journal May 2015 edition vol.11, No.14 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431, P.116
17. Prohibition of Female Genital Mutilation Act (2011). No. 32, 30<sup>th</sup> Sept 2011,<https://evaw-global->

- database.unwomen.org/en/countries/africa/kenya/2011/prohibition-of-female-genital-mutilation-act--2011-
18. The Noble Quran; Qur'an (24:31) <https://legacy.quran.com/24/31>
  19. UNICEF Data on Female Genital Mutilation; <https://www.unicef.org/protection/female-genital-mutilation>
  20. UNHCR (2015). Health Information System Dadaab annual report 2015, unpublished OHCHR; Call for Submission FGM/Cutting ; <https://www.ohchr.org> › UN Agencies › UNHCR
  21. UNICEF (2022). Female Genital Mutilation <https://data.unicef.org/topic/child-protection/female-genital-mutilation/>
  22. Universal Declaration for Human Rights Article 25; [https://www.ohchr.org/sites/default/files/UDHR/Documents/UDHR\\_Translations/eng.pdf](https://www.ohchr.org/sites/default/files/UDHR/Documents/UDHR_Translations/eng.pdf)
  23. World Data Information (2021). <https://www.worlddata.info/refugees-by-country.php>
  24. World Health Report (2013). Research for Universal Health Coverage, ISBN 978 92 4 156459 5 [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85761/9789240690837\\_eng.pdf;jsessionid=FE70A527FD6BFCA9167C65D46958052D?sequence=2](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85761/9789240690837_eng.pdf;jsessionid=FE70A527FD6BFCA9167C65D46958052D?sequence=2)
  25. World Health Organization (2010). *Global strategy to stop health-care providers from performing female genital mutilation*; [https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/who\\_rhr\\_10-9\\_en.pdf](https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/who_rhr_10-9_en.pdf)
  26. World Health Organization (2012). Trends in Maternal Mortality: 1990–2010. UNICEF, UNFPA, and the World Bank, Geneva.



## Effets de la Dose et Fractionnement de l'Azote Sur l'Acidité d'Un Histosol et le Rendement en Riziculture a Songon (Cote d'Ivoire)

*Soro Nahoua Christophe*

*Kone Brahima*

*Yeo Soumaila*

Département de Pédologie, UFR-STRM,  
Université Felix Houphouët-Boigny, Cote d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p36](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p36)

Submitted: 04 January 2023

Accepted: 01 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Soro N.C., Kone B. & Yeo S. (2023). *Effets de la Dose et Fractionnement de l'Azote Sur l'Acidité d'Un Histosol et le Rendement en Riziculture a Songon (Cote d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 36. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p36>

### Résumé

L'azote est indispensable en riziculture alors que la fertilisation azotée est soumise à des pertes en milieu inondé. Elle peut modifier l'acidité du sol tendant à une dégradation des sols et une faible efficacité agronomique. C'est pourquoi, la gestion de la fertilisation azotée doit être rationnelle spécialement sur Histosol (tourbe) qui mérite préservation. C'est dans un tel contexte que cette étude a été réalisée pour identifier l'interaction optimale de la dose (0, 80, 100, 120 kg ha<sup>-1</sup>) et du fractionnement (0, 1, 2, 3 et 4) de l'azote dans un dispositif split-plot à trois (3) répétitions utilisant la variété de riz WITA9. La dose d'azote a eu des effets significatifs ( $P < 0,05$ ) sur le rendement en grain (RDG) du riz et le pH du sol. Un parallélisme a été noté pour les courbes de tendance du pHeau et du RDG permettant d'identifier la dose optimale à 80 kg N ha<sup>-1</sup> pour le RDG (5,1 t ha<sup>-1</sup>) et le pH (4,6). Aussi, 4 fractions de la dose ont été meilleures selon l'efficacité agronomique. Une régression du pH selon le nombre de fraction de l'azote a permis de prédire 5 fractions comme l'optimale pour le pH (4,8) du sol. La dose 80 kg N ha<sup>-1</sup> appliquée en cinq fractions a été recommandée pour une riziculture durable, spécialement sur Histosol.

**Mots clés :** Histosol, azote, nombre de fractionnement, riziculture, acidité du sol

---

## **Nitrogen Rate and Splitting Effects on Rice Cropping and Yield in Songon (Ivory Coast)**

*Soro Nahoua Christophe  
Kone Brahima  
Yeo Soumaila*

Département de Pédologie, UFR-STRM,  
Université Felix Houphouët-Boigny, Cote d'Ivoire

---

### **Abstract**

Nitrogen is essential in rice cultivation while nitrogen fertilization is subjected to losses in a flooded environment. It can modify the soil's acidity toward soil degradation and low agronomic efficiency. Hence, the management of nitrogen fertilization must be rational, especially on Histosol (peat) which deserves preservation. Therefore, this study was carried out to identify the optimal interaction of the dose (0, 80, 100, 120 kg ha<sup>-1</sup>) and the fractionation (0, 1, 2, 3, and 4) of nitrogen in a split-plot design in three (3) repetitions using the rice variety WITA9. Nitrogen dose had significant effects ( $P < 0.05$ ) on grain yield (RDG) of rice and soil pH. Parallelism was noticed for the trend curves of pH<sub>water</sub> and RDG allowing to the identification of the optimal dose at 80 kg N ha<sup>-1</sup> for RDG (5.1 t ha<sup>-1</sup>) and pH (4.6). Also, 4 fractions of the dose were better according to the agronomic efficiency. A regression of the pH according to the number of nitrogen fractions made it possible to predict 5 fractions as the optimum for the pH (4.8) of the soil. The dose of 80 kg N ha<sup>-1</sup> applied in five fractions was recommended for sustainable rice cultivation, especially on Histosol.

---

**Keywords:** Histosol, Nitrogen, fractionation number, rice cultivation, soil acidity

### **Introduction**

Après le maïs, le riz (*Oryza sativa* L.) est la deuxième céréale la plus cultivée et consommée dans le monde (AGOSSOUKPE, 2018). Il représente la base de l'alimentation de plus de 2,5 milliards de personnes dans les pays en voie de développement avec des consommations annuelles très importantes dépassant dans certains pays les 100 kg/habitant (Courtois, 2007). En Côte d'Ivoire, la production couvre à peine 50% (ONDR, 2016) des besoins de consommation nationale. Pourtant, il est possible d'atteindre l'autosuffisance

en riz puisque le riz peut se cultiver dans toutes les écologies du pays telles que les plateaux et les bas-fonds (Konan, 2017). La riziculture de bas-fond à un rendement potentiel moyen de 6 - 8 t ha<sup>-1</sup> (Touré et al., 2005). Par contre, en Côte d'Ivoire, ce rendement est estimé à environ 3,5 t ha<sup>-1</sup> (Ngaresseum, 2010). Plusieurs contraintes peuvent être à l'origine de ce faible rendement de riz. Il peut s'agir des contraintes biotiques (adventices, des rongeurs, des termites, des oiseaux, des insectes ravageurs, des maladies...) ou abiotiques (la toxicité ferreuse, les aléas climatiques....) (Cherif et al., 2009). Il est connu que la fertilité du sol contribue à plus de 50% à la production agricole (Mukenza, 2021) or nos sols ont une faible fertilité notamment en azote (Akassimadou et al., 2017). Dans la culture du riz, l'azote est un élément essentiel. Il favorise une croissance vigoureuse des plants de riz avec un rendement élevé (Lacharme, 2001). Il est aussi important pour le bon remplissage des grains à la maturation (Godin et al, 2020). L'alimentation azotée des céréales se fait à partir des réserves en azote organique du sol et des apports (Wetselaar et Ganry, 1982 ; Ganry, 1990). Cependant, en Côte d'Ivoire, ces réserves sont faibles (Akassimadou et al., 2017). L'application des engrais azotés est donc justifiée pour améliorer les rendements du riz (FAO, 1997). Plus la quantité d'azote apportée est importante plus le rendement escompté serait important (Mohamed, 2005). Ainsi, pour booster la production rizicole, Il faut se tourner vers l'utilisation des engrais (Agbo, 1994 ; Fairhurst, 2015).

Des études ont lieu en Côte d'Ivoire dans les bas-fonds secondaires de Fluvisol pour la courbe de réponse du riz aux interactions de P et K (Akassimadou et al., 2017) alors que les travaux sur l'azote (N) sont limités. Dans un contexte de fertilisation spécifique de site, il est important d'évaluer l'effet de l'azote dans les différentes agroécologies en Côte d'Ivoire. Une bonne stratégie d'application de l'azote pourrait induire de meilleurs résultats agronomiques et économiques en phase avec les travaux de Gaudin et al. (1999). Cela est d'autant justifier que l'apport d'azote subit des pertes, ce qui réduit considérablement l'efficacité agronomique (Mohamed, 2005). Aussi, l'apport de grandes quantités d'azote peut provoquer une acidification des sols, un ralentissement des activités microbiennes et une baisse des rendements (Thierry, 1996 ; Gaudnik, 2011). De telles conditions seraient préjudiciables pour les sols tourbeux à fort potentiel écologique (Lavigne et al., 1996) et très prisés par l'agriculture avec usage d'engrais. Des efforts doivent être consentis afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote apporté (Saidou et al., 2014 ; Snoeck, 2010) en évitant les pertes et l'acidification du sol : il faut rationaliser l'utilisation de l'engrais. En occurrence, le fractionnement des doses pourrait significativement être une bonne alternative.

C'est cela qui justifie cette étude sur la nutrition azotée du riz dans un bas fond à Histosol. L'objectif étant la détermination (i) de la dose optimale de l'azote pour la nutrition du riz dans le contexte écologique de l'étude, (ii) de la fraction optimale de chaque dose pour le rendement du riz et l'acidité du sol, et (iii) de la meilleure pratique de l'apport d'azote en riziculture continue. A terme, cette étude devra recommander une pratique culturale d'azote pour un haut rendement du riz et un bon potentiel hydrogène de sol (pH) pour une riziculture durable sur Histosol.

## **Materiel et methodes**

### **Zone d'étude**

L'étude a été conduite dans un bas-fond dans la commune de Songon (latitudes 5°19'32"N et 5°19'33"N et longitudes 4°10'17" W et 4°10'18" W et d'altitude 30 m). Cette commune faisant partie du Grand Abidjan est sous l'influence d'un climat tropical humide. Les précipitations moyennes annuelles sont comprises entre 1540 et 3040 mm. Deux saisons sèches centrées sur août et janvier alternent avec deux saisons humides centrées sur octobre et juin. La moyenne annuelle de température est 26,4°C (MCLAU-JICA, 2015).

### **Description du sol**

Ce bas-fond est un Histosol caractérisé par des tourbes. Les horizons de surface (0-20cm) renferment une couche à matière organique épaisse et mal décomposée sans éléments grossiers ni fractions fines. L'analyse de la composition chimique du sol du bas-fond (tableau 1), montre que ce sol est très riche en matière organique (78,2 g/kg) avec un rapport C/N très élevé (21,62), un pH-eau de 4,7 et une Capacité d'Echange Cationique CEC (3,42) très faible.

**Tableau 1.** Teneurs en éléments chimiques du sol du bas-fond (0 – 20 cm)

<b>Eléments chimiques</b>	<b>Bas-fond</b>
pH-eau	4,7
pH <sub>KCl</sub>	3,6
C <sub>ORG</sub> (g/kg)	45,4
Nt (g/kg)	2,1
C/N	21,62
Ptotal (ppm)	650
Ca (cmol/kg)	0,03
Mg (cmol/kg)	1,48
K (cmol/kg)	0,42
Zn (cmol <sup>+</sup> /kg)	0,35
Al (cmol/kg)	0,06
Fe (ppm)	710
CEC (cmol <sup>+</sup> /kg)	3,42

## **Matériel végétal**

Le matériel génétique utilisé pour cette étude est la variété populaire WITA 9 à cause de son haut potentiel de rendement qui produit  $6 \text{ t ha}^{-1}$  en milieu paysans. Elle est préférée pour sa tolérance à la panachure jaune du riz, la qualité de ses grains (grains longs et fins) et son bon goût culinaire (Konan, 2017). La variété WITA 9 a un cycle de 120 jours, avec une hauteur moyenne de 92 cm.

## **Intrants**

Les types d'engrais utilisés pour la fumure minérale, ont été constitués d'engrais simples minéraux dont le super triphosphate (TSP :  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ) : 50 % de phosphore (P) et le sulfate de potassium ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) : 50 % de potassium (K), pour la fumure de fond et de l'urée ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ): 46 % d'azote (N), pour la fumure de couverture.

L'herbicide total à base de glyphosate (herbicide total systémique) et l'herbicide systémique sélectif de type WEEDKILL 720 SL à action foliaire ont été utilisés pour le désherbage et l'insecticide DECIS contre les insectes ravageurs du riz.

## **Mise en place de l'essai**

Une parcelle d'une superficie  $902 \text{ m}^2$  dans un bas-fond a été manuellement désherbée à la machette après l'utilisation de l'herbicide total à base de glyphosate. Cette parcelle a été délimitée en micro-parcelles de  $15 \text{ m}^2$  ( $3\text{m} \times 5 \text{ m}$ ) à l'aide d'un ruban mètre. Ensuite, des opérations de mise à boue et de drainage des différentes micro-parcelles ont été faites avec des houes et enfin, des diguettes ont été réalisées. Le dispositif est constitué de trois blocs séparés de 1 m contenant chacun 15 micro-parcelles distantes de 0,5 m à l'aide de piquets dans un dispositif split-plot. Nous avons donc dans ce dispositif split-plot, quarante-cinq (45) micro-parcelles dont quinze (15) traitements en trois (3) répétitions. Le dosage de l'urée constitue le facteur principal et le nombre de fractionnement constitue le facteur secondaire. Le potassium a été appliqué à la dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  et le phosphore à la dose de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$ . Ils ont été appliqués uniquement en fumure de base dans toutes les micro-parcelles avant le repiquage alors que l'urée a été fractionnée puis appliquée aux différents stades de développement selon que nous l'appliquons à la dose de 60, 80 ou  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Après une durée de 21 jours en pépinière, les jeunes plants de riz ont été repiqués en raison d'un plant par poquet, avec un espacement de  $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ . Pour entretenir la parcelle, l'herbicide systémique sélectif à action foliaire a été effectué deux semaines et l'insecticide DECIS trois semaines après le repiquage pour détruire respectivement les mauvaises herbes et des insectes ravageurs du riz. Trois

dés herbages manuels ont été réalisés avant l'application de l'urée : au tallage, à la montaison et à l'épiaison.

### **Description des traitements**

Les doses d'azote ont été fractionnées puis apportées aux micro-parcelles de riz selon le tableau 2 ci-dessous.

**Tableau 2.** Doses d'azote (kg N ha<sup>-1</sup>) fractionnées aux stades d'application selon les traitements

DOSE-N (kg/ha)	TRAITEMENTS	NOMBRE FRACTIONNEMENTS	STADES D'APPLICATION DE L'AZOTE			
			DE	BASE	TALLAGE	MONTAISON
60	60 – N0	0	0	0	0	0
60	60 – N1	1	1	0	0	0
60	60 – N2	2	1	1	0	0
60	60 – N3	3	1	1	1	0
60	60 – N4	4	1	1	1	1
80	80 – N0	0	0	0	0	0
80	80 – N1	1	1	0	0	0
80	80 – N2	2	1	1	0	0
80	80 – N3	3	1	1	1	0
80	80 – N4	4	1	1	1	1
100	100 – N0	0	0	0	0	0
100	100 – N1	1	1	0	0	0
100	100 – N2	2	1	1	0	0
100	100 – N3	3	1	1	1	0
100	100 – N4	4	1	1	1	1

**N0** : Aucune dose d'azote reçue (témoin) ; **N1** : azote apporté une fois en une seule dose ; **N2** : azote fractionné deux fois ; **N3** : azote fractionné trois fois et **N4** : azote fractionné quatre fois

## **Collecte des données de l'Etude Détermination du pH-eau**

Pour la détermination du pH-eau du sol, un échantillon de sol a été respectivement prélevé sur les quatre (4) angles de la parcelle d'expérimentation du bas-fond avec la tarière en 0 – 20 cm de profondeur pour constituer un échantillon composite pour le laboratoire avant la mise en place de l'essai. Egalement, un autre échantillon de sol a été prélevé dans chaque micro-parcelle à la fin des trois cycles.

A l'aide d'une tarière, nous avons creusé dans chaque micro-parcelle en 0 – 20 cm de profondeur puis prélevé un échantillon d'eau qui remontait dans le sol après chaque cycle pour la détermination du pH-eau de l'eau de la parcelle en laboratoire.

## **Paramètres du rendement**

A la maturité, le riz a été récolté manuellement sur 8m<sup>2</sup> en laissant les deux (2) lignes de bordure avec des faucilles. Après battage, les grains de riz ont été vannés, séchés au soleil puis pesés par traitement. La paille également a été séchée au soleil et pesée par traitement. Ensuite, des échantillons de riz ont été prélevés pour la détermination du taux d'humidité (H) au laboratoire afin de déterminer les rendements en grains (RDG) et en paille (RDP) et la matière sèche totale (MST) respectifs pour chaque traitement selon les formules ci-dessous :

$$\text{RDG (t ha}^{-1}\text{)} = (\text{poids sec en grain (kg) / } 8(\text{m}^2)) \times (10000/1000) \times ((100 - \text{H})/86) ; [1]$$
$$\text{RDP (t ha}^{-1}\text{)} = (\text{poids sec paille (kg) / } 8(\text{m}^2)) \times (10000/1000) \times ((100 - \text{H})/86) ; [2]$$
$$\text{MST (t ha}^{-1}\text{)} = \text{RDG} + \text{RDP}; [3]$$

De plus, l'efficacité agronomique a été déterminée selon la formule ci-dessous pour chaque dose d'azote apporté :

$$\text{EA}_N = \text{RDG} / \text{Dose d'engrais (N)} \quad [4]$$

## **Analyse du sol au laboratoire**

Les échantillons composites du sol apportés au laboratoire ont été séchés à l'air ambiant sous abri, puis passés au tamis (2 mm) avant d'être broyés. Sur ces échantillons, le pH<sub>eau</sub> du sol a été déterminé à l'aide de pH-mètre à l'électrode en verre dans un rapport sol/solution de 1 /2,5 selon Thomas (1982). La teneur du sol en C-organique a été déterminée par la méthode de Walkley et Black (Nelson et Summers, 1982). Le phosphore total a été dosé par la méthode décrite par Sommers et Miller (1996). Les bases échangeables (Ca, Mg et K) ont été déterminées par l'extraction à l'acétate d'ammonium tamponné à pH 7,0 avant la lecture au spectromètre à absorption atomique (Ca,



Mg) et à flamme (K). L'azote total (Nt) a été déterminé par la méthode de Kjeldahl (Bremner et Mulvaney (1982). Pour la détermination du  $pH_{\text{eau}}$  de l'eau de la parcelle, la sonde du pH-mètre a été plongée directement dans l'eau du sol des micro-parcelles respectives.

### Analyse statistique

Une analyse de variance (ANOVA) des données collectées a été réalisée à l'aide du logiciel SAS (Statistical Analysis System). Les analyses de corrélation de Pearson ont été effectuées pour déterminer la relation entre le  $pH_{\text{eau}}$  et le rendement en grains par rapport à la dose et au nombre de fractionnement. Les analyses d'ANOVA ont été évaluées pour  $\alpha = 0,05$  et l'effet du  $pH_{\text{eau}}$  a été évalué pour  $\alpha = 0,1$  ainsi que pour les analyses de corrélation. Quant aux courbes de tendance, elles ont été réalisées à l'aide du logiciel Excel 2016 avec l'appréciation du déterminant  $R^2$ .

### Resultats

#### Comparaison entre $pH_{\text{eau}}$ du sol et $pH_{\text{eau}}$ de la solution du sol

Le tableau 3 présente la comparaison entre le  $pH_{\text{eau}}$  de la solution du sol et le  $pH_{\text{eau}}$  du sol en fonction de la dose.

**Tableau 3.** Valeurs moyennes du  $pH_{\text{eau}}$  de la solution du sol et du  $pH_{\text{eau}}$  du sol en fonction des doses

	Doses (kg N ha <sup>-1</sup> )				CV (p.c)	Moy	Pr > F
	0	60	80	100			
<b><math>pH_{\text{eau}}</math> de l'eau</b>	4,5aA	4,5aA	4,7aA	4,5aA	5,72	4,6	0,31
<b><math>pH_{\text{eau}}</math> du sol</b>	5,2aA	4,7aA	5,1aA	4,8aA	13,59	4,9	0,8
<b>CV (p.c)</b>	12,31	4,78	11,8	8,61	-	-	-
<b>Moy</b>	4,8	4,6	4,9	4,7	-	-	-
<b>Pr &gt; F</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,09</b>	0,15	-	-	-

Les valeurs suivies par la même lettre en minuscule dans la même colonne ou en majuscule dans la même ligne, ne sont pas statistiquement différentes au seuil de  $\alpha = 0,05$ . NB : CV = coefficient de variance ; Pr = probabilité ; Moy = moyenne

Il n'y a pas d'effet significatif ( $P > 0,05$ ) des doses par rapport à la source du pH. Par contre, on observe un effet significatif à  $\alpha = 0,05$  de la source du pH pour la dose 60 kg N ha<sup>-1</sup>. Les doses 0 et 80 kg N ha<sup>-1</sup> ont des effets significatifs de la source du pH pour  $\alpha = 0,1$ . Aucun effet significatif de la source du pH n'est observé pour la dose 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Cependant, même si la probabilité est significative, il n'y a pas de différence significative également entre les valeurs du  $pH_{\text{eau}}$  de la solution du sol et du  $pH_{\text{eau}}$  du sol.

### Effet du cycle sur le $pH_{eau}$

La figure 1 présente une courbe de tendance polynomiale d'ordre 3 présentant la relation entre le  $pH_{eau}$  et la dose au cours des cycles d'essai.

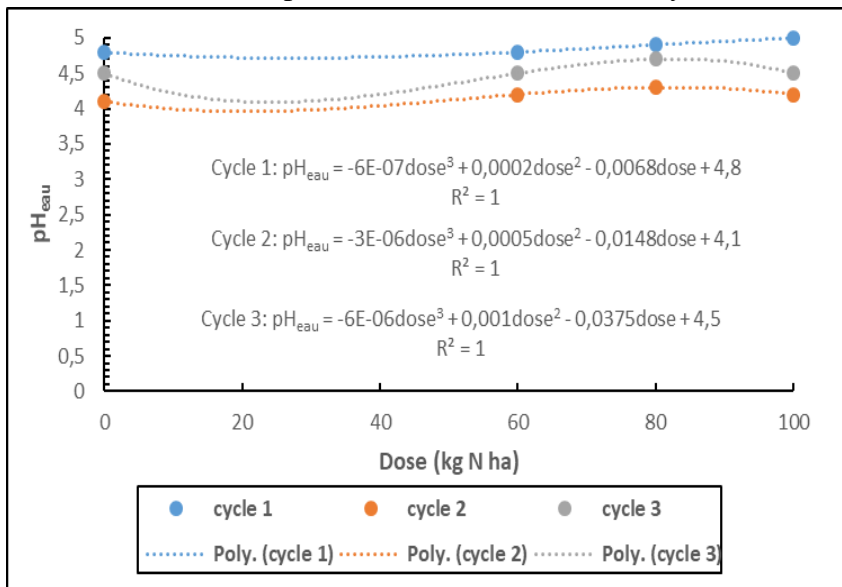


Figure 1. Courbe de tendance du  $pH_{eau}$  en fonction de la dose d'azote par cycle

Le coefficient de détermination  $R^2$  est égal à 1 pour chacun des trois cycles. Les coefficients des degrés 3 et 2 des équations sont très faibles ( $10^{-7} - 10^{-3}$ ). Le coefficient du degré 1 est de l'ordre de  $10^{-2}$  et d'une valeur négative tendant à réduire les valeurs des constantes (4,8 – 4,1) ce qui diminue le  $pH_{eau}$  selon les doses croissantes d'azote. Les constantes sont variables de 4,8 pour le premier cycle et 4,1 pour le deuxième cycle. Celle du troisième cycle est égale à 4,5. Cela est d'autant plus explicite pour l'effet du cycle ( $P < 0,0001$ ) dans le tableau 4 qui montre que le cycle a un effet hautement significatif sur le  $pH_{eau}$  par dose.

Tableau 4. Valeurs moyennes du pH de la solution du sol par dose d'azote appliquée en fonction du cycle

Cycle	pH-eau			
	0 kg N ha <sup>-1</sup>	60 kg N ha <sup>-1</sup>	80 kg N ha <sup>-1</sup>	100 kg N ha <sup>-1</sup>
Cycle 1	4,8a	4,8a	4,9a	5,0a
Cycle 2	4,1b	4,2b	4,3b	4,2c
Cycle 3	4,5a	4,5b	4,7a	4,5b
CV(%)	5,9	5,76	7,12	7,05
Moy	4,5	4,5	4,6	4,6
Pr > F	<0,0001	<0,0001	0,0003	<0,0001

Les valeurs suivies par la même lettre, ne sont pas statistiquement différentes au seuil de  $\alpha = 0,05$ . NB : CV = coefficient de variance ; Pr = probabilité ; Moy = moyenne.

On note que le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  s'est stabilisé (cycle 1 et 3) pour les doses 0 et 80 kg N ha<sup>-1</sup> avec pourtant des réductions significatives au deuxième cycle. Les doses 60 et 100 kg N ha<sup>-1</sup> montrent des réductions du pH du cycle 1 au cycle 3. Globalement, il n'y a pas d'augmentation du pH selon les cycles de culture successives.

Le tableau 5 présente les valeurs moyennes du  $\text{pH}_{\text{eau}}$  par fractionnement de la Dose d'azote et par cycle.

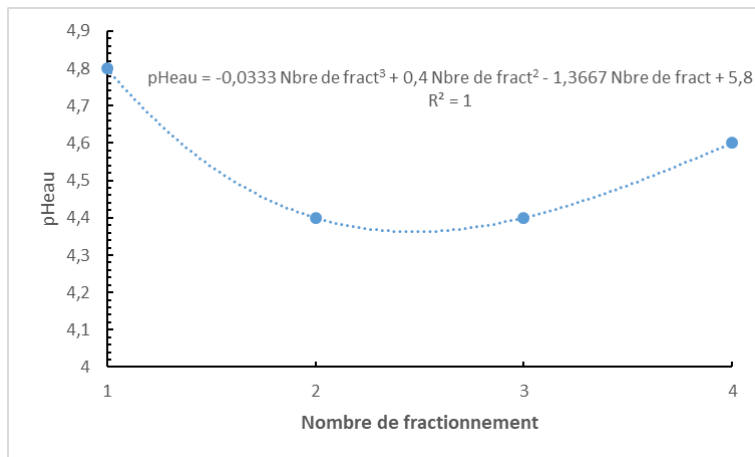
**Tableau 5.** Valeurs moyennes du  $pH_{\text{eau}}$  par fractionnement de la dose d'azote et par cycle  
 $pH_{\text{eau}}$  /nombre de fractionnement

Doses	Cycles	1	2	3	4	CV (p.c)	Moy	Pr> F
60 kg N ha <sup>-1</sup>	1er cycle	4,7a	5,0a	4,6a	4,8a	4,34	4,8	0,19
	2e cycle	4,1a	4,4a	4,1a	4,8a	7,01	4,2	0,57
	3e cycle	4,4a	4,6a	4,6a	4,4a	6,24	4,5	0,74
80 kg N ha <sup>-1</sup>	1er cycle	5,0a	4,8a	4,8a	5,2a	10,03	4,9	0,72
	2e cycle	4,3a	4,4a	4,2a	4,3a	3,49	4,3	0,51
	3e cycle	4,7a	4,9a	4,5a	4,8a	7,06	4,7	0,53
100 kg N ha <sup>-1</sup>	1er cycle	4,6a	5,4a	5,1a	5,0a	7,58	5,0	0,15
	2e cycle	4,3a	4,2a	4,0a	4,3a	6,12	4,2	0,36
	3e cycle	4,8a	4,4a	4,4a	4,6a	3,73	4,5	<b>0,06</b>

Les valeurs suivies par la même lettre en minuscule la même ligne, ne sont pas statistiquement différentes au seuil de  $\alpha = 0,05$ .

NB : CV = coefficient de variance ; Pr = probabilité ; Moy = moyenne

Il n'existe pas d'effet significatif du nombre fractionnement quelle que soit la dose pour chaque cycle ( $P > 0,05$ ). Néanmoins, si nous considérons la probabilité ( $\alpha = 0,1$ ), on constate que le nombre de fractionnement a eu un effet significatif au troisième cycle pour la dose  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Mais aucune différence n'est observée entre les valeurs moyennes du pH induites par les différentes fractions. Cependant, si nous observons le cycle 3 de la dose  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Fig 2), on constate qu'il y a une tendance du pH à la baisse avec le nombre croissant des fractions (1, 2 et 3) alors qu'il tend à augmenter après la fraction 3.



**Figure 2.** Tendance du  $\text{pH}_{\text{eau}}$  par rapport au nombre de fractionnement de la dose  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  au cours du cycle 3

### Effet du traitement sur le rendement en grain (RDG) et l'efficacité agronomique (EA)

La figure 2 présente les courbes de tendance du RDG en fonction du cycle (a), du RDG et du  $\text{pH}_{\text{eau}}$  en fonction de la dose (b) et les valeurs moyennes du RDG par dose et par cycle (c) et en fonction du nombre de fractionnement (d).

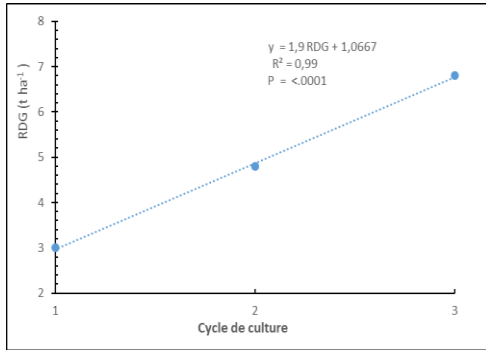


Fig a)

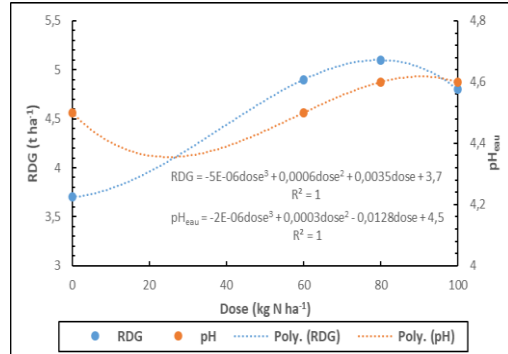


Fig b)

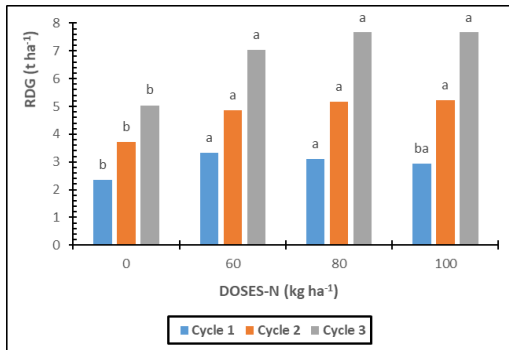


Fig c)

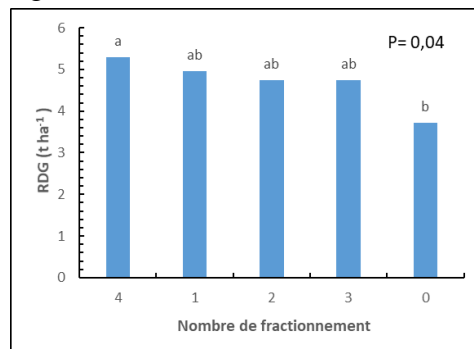


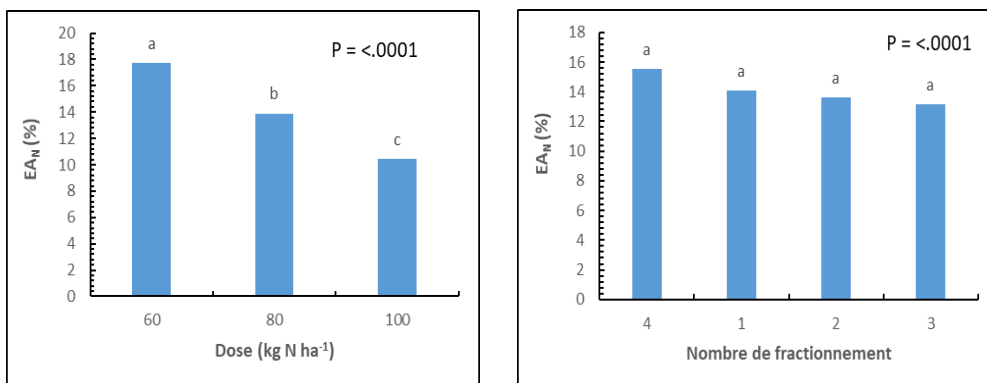
Fig d)

**Figure 2.** Courbes de tendance du RDG en fonction du cycle (a), du RDG et du  $\text{pH}_{\text{eau}}$  en fonction de la dose (b) et les valeurs moyennes du RDG par dose et par cycle (c) et en fonction du nombre de fractionnement (d).

On constate que les deux courbes de tendances ont des coefficients de détermination  $R^2$  égaux à 1. La figure 2a montre une équation de degré 1 qui a un coefficient positif et une constante de 1, 067 tendant à augmenter le rendement en fonction du cycle. Au niveau de la figure 2b, les équations du RDG et du  $\text{pH}_{\text{eau}}$  montrent respectivement que les coefficients des degrés 3 et 2 sont très faibles ( $10^{-6} - 10^{-4}$ ). Le coefficient du degré 1 pour le RDG est de l'ordre de  $10^{-3}$  et d'une valeur positive avec une constante de (3,7) tendant à augmenter faiblement la valeur du RDG selon les doses croissantes d'azote. Le parallélisme des courbes de tendance du pH et du RDG montre que les deux évoluent ensemble quand la dose augmente jusqu'à la dose 80  $\text{kg N ha}^{-1}$  au-delà de laquelle nous observons une baisse du pH et du RDG. Les figures 2c et 2d montrent des effets significatifs ( $P < 0,05$ ) du cycle, de la dose et du nombre de fractionnement sur le rendement en grains. On constate que, les valeurs moyennes du RDG par dose sont statistiquement identiques pour les doses 60, 80 et 100 ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) quel que soit le cycle (Fig c). Ces valeurs sont

supérieures aux valeurs de la dose 0 kg N ha<sup>-1</sup> (le témoin) et dépendent du nombre de fractionnement.

La figure 3 ci-dessus nous présente l'efficacité agronomique de l'azote en fonction de la dose (a) et du nombre de fractionnement (b).



**Figure 3.** Efficacité agronomique de l'azote en fonction de la dose (a) et du nombre de fractionnement (b).

On remarque que l'efficacité agronomique de l'azote diminue avec les doses d'azote croissantes. Mais, elle est globalement croissante avec le nombre croissant de fractions.

## Discussion

### Gestion de l'azote et du pH<sub>eau</sub> dans les agrosystèmes rizicoles

Au cours de l'étude, globalement, on a vu qu'il n'y avait pas d'augmentation du pH selon les cycles de culture successives. Les courbes de tendance obtenues ont été polynomiales d'ordre 3 avec des coefficients de détermination ( $R^2=1$ ). Les équations de droites ainsi réalisées permettent de déterminer le pH<sub>eau</sub> et le RDG quelle que soit la dose d'azote et le cycle. Le parallélisme des tendances du pH<sub>eau</sub> et du RDG montre que les deux évoluent ensemble quand la dose augmente jusqu'à la dose 80 kg N ha<sup>-1</sup> au-delà de laquelle nous observons une baisse du pH et du RDG. Il y'a donc un optimum de dose d'azote autour de 80 kg N ha<sup>-1</sup> pour ces deux variables car pour des doses 100, 120 et 140 kg N ha<sup>-1</sup>, les valeurs moyennes respectives du RDG calculées à partir de l'équation (Fig 2b) seraient de 5 ; 4,1 et 2,2 t ha<sup>-1</sup> avec des pH<sub>eau</sub> correspondants de 4,6 ; 3,8 et 3,1. On en déduit que l'accroissement du pH permettrait d'augmenter le rendement mieux que celle de la dose d'engrais. Cela souligne un aspect économique de la stratégie explorée par nos résultats. En effet, au lieu d'investir en azote supplémentaire (>80 kg N ha<sup>-1</sup>), on choisirait de faire un chaulage avec 80 kg N ha<sup>-1</sup> tel que déjà révélé par Fabre et Kockmann (2002) et par Bertoni et al. (2013).

Durant l'étude courante, le fractionnement a induit le même effet en s'illustrant comme une alternative au chaulage. A l'aide des régressions obtenues, les fractions 5, 6, 7 induiraient des pHs respectifs de 4,8 ; 4,8 et 4,4 présumant que la riziculture exigerait la dose optimale de 80 kg N ha<sup>-1</sup> appliquée en cinq fractions. Cela se justifie par une faible concentration de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dans le milieu suite à une compétition entre NO<sub>3</sub><sup>-</sup> apporté en petites quantités (fractions) et les fortes concentrations d'anions (RCOO<sup>-</sup> et HP<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>-</sup>) existant dans l'Histosol. Il y'a donc une prévalence d'ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans le milieu que d'ions NH<sub>4</sub><sup>+</sup> justifiant l'acidité (Landmann et al., 2009). Cependant, avec une prédominance de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sur NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, l'efficacité agronomique en azote pourrait être entamé car le riz de bas-fond se nourri préférentiellement de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (Gaudin, 2015). C'est ce qui explique la faible efficacité agronomique observée qui diminue avec la dose (Fig 3b). En effet si l'on observe nos résultats de l'efficacité agronomique, on note de telles valeurs moyennes nettement inférieures au travaux qui ont été faits par Soro (2017). Le cycle a eu un effet significatif sur le pH<sub>eau</sub>, la dose a eu un effet significatif sur le pH<sub>eau</sub>, mais avec l'application du fractionnement, on constate que l'interaction des trois n'ont pas eu un effet significatif en générale notamment pour ( $\alpha=0,1$ ). Cela vient démontrer que le fractionnement réduit l'effet néfaste des doses et des cycles sur le sol étant donné que l'augmentation du nombre de fractionnement jusqu'à cinq (5) nous permettra d'avoir des pH plus élevés allant jusqu'à 4,8 (+0,2 unité pH). L'étude démontre que le fractionnement est un moyen de gestion de l'acidité du sol et pour soutenir la production durable. Ainsi, cette étude vient pour confirmer la gestion de l'azote ou le fractionnement est un moyen efficace de gestion de l'azote pour maintenir l'acidité du sol.

### **Productivité dans les agrosystèmes rizicoles**

L'étude a montré que les rendements ont évolué progressivement avec les cycles de culture. Cependant, plusieurs études sur Fluvisol ont montré une chute inévitable de rendement en monoculture continue (Ganry et Feller., 1977 ; Koné et al., 2014).

Si l'on se refaire d'une part à la forte concentration de la matière organique dans le sol étudié (Histosol) et d'autre part aux travaux de Ganry et Feller (1977), on comprend alors cette nouvelle tendance observée en monoculture de riz. Cela vient renforcer les arguments en faveur de l'amendement organique pour la durabilité de l'écosystème rizicole. En effet, Ganry et Feller (1977) ont montré qu'en absence d'azote et de fumure minérale, le compost fonctionne comme une réserve d'éléments nutritifs pour la microflore et secondairement la plante. Les résultats de nos travaux ont montré que quel que soit le cycle, les valeurs moyennes des rendements obtenus avec les doses 60, 80 et 100 kg N ha<sup>-1</sup> sont statiquement identiques et



supérieures à celles obtenues avec le témoin ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Ce qui est confirmé par les travaux de Gubbels (1978) qui a montré aussi que la variation insignifiante de rendement avec différentes doses n'est pas une singularité à notre étude. Cependant, en utilisant les courbes de tendances, cela a permis de confirmer la dose de  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  comme étant la dose optimale d'azote. Cette valeur est par ailleurs la dose recommandée par plusieurs auteurs dans les agrosystèmes rizicoles de la Côte d'Ivoire (Akassimadou et al., 2017 ; Zadi et al., 2014). Cette étude n'a pas permis d'obtenir une fraction optimale pour chaque dose. Cependant, avec les régressions, on a présumé 5 fractions car plus le nombre de fractionnement est élevé plus l'efficacité agronomique s'élève et mieux seraient le rendement et le pH. On s'attend donc à une augmentation des rendements si on avait atteint cinq (5) fractions. A partir de là, cette étude vient pour confirmer la gestion de l'azote ou le fractionnement est un moyen efficace de gestion de l'azote pour avoir un meilleur rendement. En perspective, il est bon de faire une étude qui va évaluer le fractionnement plus élevé que quatre (4).

## Conclusion

Au terme de notre étude, nous retenons que, pour avoir un rendement élevé sur Histosol, la dose optimale d'urée est autour de  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  et le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  du sol de 4,6. Notre étude n'a pas obtenu une fraction optimale pour chaque dose d'azote. Cependant, il a été constaté que plus le pH du sol s'élève plus le rendement en grains s'élève. Or le fractionnement des doses peut faire évoluer le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  vers la basicité jusqu'à un optimum de 4,8 à cinq (5) fractions, on s'attend donc à une élévation du rendement si on avait fait 5 fractions. Le fractionnement est donc un moyen de gestion de l'acidité du sol et pour soutenir la production durable. Etant donné que dans nos agroécologies, on va jusqu'à  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ , il serait recommandable au lieu de  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ , d'utiliser  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  et augmenter le nombre de fractionnement jusqu'à cinq (5) de la dose ou d'utiliser une autre méthode d'augmentation du  $\text{pH}_{\text{eau}}$  comme le chaulage. Il serait recommandable de faire une étude sur le nombre de fractionnement plus élevé que quatre (4) pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

## References:

1. Agbo. K. (1994). Etude des effets des résidus de récolte sur quelques propriétés physico-chimiques des sols et sur le rendement du maïs. Mémoire d'Ingénieur Agronome. UBESA, Lomé, 104 p.
2. Akassimadou, F. E., Hien, M. P., Bouadou Oi, F. B., Bolou Bi, E. B., Bongoua, J. A., Ettien, J.-B. D., & Yao-kouame, A. (2017). Efficacités Des Nutriments P Et K En Riziculture Irriguée Dans Un Bas-Fond Secondaire En Zone De Savane Guinéenne De La Côte d'Ivoire.

- European Scientific Journal, ESJ, 13(36), 432.*  
<https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n36p432>
3. Bertoni G., Hélias R., Poozesh V., Castillon P., Cruz P. (2013). Faut-il chauler et fertiliser les prairies permanents des sols acides et peu fertiles? *Fourrages*, (2013): 55-62.
  4. Bremner J. and Mulvaney C., 1982. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* In : Konan K.F. (2013). Diagnostic minéral d'un bas-fond secondaire développé sur matériaux granito-gneissique en région Centre de la Côte d'Ivoire : essai comportemental de riziculture irriguée, 72 p.
  5. Chérif M., Audebert A., Fofana M. and Zouzou M. (2009). Évaluation of iron toxicity, on low land irrigated rice in West Africa. *Tropicicultura : 27*, pp. 88-92.
  6. Courtois B. (2007). Une brève histoire du riz et de son amélioration génétique. Cirad, France., 13 p.
  7. Fairhurst, T. (2015). *Manuel de Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols.* Consortium Africain pour la Santé des Sols, Nairobi, 179 p.
  8. Fabre B. et Kockmann F. (2002). La pratique du chaulage. De la construction du référentiel régional à la démarche de conseil en exploitation et gestion des sols, 9,3, 213-224.
  9. FAO. (1997). *Système amélioré de riziculture pluviale.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 97 p.
  10. Freney J. R., R. Leuning J. R. Simpson O.T. Denmead and Muirhead W. A. (1885). Estimating ammonia volatilization from flooded rice fields by simplified techniques. *Soil Sci Am J.* 49, pp. 1049-1085.
  11. Ganry F. et Feller C. (1977). Effet de la fertilisation azotée (urée) et de l'amendement organique (compost) sur la productivité du et la stabilisation de la matière organique en monoculture de mil dans les conditions des zones tropicales semi-arides. Séminaire régional sur le recyclage organique en Agriculture, Bue, Cameroun, 24p.
  12. Ganry F. (1990). Application de la méthode isotopique à l'étude des bilans azotés en zone tropicale sèche. Thèse de doctorat, Université de Nancy I, 351p.
  13. Gaudin R. and Dupuis J. (1999). Ammoniacal nutrition of transplanted rice fertilized with large urea granules. *Agronomy Journal* 91, pp. 33-36.
  14. Gaudin R. (2015). Des modèles agronomiques pour comprendre, prévoir, intervenir : Exemples en zones tropicale et méditerranéenne. Document présenté pour l'obtention de l'habilitation à Diriger des travaux. Université Paul-Valéry Montpellier, 108 p.
  15. Gaudnik C. (2011). Impacts des dépôts d'azote atmosphérique sur la végétation des prairies acides du domaine atlantique français. *Biologie*

- végétale. Université des Sciences et Technologies (Bordeaux 1). BioGeCo (Site de recherche Forêt - Bois de Pierroton - 69, route d'Arcachon F-33612 Cestas Cedex FRANCE - France).
16. Godin B., A. Chandelier., Jacquemin G., Meza R., Eyllenbosch D., Lateur M., Blanchard R., Meurs R., Bodson B., Sinnaeve G. (2020). Valorisation des froments et épeautres de la récolte 2020. Livre Blanc « Céréales » – Septembre.
  17. Gubbels, G. H. (1978). Interaction of cultivar and seeding rate on various agronomic characteristics of flax. *Can. J. Plant Sci.* 58: 303–309.
  18. Konan K. F. (2017). Essai de la compréhension de la variabilité des rendements en riziculture à partir des pratiques paysannes dans les bas-fonds secondaires du M'Bé et de Lakakpli en région centre de la Côte d'Ivoire, 595 p.
  19. Koné B. (2014). Sustaining rice production in Tropical Africa: Coping with rice yield gape and declining yield. Lap Lambert Publishing. 223p.
  20. Lacharme M. (2001). Mémento Technique de Riziculture. La fertilisation minérale du riz « fascicule 6 », 19 p.
  21. Landmann G., Gosselin F., Bonhême I. (coord.). (2009). Biomasse et biodiversité forestière. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implication pour la biodiversité et les ressources naturelles. Paris, MEEDDM-Ecofor, 210 p. [www.gip-ecofor.org](http://www.gip-ecofor.org)
  22. Lavigne D. P., Boucher L et Vidal L. (1996). "Les bas-fonds en Afrique tropicale humide : stratégies paysannes, contraintes agronomiques et aménagements" in Pichot et al eds. *Fertilité*
  23. du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides, actes du séminaire international,
  24. CIRAD, pp. 148-161.
  25. MCLAU-JICA (Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme-Agence Japonaise de Coopération International). (2015). *Projet de développement du Schéma Directeur d'Urbanisme du Grand Abidjan (SDUGA) Vol 2*, 508p.
  26. Mohamed D. (2005). Analyse du fonctionnement d'une parcelle de riz irrigué sur sol alcalin. Application à la gestion intégrée de la fertilisation azotée et du calendrier cultural dans le delta intérieur du fleuve Niger (Mali), 175 p.
  27. Mukenza M. M., Ildephonse K. M., John T. K., Alain K. M., Sylvestre C., Yannick U. S. (2021). Perception de la dégradation de la fertilité des sols et de sa gestion par les agriculteurs de la cité de Kasenga en République Démocratique du Congo *Geo-Eco-Trop.* V45, N° 2, pp. 211-220.

28. Nelson D. W. and Sommers L. E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter, in page, A.L,ed, Methods of soil analysis: part 2 Chemical and Microbiological Properties ( 2<sup>nd</sup>ed); *Madison, Wis, American Society of Agronomy*, pp. 539-579.
29. Ngaresseum D. K. T. (2010). Evolution de la production et des importations de riz en Côte d'Ivoire de 1965 à 2008. BUPED N° 08/2009, 29 p.
30. ONDR. (2016). Office National de Développement de la Riziculture. [www.ondr.ci](http://www.ondr.ci)
31. Pieri C. (1979). Etude de la composition de la solution d'un sol sableux cultivé du Sénégal à l'aide de capteurs en céramique poreuse. *Agronomie Tropicale*. Vol.34, N°1, pp. 9-22.
32. Saidou A., Gnakpenou K. D., Balogoun I., Hounnahin S. R. et Kindomihou M. V. (2014). Effet de l'urée et du NPK 15-15-15 perlés et super granulés sur la productivité des variétés de riz IR841 et NERICA-L14 en zone de bas-fond au Sud-Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, pp. 6575-6589.
33. Snoeck D. (2010). Importance d'une bonne gestion de la fertilité des sols pour cacaoculture durable. In : Atelier sur la gestion des sols des vergers cacaoyers et l'agroforesterie appliquée à la cacaoculture en Afrique de l'Ouest et du Centre, 16 au 18 mars 2010, Kumassi, Ghana. COPAL. s.l. : s.n., pp. 1-8.
34. Sommers ME.and Miller W.P. (1996).Cation exchange capacity and exchange coefficients.In Methods of soil analysis. Part 3 – Chemical Methods.Sparks D.L., Page A.L., Helmke P.A. and Loeppert R.H. (Ed.).American Society of Agronomy, Madison, USA. SSSA Book Series 5: pp. 1201-1230.
35. Soro N. C. (2017). Criblage et identification des génotypes de riz les plus sensibles à l'apport de fertilisant dans un bas-fond irrigable : contribution de la pédologie à la sélection variétale. Mémoire Pour l'obtention du diplôme de master. Université Félix Houphouët Boigny, 61p.
36. Thomas, G. W. (1982). "Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties", Second Edition. A.L. Page (editor). Agronomy, No. 9, Part 2, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI: 159-165.
37. Touré A., Mahaman C. M., Becker M. et Johnson D. (2005). Approche diagnostique pour mieux cibler les interventions culturales dans les bas-fonds rizicoles de Côte d'Ivoire, *agronomie africaine* 17, pp. 219-225.

38. Wetselaar R., Ganry F. (1982). Nitrogen balance in agrosystems. Y.R. Dommergues, H. G. Diem (Eds.), pp. 1-35.
39. Zadi F., Koné B., Gala bi T. J., Akassimadou E. F., Konan K. F., Traoré M. J., N'ganzoua K.R et Yao-Kouamé A. (2014). Lowland Rice Yield as Affected by Straw Incorporation and Inorganic Fertilizer Over Cropping Seasons in Fluvisol. *Journal of advances in agriculture vol .3, no. 1.pp.129 – 141.*



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Aspects Epidémiologique, Diagnostique et Thérapeutique des Urgences Urologiques à l'Hôpital Sounon Sero de Nikki au Bénin**

***Bori M.***

Médecin Résident en Urologie-Andrologie à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, faculté des sciences de la santé Cotonou, Université Abomey Calavi, Bénin

***Hodonou Fred***

Chirurgien urologue à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, à la faculté des sciences de la santé Cotonou, Université Abomey Calavi, Bénin

***Darate René***

Médecin Gynécologue à l'hôpital de zone de Nikki, Bénin

***Yevi Magloire***

Chirurgien urologue à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, à la faculté des sciences de la santé Cotonou, Université Abomey Calavi, Bénin

***Avakoudjo Josué***

Chirurgien urologue à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, Professeur titulaire à la faculté des sciences de la santé Cotonou, coordonnateur du D.E.S d'urologie, Université Abomey Calavi, Bénin

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p57](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p57)

Submitted: 08 March 2023

Accepted: 04 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bori M., Hodonou F., Darate R., Yevi M. & Avakoudjo J. (2023). *Aspects Epidémiologique, Diagnostique et Thérapeutique des Urgences Urologiques à l'Hôpital Sounon Sero de Nikki au Bénin*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 57.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p57>

### **Résumé**

Les urgences urologiques regroupent un ensemble de pathologies multiples et variées. Elles sont plus fréquentes chez l'homme âgé à causes des affections prostatiques et restent dominées par la rétention aiguë d'urine, les

infections urogénitales et les grosses bourses. Elles peuvent différer d'un centre à l'autre sur le plan épidémiologique, mais également dans la prise en charge. **OBJECTIF** : Rapporter les aspects épidémiologique, diagnostique et d'évaluer la prise en charge des urgences urologiques dans l'hôpital SOUNON Séro de Nikki. **PATIENTS ET METHODE** : Il s'est agi d'une étude descriptive à collecte de données prospectives menée à l'hôpital SOUNON Séro de Nikki sur la période allant du 5 novembre 2020 au 5 mai 2021 soit 6 mois et portait sur 44 patients admis dans le service des urgences pour des urgences urologiques. Les variables étudiées étaient : l'âge, le sexe, la profession, le niveau d'instruction, le statut matrimonial, aspect clinique et thérapeutique. Les données ont été collectées sur une fiche individuelle de collecte, testée en amont, à partir des dossiers d'hospitalisation en respectant les considérations éthiques et de déontologie. Pour analyser les données, un logiciel SPSS version 2.0 nous a été utile et nous a permis d'obtenir nos résultats. **RESULTATS** : La tranche d'âge la plus représentée était celle de 60 – 74 ans avec 45,45% dont 100% hommes et la plupart étaient des cultivateurs dans l'ordre de 79,55%. Le principal motif de consultation était la rétention aigue d'urine(RAU) avec 72,73% et étiologies prostatiques (75%), comme geste d'urgence tous avaient bénéficiés d'un sondage vésical trans-urétral. **CONCLUSION** : La prise en charge des urgences urologiques représente une activité courante dans notre pratique. Ces urgences sont l'apanage du sujet âgé de sexe masculin et sont essentiellement dominées par les rétentions d'urine avec pour principales causes les tumeurs prostatiques. Le cathétérisme urétral est le geste le plus couramment pratiqué sachant qu'aucun cas d'obstruction urétral n'a été reçu.

---

**Mots-clés:** Urgence urologique, RAU, SOUNON Séro, sondage vésical

## **Epidemiological, Diagnostic, and Therapeutic Aspects of Urologic Emergencies at Sounon Sero Hospital in Nikki**

### ***Bori M.***

Médecin Résident en Urologie-Andrologie à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, faculté des sciences de la santé Cotonou, Université Abomey Calavi, Bénin

### ***Hodonou Fred***

Chirurgien urologue à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, à la faculté des sciences de la santé Cotonou, Université Abomey Calavi, Bénin

### ***Darate René***

Médecin Gynécologue à l'hôpital de zone de Nikki, Bénin

### ***Yevi Magloire***

Chirurgien urologue à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, à la faculté des sciences de la santé Cotonou, Université Abomey Calavi, Bénin

### ***Avakoudjo Josué***

Chirurgien urologue à la clinique universitaire d'urologie Andrologie du centre Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga, Professeur titulaire à la faculté des sciences de la santé Cotonou, coordonnateur du D.E.S d'urologie, Université Abomey Calavi, Bénin

---

### **Abstract**

Urological emergencies include a set of multiple and varied pathologies. They are more frequent in the elderly man because of prostatic affections and remain dominated by acute retention of urine, urogenital infections, and large prostates. They can differ from one center to another on the epidemiological level, but also in the management. **OBJECTIVE:** To report the epidemiological and diagnostic aspects and to evaluate the management of urological emergencies in the SOUNON Séro hospital in Nikki. **PATIENTS AND METHOD:** This was a descriptive study with prospective data collection conducted at the SOUNON Séro hospital in Nikki over the period from November 5, 2020 to May 5, 2021, i.e. 6 months and involved 44 patients admitted to the emergency department for urological emergencies. The variables studied were: age, sex, profession, level of education, marital status, and clinical and therapeutic aspect. The data was collected on an individual collection sheet, and tested upstream, from hospital records, respecting ethical and deontological considerations. To analyze the data, SPSS version 2.0



software was useful and allowed us to obtain our results. **RESULTS:** The most represented age group was that of 60 – 74 years with 45.45% of which 100% were men and most were farmers in the order of 79.55%. The main reason for consultation was acute urinary retention (AUR) with 72.73% and prostatic etiologies (75%), as an emergency gesture, all had benefited from a transurethral bladder catheterization. **CONCLUSION:** The management of urological emergencies is a common activity in our practice. These emergencies are the prerogative of the elderly male subject and are essentially dominated by urine retention with the main causes being prostate tumors. Urethral catheterization is the most commonly performed gesture knowing that no case of urethral obstruction has been received.

---

**Keywords:** Urological emergency, RAU, SOUNON Séro, bladder catheterization

## **Introduction**

Les urgences en urologie tout comme dans d'autres spécialités, évoquent une souffrance ou une situation critique pour la santé, à laquelle doit s'appliquer une prise en charge appropriée. Ces urgences sont nombreuses et diverses (Diabaté et al., 2015). Les urgences urologiques regroupent un ensemble des pathologies multiples et variées. Elles sont plus fréquentes chez l'homme âgé à causes des affections prostatiques et restent dominées par la rétention aigue d'urine, les infections urogénitales et les grosses bourses etc. (Bobo et al., 2010).

Elles peuvent différer d'un centre à un autre sur le plan épidémiologique, mais également dans la prise en charge. En France, (Mondet et al., 2002) ont noté que 22,49% des patients ont consulté aux urgences pour rétention et que 8% des hospitalisations en urologie sont dues aux urgences dominées dans 25% des cas par des lombalgies.

L'objectif de ce travail est de rapporter les aspects épidémiologique, diagnostique et d'évaluer la prise en charge des urgences urologiques dans l'hôpital SOUNON Séro de Nikki au Bénin.

## **Matériels et méthodes**

Il s'est agi d'une étude descriptive à collecte de données prospectives menée à l'hôpital SOUNON Séro de Nikki sur la période allant du 5 novembre 2020 au 5 mai 2021 soit 6 mois et portant sur 44 patients admis pour urgences urologiques sur 478 cas d'urgences confondues.

Les variables étudiées sont : l'âge, sexe, la profession, le niveau d'instruction, le statut matrimonial, aspect clinique et thérapeutique.

Les données ont été collectées sur une fiche individuelle de collecte à partir des dossiers d'hospitalisation. Pour analyser ces données, un logiciel SPSS version 2.0 a été utilisé et a permis d'obtenir les résultats.

## Resultats

### Fréquence des urgences urologiques

Quarante-quatre (44) cas urologique étaient recensés sur 478 cas d'urgence confondue, soit une prévalence de 9,20% de l'ensemble des urgences.

### Urgences urologiques et Variables sociodémographiques

*Tableau I. Répartition des cas selon l'âge*

Tranche d'âge	Effectif	Pourcentage
15-29 ans	3	6,82%
30-44 ans	6	13,64%
45-59 ans	5	11,36%
60-74 ans	20	45,45%
75-94 ans	10	22,73%
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

La tranche d'âge la plus représentée était celle de 60 – 74 ans avec 45,45% et tous de sexe masculin (Tableau I). Les jeunes ne représentaient que 6,82% des cas.

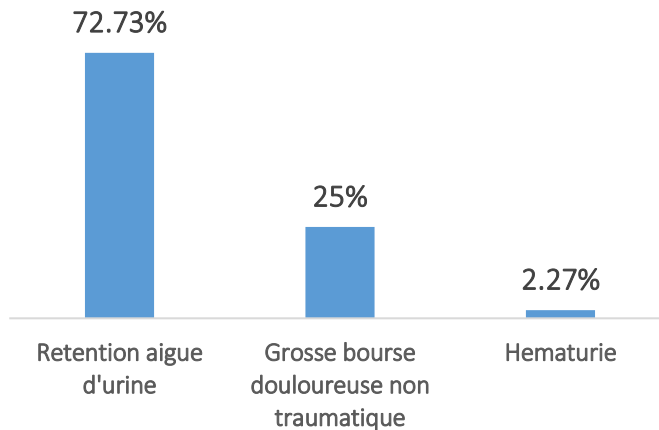
*Tableau II. Répartition des cas selon l'activité*

Activités	Effectif	Pourcentage
Agriculteurs	35	79,55%
Commerçants	5	11,36%
Fonctionnaires	4	9,09%
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

Parmi les cas enregistrés, les cultivateurs représentaient 79,55%, les commerçants 11,36% et les fonctionnaires 9,09%. Ainsi la population de cette série était non scolarisée à 90,91% (Tableau II).

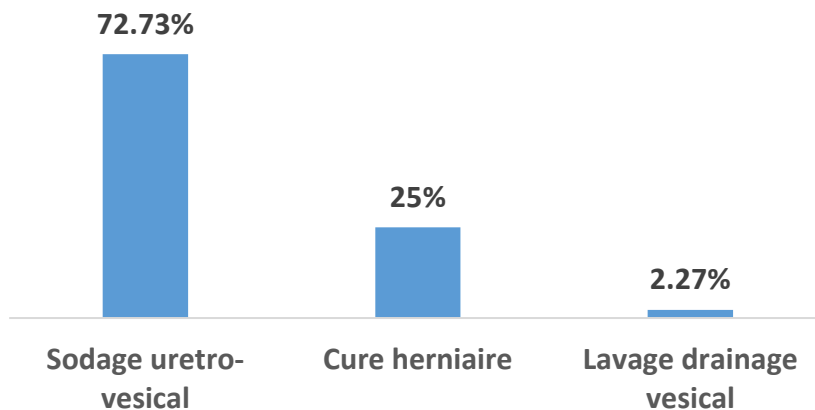
### Urgences urologiques et aspects cliniques et thérapeutiques

Les différentes urgences urologiques rencontrées sont indiquées sur la figure 1. Les principales urgences reçues sont : la rétention aiguë d'urine vésicale (72,73%), la grosse bourse (25%) et l'hématurie (2,27%).



*Figure 1. Distribution des urgences urologiques*

Sur le plan clinique, les principales étiologies des rétentions aiguës d'urine et des hématuries étaient les tumeurs prostatiques (75%) suivies des hernies inguino-scrotales (25%) dysurique par hyperpression abdominale avec symptômes du bas appareil urinaire d'origine prostatiques entraînant une rétention urinaire complète. Les gestes thérapeutiques réalisés en urgence étaient le sondage vésical transurétral simple dans (72,73%) des cas, la cure herniaire (25%) et le lavage drainage (2,27%) (Figure 2).



*Figure 2. Distribution des gestes thérapeutiques réalisés*

## Discussion

### Fréquence des urgences urologiques

Dans cette étude, la prévalence des urgences urologiques est de 9,20% de l'ensemble des cas enregistrés aux urgences chirurgicales. Résultat nettement inférieur à ceux retrouvés par Fall.B à Dakar en 2008. Cette différence pouvait s'expliquer par le fait cette étude sénégalaise a été faite

dans un centre hospitalier universitaire avec un bon pôle urologique contrairement à la nôtre qui a été faite dans un hôpital de zone avec un service chirurgical commune de toutes pathologies chirurgicales.

### **Urgences urologiques et Variables sociodémographiques**

De nombreuses études montrent une nette prédominance masculine au sein des urgences urologiques. Ceci est dû à la grande fréquence des urgences causées par les pathologies prostatiques. C'est ainsi que nous avons 100 % masculin étant représenté tendance convergente avec (Halidou et al., 2017) et (Diabaté et al., 2015) qui ont retrouvé respectivement 97,62% et 93,7%.

Dans cette étude la tranche d'âge la plus représentée était celle de 60 – 74 ans représentant 45,45% des cas ces résultats vont dans le même sens que ceux rapportés par (Owon Abess et al., 2020) dans leur étude réalisée au Cameroun, qui avaient trouvé que la tranche d'âge de 60-75 ans est majoritaire. La surreprésentation de cette tranche (60- 75ans) d'âge, pourrait s'expliquer par le fait que la pathologie tumorale prostatique bénigne et maligne grande pourvoyeuse de rétention aigüe débute après la soixantaine.

Dans cette série 90,91% des patients étaient non scolarisés et 79,55% cultivateurs même tendance rapporter par (Halidou et al., 2017) au Niger avec 63% non scolarisés et 88,65% cultivateurs. Ceci pourrait être dû au fait qu'un grand nombre des patients ayant un niveau scolaire consultent tôt par rapport aux non scolarisés par le fait qu'ils sont mieux informés et instruits. A cause de la limitation financière, la majorité de la population cultivatrice ne consulte pas tôt au début de la symptomatologie obstructive du bas appareil urinaire.

### **Urgences urologiques et aspects cliniques**

Les patients de notre série avaient consulté respectivement RAU, grosse bourse douloureuse non traumatique et hématurie respectivement aux taux de 72,73%, 25% et 2,27%, (Fall et al., 2008) au Sénégal et (Ouatarra et al ;2019) au Burkina, ont retrouvé respectivement 53% et 40,27% RAU comme principaux motifs de consultation.

Ces sont supérieurs à ceux de (Mondet et al., 2002) en France qui avaient trouvé 22,49% où la RAU vient en deuxième position après les lombalgies. Cela s'explique par le fait qu'en France les patients consultent dès moindre symptômes urinaire alors que chez nous ils viennent tardivement au stade de complications (RAU)

L'étiologie de ces rétentions était la pathologie prostatique dans 75% des cas dans cette série. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par (Botcho et al.,2016) au Togo avec 75% des cas. Cela pourrait se justifier par le fait que nos populations d'étude étaient en majorité vieillissantes et que les pathologies prostatiques corroborent à ce vieillissement.

Les grosses bourses occupaient le deuxième rang de motif de consultation aux urgences, exclusivement les hernies inguino-scrotales sont à l'ordre de 25% des cas dans cette série, résultat inférieur à celui de (HARISSOU et al.,2017) au Niger qui a trouvé 51% des cas. Cette fréquence élevée des hernies dans son étude s'expliquerait par le fait que 73,87% de sa population d'étude étaient des paysans exposés aux travaux champêtres lourds entraînant une hyperpression abdominale. Et que l'étude a été conduite dans un hôpital de référence régional contrairement à celui de Nikki qui est un hôpital de zone.

L'hématurie occupait la troisième place des urgences urologiques avec 2,27%, ce résultat est inférieur à celui apporté par (Fall et al.,2008) au Sénégal avec 9,6%. Cette différence peut s'expliquer par le fait que dans certaines pratiques les hématuries intermittentes minimales, sans caillot vésical sont négligées et ne sont pas pris comme urgence pouvant amener le patient aux urgences.

### **Urgences urologiques et aspects thérapeutiques**

Le cathétérisme urétral évacuateur était un des gestes les plus fréquemment réalisés en urgence. Dans notre étude 72,73% avaient bénéficié d'un sondage vésical transurétral même tendance de gestes rapportés par (Diabaté et al.,2015) et (Tengué, 2017) au Togo et (Fabienne, R.L, 2016) à Madagascar avec respectivement 50,49% ; 58,8% ; 88,63%. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la principale cause d'admission aux urgences urologiques était due à la rétention aigue d'urine d'étiologie prostatique c'est-à-dire une obstruction basse pouvant être levée par un sondage vésical transurétral.

Tandis que (Fall et al., 2008) et (Tfeil et al., 2010) avaient retrouvé le cathétérisme sus pubien comme principal geste dans l'ordre de 59,8 et 59,7% respectivement. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que dans leurs études la sténose urétrale empêchant toute tentative de sondage par la voie urétrale qui représente 23% des cas pour les deux études.

Le décaillotage avait été fait dans 2,27% des cas ce résultat, est proche de celui de (Fabienne, R.L, 2016) qui a trouvé un taux de 1,14%.

### **Conclusion**

La prise en charge des urgences urologiques représente une activité courante dans notre pratique. Ces urgences sont l'apanage du sujet âgé de sexe masculin et sont essentiellement dominées par les rétentions d'urine avec pour principales causes les tumeurs prostatiques. Le cathétérisme urétral est le geste le plus couramment pratiqué sachant qu'aucun cas d'obstruction urétrale n'a été reçu.

**Consentement à la publication** : Tous les auteurs ont donné leur consentement pour la

### **Publication de ce papier**

**Intérêts concurrents** : Les auteurs n'ont aucun intérêt concurrent à déclarer qui sont pertinents pour le contenu de cet article

**Source de financement** : Cette recherche n'a reçu aucune subvention spécifique des organismes de financement des secteurs public, commercial ou à but non lucratif.

**Conflit d'intérêts** : Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun intérêt financier ou conflit d'intérêt non financier. Toutes les données présentées dans cet article ont été collectées en préservant l'anonymat du participant.

### **References:**

1. Diabaté, I., Ondo, C.Z., Sow, I., Ba, A., Mboup, C. (2015). Les urgences urologiques au Centre Hospitalier de Louga, Sénégal : Aspects épidémiologiques et évaluation de la prise en charge. *African J Urol.*21(3) :181–6.
2. Bobo, D.A., Bah, I., Diallo, T.M.O., Bah, O.R., Amougou, B., Bah, M.D., et al. (2010). Le profil des urgences urologiques au CHU de Conakry, Guinée. *Prog en Urol.* 20(3) :214–8.
3. Mondet, F., Chartier-Kastler, E., Yonneau, L., Bohin, D., Barrou, B., Richard, F. (2002). Épidémiologie des urgences urologiques en Centre Hospitalier Universitaire. *Prog Urol.*12(3) : 437–42.
4. Sidi, U., Ben, M. (2015). Les urgences urologiques guide pratique. *African J Urol.* 11(3) :306-12.
5. Tengue, K., Kpatcha, T.M., Sewa, E., Adabra, K., Amavi, AK., Sikpa, K., Botcho, G.L.E. (2017). Prise en charge des urgences urologiques au TOGO. 1 :331–4.
6. Halidou, M., Adamou, H., Habou, O., Magagi, I.A. (2017). Les urgences urologiques à l'Hôpital National de Zinder : aspects épidémiologiques, étiologiques et thérapeutiques. *African J Urol.* 6:16-1.
7. Fall, B., Diao, B., Fall, P.A., Diallo, Y., Sow, Y., Ondongo, A.A.M., et al., (2008). Les urgences urologiques en milieu hospitalier universitaire à Dakar: aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. *Prog en Urol.*18(10) : 650–3
8. Tfeil, Y.O., Elmoctar, C.A.O., Ca, M.O. and Jdoud, C.O. (2010) Les urgences urologiques au centre hospitalier national de Nouakchott : Aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. *Basic and Clinical Andrology*, 20, 144.

9. Ouatarra, A., Botcho, G., Pare, A.k., Yameogo, C., ky, B., Rouamba, M, Kabore, F.A., Kambou, T. Les urgences urologiques à l'hôpital de Bobo-Dioulasso (Bourkina Faso). Aspect épidémiologiques et prise en charge propos de 303 cas
10. Vol .21 No .4-1(2019) journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé
11. Ouattara, A., Avakoudjo, J.G., Hounnasso, P. P, Cisse, D., Hodonou, F.D.J.M., Gandaho, I. (2013). Les urgences urologiques traumatiques au CHNU-HKM de Cotonou : aspects épidémiologiques, diagnostiques et thérapeutiques A propos de 32 cas colligés en deux ans. Med Afr Noire. 14(2) :5-42.
12. Botcho, G., Tengué, K. et al., (2016). Prise en charge de la rétention aigue d'urine au Chu Sylvanus Olympio de Lomé. Aspects épidémiologiques, diagnostiques et thérapeutiques des urgences urologiques au Chujra thèse med N° : 8896. Antananarivo
13. Owon'Abessolo .PF, Mayopa.CF ; Mekeme.J ;J.CFouda ;Biyouma M.D.C ;Dongmo.G ;Angwafor.F ;Sosso.M.A (2020). Urgences Urologiques : Aspects Épidémiologiques, Cliniques et Thérapeutiques à l'Hôpital Central de Yaoundé. Health Sciences and Diseases: Vol 21 (8) Aug 2020 pp 52-55
14. Maazou, H., Ibrahim, A. M., Harissou, A., Oumarou, H., Magagi, A., Mansour, A., ... & Soumana, A. (2017). Chirurgie de l'Hydrocèle de l'Adulte à l'Hôpital National de Zinder (Niger). Health Sci. Dis2017, 18(4), 69-72.
15. Fabienne, R. L. Aspects Epidémiologiques, Diagnostiques Et Thérapeutiques Des Urgences Urologiques Au Chujra.



## Prevalence of Substance Abuse among Secondary School Students in Lagos State of Nigeria

*Olanrewaju Onigbogi*

Department of Community Health and Primary Care,  
College of Medicine, University of Lagos, Nigeria  
Department of Family and Preventive Medicine,  
University of Utah, Utah, USA

*Omobola Ojo*

Department of Community Medicine and Primary Care,  
Federal Medical Center, Abeokuta, Ogun State, Nigeria

*Oluwatoyin Babalola*

School of Environmental Health Studies, Ekiti State College of Health  
Sciences and Technology, Ijero-Ekiti, Ekiti State, Nigeria

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p67](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p67)

Submitted: 21 March 2023

Accepted: 17 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Onigbogi O., Ojo O. & Babalola O. (2023). *Prevalence of Substance Abuse among Secondary School Students in Lagos State of Nigeria*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 67.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p67>

### Abstract

Background: Substance abuse among Nigerian in-school youth has been on the rise in recent times with attendant physical and mental health consequences. This study aimed at determining the awareness and knowledge of, attitude to, and prevalence of substance abuse among senior secondary school students in Lagos State of Nigeria. Methods: This was a descriptive cross-sectional study conducted among senior secondary school students in Lagos using the multistage sampling technique. A pre-tested structured, self-administered questionnaire was used to collect data which was analyzed using Statistical Package for Social Science (SPSS) version 21. The level of significance for statistical analysis was set at  $p \leq 0.05$  at a 95% Confidence Interval. Pearson's Chi square and Fisher's exact tests were used to determine the association between categorical variables. Results: A total of 422 students participated in the study with a mean age of  $16.30 \pm 1.72$  years. Three hundred and seventy-eight respondents (89.6%) indicated that they were aware of



substance abuse with television being the commonest first source of information, 134 (35.5%). The overall knowledge of students on substance abuse was good (66.9%) and the attitude to substance abuse was positive among 233 respondents (61.6%). The overall prevalence of substance abuse was 8.3% and the most commonly used substances were opiates such as codeine-containing cough syrup and tramadol (11.6%), followed by tranquilizers (9%), hallucinogens (5.6%) and amphetamines (5.3%) with the influencers of use being mainly family friends (31.4%), parents (22.9%) and peers (22.9%). Conclusion: The study revealed that despite overall good knowledge and positive attitudes, substance abuse remained a practice in this group. There is a need to implement school-wide positive behavioral programs to reduce prevalence and supply reduction interventions to reduce the availability of these substances. There is also a need for further studies to explore the other drivers and facilitators of this phenomenon.

---

**Keywords:** Senior secondary school, students, knowledge, attitude, prevalence, substance abuse, Nigeria

## **Introduction**

Substance abuse is the hazardous use of psychoactive substances, including alcohol and illicit drugs in a manner that is unrelated to acceptable medical practice. (Degenhardt et al. 2019) It sometimes undermines moral restraints and encourages deviant or criminal behavior, especially among youth (Chilo, 2018). Obarisiagbon and Ajayi found out that substance abuse was an important determinant of risky sexual behavior among youths in Benin City, Nigeria (Obarisiagbon and Ajayi, 2019) Researchers in Lagos, Nigeria also showed that Nigerian youths have limited knowledge of the adverse effects of substance abuse and widely abused tobacco, alcohol, opiates, cannabis, amphetamines and benzodiazepines (Odukoya et al. 2018). Many of these youths eventually end up abusing more addictive substances (Oshodi et al. 2019).

The 2010 World Drug Report states that some 200 million people or 5 percent of the world's population aged 15 – 64 had abused a substance at least once in the prior year (UNODC 2010). Ediomu-Ubong et al (2017) concluded that there was a need to urgently improve substance abuse policy in developing countries because health problems associated with substance abuse result in poorer outcomes. In addition, there is evidence of an increase in the prevalence of the use of cannabis and non-medical prescription opioids especially cough syrups having some codeine or dextromethorphan as ingredients among Nigerian youth (Odukoya et al. 2018, Oshodi et al. 2019). Substance abuse among youth generally results in poor academic performance, anti-social behaviors, and mental illness (Degenhardt et al. 2013). In addition, surveys

conducted in psychiatric hospitals in western Nigeria indicate that most of the patients who present with schizophrenia, anxiety disorders, and other mental health problems had a history of drug abuse (Degenhardt et al. 2013, Ali et al.2019, Unuogu et al. 2017).

Eti Osa LGA is in an urban area of Lagos State with upper-scale neighborhoods merging with urban slums, many of which are located near beaches and marshy areas. The population of Eti Osa LGA is estimated at 308,767 inhabitants (About Lagos 2021). In some cases, open air bars in shanties on these beaches serve food and drinks, but also sell substances of abuse and are sometimes the base for commercial sex work. The free availability of substances of abuse in these fun spots lining the beaches and the anonymity associated with beach life may have a link with substance abuse, especially among school-age youth. Some international studies have shown that in-school youths have identical levels of exposure to substance abuse with their out-of-school peers (Hawkins et al, 2016, Smyth and Saulnier 2015, Hahn et al. 2019). Our study therefore sought to assess the knowledge of, attitude to, and prevalence of substance abuse among secondary school students in Eti-Osa LGA in Lagos Nigeria.

## 1. **Methodology**

### a. ***Description of Study Area***

Lagos State is located in the south-western geopolitical zone and is the most populous city in Nigeria. It is a metropolitan area, which originated on the islands and currently is divided for administrative purposes into twenty (20) Local Government Areas (LGA) (Lagos State Local Government Areas 2023). This study was conducted in Eti-Osa LGA of Lagos State which comprises residential and commercial areas and twelve public secondary schools owned and managed by the state government (Lagos Bureau of Statistics 2020).

### b. ***Study Design***

This was a descriptive cross-sectional study.

### c. ***Study Population***

The study population was Senior Secondary (SS) Students in SS1 to SS3 of Secondary Schools in Eti-Osa LGA.

## ***i. Inclusion Criteria***

2. Students between the ages 10-19 years from SS1- SS3.
3. Students who had been registered in the school for a least 6 months prior to the commencement of the study.

**a. *Sample Size Determination***

The minimum sample size was determined using the Cochran formula ( $n = z^2 \times p \times q / d^2$ ), with a standard normal deviate  $z$  at a 95% confidence interval of 1.96, prevalence  $p$  from a pre-study estimate of the proportion of illicit drug use in secondary schools = 50.7% = 0.5070<sup>4</sup> and the error of precision set at  $\pm$  5% (0.05).  $q$  is the estimated proportion of subjects without attribute =  $1 - p = 0.493$

Therefore, the calculated minimum sample size was  $n = 384$

The possibility of attrition during the study made it imperative to add an extra 10%, therefore, increasing the questionnaire size to 422.

**b. *Sampling Technique***

A multistage sampling technique was used to select respondents for this study.

Stage 1 (Selection of schools): A simple random sampling technique via balloting was used to select a total of four Senior Secondary Schools out of the registered public secondary schools in Eti-Osa Local Government Area using the list of schools obtained from the Local Government Education Authority. Namely, Kuramo Senior Secondary School with 504 Students, Gbara Community Secondary School with 474 Students, Ilasan Senior Secondary School students, and finally Victoria Island Senior Secondary School with 388 Students.

Stage 2 (Number of Respondents): The population of the Senior Secondary School Students in each school was obtained from the school authorities. A proportionate sampling technique was used to recruit the number of respondents across the schools.

Stage 3 (Selection of Respondents): The respondents were then recruited by systematic sampling using a sampling interval of 4 till the desired sample size was achieved.

The sampling interval was calculated using the formula:  $K$  (sampling interval) =  $N/n$

Where  $N$  (Total Population of Senior Secondary School students in the four schools) = 1815

$$n \text{ (Desired sample size)} = 422.$$

$$K = 1815/422 = 4. \text{ Therefore } K = 4$$

**c. *Method of Data Collection***

Self-administered questionnaires were used to collect data. The structured questionnaire was adapted from studies that used the WHO student drug use questionnaire that had been previously validated in Nigeria and slightly modified for simpler local use (Odukoya et al. 2018). The questionnaire had four sections: Socio-demographic information of the

respondents, including age, sex and family size, knowledge of substance abuse, attitude to substance abuse and commonly abused substances with the influencers. Copies of the questionnaire can be obtained on request from the corresponding author.

### ***Pretesting of Questionnaire***

The questionnaire was pre-tested on forty-two Senior Secondary School students from Comprehensive High School Isolo in Oshodi-Isolo LGA which has a similar setting to the study population., after which the questionnaires were modified.

#### **d. *Research Assistants***

Two research assistants with minimum qualification of Senior Secondary School Certificate were trained four hours daily for 2 days on the objectives of the study and the most scientific methods of distributing the questionnaires.

#### **e. *Data Analysis***

A standard scoring system was used to assess both the knowledge of substance abuse and attitude toward illicit drugs (Geramian et al. 2014). The knowledge of substances that could be abused or were currently being abused was elicited by using 12 questions. Each correct response was allocated a score of 1 and an incorrect response or not sure was scored 0. Any score equal to the mean and above the mean or average score for the group was graded 'Good' and the score below the mean was graded as 'Poor'.

Attitude to substance abuse was assessed using 10 questions on a 3-point Likert scale. The attitudinal scores were two points for agreement, one point for disagreement, and zero points for respondents who were not sure or gave no response. The students who got cumulative scores from 18 to 36 were considered as having positive attitudes and those with less than 18 were considered as having negative attitudes.

Data was analyzed using SPSS Version 21 with results presented in tables showing frequencies and proportions. The Chi-square and Fisher's exact tests were used to test the associations between categorical variables, while the level of significance was set at ( $p < 0.05$ ). Fisher's Exact Test was used to determine whether there was a significant association between two categorical variables in some cases where the sample sizes were small.

#### **f. *Ethical Considerations***

Ethical approval was obtained from the Health Research and Ethics Committee of the Lagos University Teaching Hospital with the assigned number ADM/DCST/HREC/APP/2968. Written approval to conduct the

study in the schools was also obtained from the office of the Head of Public Service and the Ministry of Education. Written consent for participation was obtained from at least one parent or guardian of students below 18 years of age by giving out a simplified and adapted version of the Research Ethics protocol. In addition, written consent. was obtained from students who were above 18 years of age. Oral consent was obtained from all participants regardless of the age after the provision of detailed information about the objectives, merits, and risks associated with the study with the assurance that findings would be treated with confidentiality and used only for research purposes. There were no names on the questionnaire and data obtained were de-identified with the Principal Investigator (PI) being the only one who had access to codes of other personal data identifiers.

## Results

**Table 1.** Socio-demographic characteristics of respondents

<b>Variable</b>	<b>Frequency (n=422)</b>	<b>Percentage (%)</b>
<b>Age group (years)</b>		
10 – 14	48	11.4
15 – 19	374	88.6
<b>Mean ± SD</b>	16.30 ± 1.72	
<b>Sex</b>		
Male	205	48.6
Female	217	51.4
<b>Highest level of Education of the father</b>		
Primary	43	10.2
Secondary	203	41.8
Tertiary	131	31.0
None	45	10.7
<b>Highest level of Education of the mother</b>		
Primary	63	14.9
Secondary	231	57.1
Tertiary	80	19.0
None	38	9.0

Table 1 represents the socio-demographic characteristics of the respondents. The highest number of respondents, 374 (88.6%) were between 15 – 19 years of age. The mean age was 16.30 ± 1.72 years with an age range of 10 to 19 years. The highest level of education of both parents was secondary school (57.1%).

**Table 2:** Awareness of substance abuse and the first source of awareness

<b>Variable</b>	<b>Frequency</b>	<b>Percentage</b>
<b>Awareness of Substance abuse</b>		
Yes	378	89.6
No	44	10.4
<b>First source of awareness</b>		
<b>(n-378)</b>		
Internet	25	6.6
Health facility	10	2.6
Health workers/health outreaches	16	4.2
Newspapers	51	13.5
Radio	52	13.8
School	86	22.8
Telephone messages	4	1.1
Television	134	35.4

Table 2 presents the number of respondents who had heard or seen messages on illicit drugs. The majority of the respondents 378 (89.6%) stated that they had heard or seen messages on illicit drugs. A greater proportion of these respondents 134 (35.4%) stated that their first source of awareness of substance abuse was the television. Awareness through school-based curriculums of programs ranked second with 86 students (22.8%) stating that school was their first source of information. However, the lowest number of the respondents 4 (1.1%) stated that their first source of information on illicit drugs was via telephone messages.

**Table 3.** Respondent's overall knowledge and attitudinal score on substance abuse

<b>Variable</b>	<b>Frequency (n=378)</b>	<b>Percentage (%)</b>
<b>Knowledge</b>		
Good	253	66.9
Poor	125	33.1
<b>Attitude</b>		
Positive	233	61.6
Negative	145	38.4
<b>Total</b>	<b>378</b>	<b>100</b>

The knowledge score of substance abuse was good among 253 respondents (66.9%) and the attitudinal score was positive among 233 respondents (61.6%).

**Table 4.** Substances abused by respondents and influencers of the action

<b>Variable</b>	<b>Frequency</b>	<b>Percentage (%)</b>
<b>Tranquilizers (n =35)</b>		
Peers	8	22.9
Parents	8	22.9
Family friends	11	31.4
Community	2	5.7
Non response	6	17.1
<b>Amphetamines like stimulants (Methamphetamines, ecstasy: n =20)</b>		
Peers	1	5.0
Parents	5	25.0
Family friends	5	25.0
Community	4	20.0
Others e.g pharmacy	2	10.0
Non response	3	15.0
<b>Hallucinogens (Lysergic Acid Diethylamide, Mescaline: n = 21)</b>		
Peers	3	14.3
Parents	7	33.3
Family friends	3	14.3
Community	4	19.0
Non response	4	19.0
<b>Opiates (codeine-containing cough syrup, tramadol: n = 44)</b>		
Peers	6	13.6
Parents	6	13.6
Family friends	8	18.2
Community	15	34.1
Non response	9	20.5

Table 4 outlines the substances abused by the respondents and the influencers of such behaviors. Opiates such as codeine-containing cough syrup and tramadol were the substances most frequently abused by the respondents. The influence of the community ranked highest in the abuse of opiates (34.1%) compared to other substances.

**Table 5.** Association between knowledge scores and substance abuse

<b>Variable</b>	<b>Substance abuse</b>		<b>Total n=378</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>df</b>	<b>p-value Fishers exact (F)</b>
	<b>Yes n=35</b>	<b>No n=343</b>				
Knowledge (tranquilizers)						
Good	21 (60.0%)	322 (67.6%)	253	0.837	1	0.231
Poor	14 (40.0%)	111 (32.4%)	125			
Knowledge (amphetamines)						
Good	10(50.0%)	243(67.9%)	253	2.735	1	0.082
Poor	10(50.0%)	115(32.1%)	125			

Knowledge (hallucinogens)						
Good	10(47.6%)	243(68.1%)	253	3.747	1	0.048
Poor	11(52.4%)	114(31.9%)	125			
Knowledge (opiates)						
Good	27(61.4%)	226(67.7%)	253	0.697	1	0.251
Poor	17(38.6%)	108(32.3%)	125			

Table 5 shows the association between the knowledge score and substance use. There was no statistically significant association between the knowledge score of the respondents and the use of tranquilizers, amphetamines, and opiates. However, there was a statistically significant association between the use of hallucinogens and the knowledge score of the respondents ( $p = .048$ ).

## Discussion

The public health burden of substance abuse among Nigerian youth is of concern, especially with the changing pattern and demographics of users, associated crime, and the possibility of reduced productivity (Geramian et al. 2014). The mean age (16.3 years) in our study fell within adolescence (10-19 years) which is a high-risk period for substance abuse observed in a previous study conducted in Lagos (Odukoya et al. 2018). Oladele and Olufunmilayo in a study published in 2013 reported a mean age of 21 years (Oladele and Olufunmilayo 2013). The marked difference in age reported in this study may be related to anecdotal reports of easier access to substances of abuse and increased social and psychological pressure on Nigerian youth over the past decade.

In this study, the majority of respondents (89.6%) stated that they had seen and heard messages on the dangers of substance abuse, out of which 35.4% reported their major source of information being the television followed by 22.8% alluding to the fact that they got their first information on substance abuse from school. This finding is consistent with data reported from an Indian study (Heydarabadi et al. 2014). Interventions that are designed to make use of this opportunity presented by this access to television by the students should be considered. In addition, school-wide interventions should be explored bearing in mind the large percentage of students who got their first information from these institutions.

Furthermore, this study revealed that the majority of respondents (66.9%) had good knowledge of substance abuse which agrees with the results of a similar study conducted in Kenya (Carolyne 2018). In addition, the overall



attitude of the respondents toward illicit drugs was good, with close to two-thirds of the respondents (61.6%) having a positive attitude toward substance abuse. The good knowledge may have had some influence on the attitude of the participants in this study. This finding agrees with data obtained in a study conducted in the Imo State of Nigeria (Nwosu and Ezejindu 2017) and another conducted in Minna, Nigeria (Mohammed et al. 2021).

Generally, the prevalence of substance abuse was low among the respondents with 35 out of the 422 respondents reporting that they engaged in substance abuse (8.3%). This is lower than the figure of 20.9% which was reported in a previous Nigerian survey (Gobir et al 2017). In addition, although various substances had been abused by the students; few of them (9.3%) stated they had ever abused tranquilizers (sedatives and hypnotics) and 5.3%, 5.6%, and 11.6% reported having abused amphetamines, hallucinogens, and opiates respectively. The overall most frequently abused substances were opiates (codeine-containing cough syrup and tramadol) which is similar to the findings of a study conducted in Imo, Nigeria (Nwosu and Ezejindu 2017). Findings from this study were also identical to a U.S. report where the prevalence of abuse of codeine, hallucinogens, and ecstasy was put as 11.0%, 6.5%, and 5.0% respectively (Agnich et al. 2013).

The high prevalence of abuse of codeine-containing cough syrup and tramadol can be linked to the reports of wide availability and large-scale illegal sales in local drug markets and pharmacies in Nigeria. Peer influence could also be a major factor as most of the respondents stated that their abuse experience was largely influenced by peers. It should be noted that for tranquilizers, an equal number of the respondents 8 (22.9%) reported that parental and peer influence contributed to the onset of abuse of these substances. This finding is important bearing in mind the high rates of misuse of commonly prescribed tranquilizers reported among older persons experiencing insomnia (McMillan et al. 2013). Thirteen of the respondents in this study (37.1%) stated that they abused these substances both individually and in groups. Likewise, a large proportion of respondents who abused substances (33.3%) stated that their use of hallucinogens (Lysergic Acid Diethylamide, Mescaline) was influenced by their parents. This is similar to the outcome of a study conducted in the United States which showed a relationship between parental use of hallucinogens and substance abuse among youth (Kann et al. 2016). This implies that the presence of a family member involved in substance abuse has some bearing on the initiation of substance abuse by the student. This observation also relates to the involvement of family and friends in influencing the substance abuse behavior of the respondents. A total of 11 students (31.4%) admitted that family friends were the major influencers of their abuse of tranquilizers and 8 (18.2%) admitted that their family friends influenced their use of opiates. This also

agrees with the observed trend of misuse of some over-the-counter medication by adults which has been found to influence youth substance abuse behavior in previous studies (McMillan et al. 2013, Kann et al. 2016). Evolution in substance abuse behavior and the variety of drugs of abuse available to these students call for new approaches to prevention and treatment, especially from a family perspective.

### **Limitations**

These data were collected in one LGA out of 20 such in Lagos State and may not be the best representation of the entire state. The generalizability of these data is further limited by the fact that data was obtained from consenting students in a mixed-gender, government-owned educational institution which had no boarding facilities. The picture of privately owned, single-sex institutions or schools offering boarding facilities for students may have been different. In addition, we had no scientific way of determining the veracity of the information about substance abuse provided to us by the participants. Finally, this study was conducted among students during school hours when some participants may have given false information due to the fear of retribution. Although we tried to mitigate this by giving every participant the opportunity of filling out the questionnaires in private and assuring respondents that the information they shared will remain confidential. In order to further reassure the students of the protection of their privacy, there were no names on the questionnaires and only the PI had access to codes of other personal data identifiers.

### **Conclusion**

This study revealed that despite overall good knowledge and positive attitude, substance abuse remained a practice among secondary school students. The findings point to the potential importance of the media especially television in improving the awareness and knowledge about substance abuse among the youth. It also indicates the importance of peers and family in the initiation and continuation of abuse of commonly-prescribed tranquilizers. Finally, the study identifies the importance of focusing on the family when considering youth substance abuse due to heightened vulnerability during this phase in life.

### **Recommendations**

Positive behavioral change interventions could be an option for addressing this problem of substance abuse among these students. School-wide positive behavioral intervention programs have been adopted in Europe and America with reports of reduction in behavioral problems and improvements in social behavior (Fareo 2012, Yeung et al. 2016, Fallon et al.

2012). The relevant authorities may also need to implement initiatives that can lead to supply reduction while exploring demand-reduction alternatives in order to reduce the prevalence of substance abuse among youth. This is important because there are few substance abuse treatment centers and government de-addiction programs in Nigeria, and the few services offered by psychiatric hospitals and Non-governmental Organizations have been found to be inadequate (Onifade et al. 2011). Finally, there is a need for some qualitative studies to further explore other drivers and facilitators of substance abuse in this population.

**Funding:** No external funding source was reported by the authors.

**Conflict of interest:** No conflict of interest was declared by the authors.

### References:

1. Degenhardt L, Hall W, Warner-Smith M, Lynskey M. *Illicit Drug use 2019*. online Who.int. Available at: <https://www.who.int/publications/cra/chapters/volume1/1109-1176>. (Accessed June 5, 2019).
2. Chilo D. Assessment of Substance Abuse and its Associated Factors in Colleges of Affair Regional State of Ethiopia. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2018 online 05(06), p.2. Available at: <https://zenodo.org/record/1292090#.XRu0YJNKjwd> (Accessed June 9 2019).
3. Obarisiagbon E, Ajayi B. Illicit Use of Drugs and its Implications on Youth Restiveness and Criminality in Benin City. *Anglisticum Journal 2019*; 8(3):1. Available at: <https://zenodo.org/record/2652297#.XRu5jJNKjwd> (Accessed June 13 2019)
4. Odukoya O, Sobande O, Adeniran A, Adesokan A. Parental Monitoring and Substance Use among Youths: A Survey of High School Adolescents in Lagos State, Nigeria. *Nigerian Journal of Clinical Practice 2018*, online 21(11), p.2. Available at: <http://www.njcponline.com/article.asp?issn=11193077;year=2018;volume=21;issue=11;page=1468;epage=1475;aulast=> (Accessed May 10 2019)
5. Oshodi O, Aina O, Onajole A. Substance use among secondary school students in an urban setting in Nigeria: prevalence and associated factors. *African Journal of Psychiatry 2019*; 13(1):52. Available at: <https://www.ajol.info/index.php/ajpsy/article/view/53430>.

6. United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) (2010). *World Drug Report 2010*. Vienna: United Nations Office on Drugs and Crime, p.39.
7. Ediomu-Ubong N, Isidore O, Umoh O. Prioritizing Public Health Response in Nigerian Drug Control Policy. *African Journal of Drug and Alcohol Studies* 2017; 16(1). Available at: <https://www.ajol.info/index.php/ajdas/article/view/170766/160189> (Accessed June 7, 2019).
8. Degenhardt L, Whiteford HA, Ferrari AJ, et al. Global burden of disease attributable to illicit drug use and dependence: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2013; 382(9904):1564–1574. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61530-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61530-5)
9. Ali S, Mouton C, Jabeen U, Ofoemezie E, Bailey R, Shahid M et al. Early Detection of Illicit Drug Use in Teenagers. *Innovations in Clinical Neuroscience*, online 8(12), pp.1-2. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3257983/> Accessed 17 Jul. 2019.
10. Unaogu N, Onu J, Itেকে O, Tukur K, Oka I. Pattern of Substance Abuse at the Drug De-addiction Unit of a Nigerian Psychiatric Hospital. *African Journal of Drug and Alcohol Studies* 2017;16(1):28.
11. About Lagos -Lagos State Government. <https://lagosstate.gov.ng/about-lagos/> Accessed 14<sup>th</sup> March 2021.
12. Hawkins JD, Catalano RF, Miller JY. Risk and protective factors for alcohol and other drug problems in adolescence and early adulthood: implications for substance abuse prevention. *Psychol Bull*. 2016 Jul;112(1):64-105.
13. Smyth N J, Saulnier C F. Substance abuse prevention among high risk youth. *Journal of Prevention & Intervention in the Community* 2015; 14(1-2): 61–79.
14. Hahn EJ, Hall LA, Simpson MR. Drug prevention with high risk families and young children. *Journal of Drug Education* 2019; 28(4): 327–345.
15. Lagos State Local Government Areas. Lagos State Ministry of Local Government & Community Affairs. Available at <https://mlgca.lagosstate.gov.ng/>. [Accessed May 5, 2023].
16. Lagos Bureau of Statistics. Abstract of Local Government Statistics. Lagos State Government. 2019:3 Available at: <http://mepb.lagosstate.gov.ng/wp-content/uploads/sites/29/2020/08/Abstract-of-Local-Government-Statistics-Y2019.pdf>

17. Geramian N, Gharaat L, Taheri SA, Mohebpou F, Nahvizadeh M, Farajzadegan, Z et al. Development of a questionnaire to assess drug abuse among high school students of Isfahan province, Iran: An action research. *International journal of preventive medicine* 2014;5( 2):146.
18. Oladele AA & Olufunmilayo EA. Pattern of Substance Abuse among Senior Secondary School Students in a Southwestern Nigerian City. *International Review of Social Sciences and Humanities* 2013; (4) 2 : 54-65.
19. Heydarabadi A, Ramezankhani A, Barekati H, Tavassoli E, Gharlipour Z, Vejdani M et al. Knowledge and attitude of dormitory students of Shahid Beheshti University of medical sciences about substance abuse in 2013. *Journal of Paramedical Sciences (JPS)*.2014; 5(3): 63-68.
20. Carolyn OW. Relationship between Exposure to Mass Media and Drug Abuse among Adolescent Students in Secondary Schools in Kenya. *International Journal of Scientific and Research Publication* 2018; 8(12):840. <http://dx.doi.org/10.29322/IJSRP>.
21. Nwosu UM. and Ezejindu CN. Knowledge and attitude on abuse of drugs among youth (15-26 years) in Umlogho Obowo, Imo state. *EJPMR*, 2017,4(7), 245-250.
22. Mohammed OH, Hossein YE, Mohamed AH. Minia Assessment of Knowledge and Attitudes of Secondary School Students Regarding Drug Abuse at Minna City *Scientific Nursing Journal* 2021; 9 (1): 2.
23. Gobir A, Sambo M, Bashir S, Olorukoba A, Ezeh O, Bello M, et al. (2017). Prevalence and determinants of drug abuse among youths in A rural community in north western Nigeria. *Trop J Health Sci.* 24 (4), 5–8.
24. Agnich LE, Stogner JM, Miller BL, Marcum CD. Purple drank prevalence and characteristics of misusers of codeine cough syrup mixtures. *Addict Behav.* 2013;38(9):2445–2449.
25. McMillan JM, Aitken E, Holroyd-Leduc JM. Management of insomnia and long-term use of sedative-hypnotic drugs in older patients. *CMAJ.* 2013 Nov 19;185(17):1499-505. doi: 10.1503/cmaj.130025. Epub 2013 Sep 23. PMID: 24062170; PMCID: PMC3832558.
26. Kann L, McManus T, Harris WA, et al. Youth risk behavior surveillance—United States, 2015. *MMWR Surveill Summ.* 2016;65(6):1–174.
27. Fareo DO. Drug Abuse among Nigerian Adolescents Strategies for Counseling. *The Journal of International Social Research* 2012; 5(20):1-7.
28. Yeung A. S., Craven R. G., Mooney M., Tracey D., Barker K., Power A., et al. (2016). Positive behavior interventions: The issue of

- sustainability of positive effects. *Educational Psychology Review*, 28, 145–170.
29. Fallon L. M., O’Keeffe B. V., Sugai G. (2012). Consideration of culture and context in school-wide positive behavior support: A review of current literature. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 14, 209–219.
30. Onifade, P.O., Somoye, E.B., Ogunwobi, O.O, Ogunwale A., Akinhanmi A and Adamson T (2011). A descriptive survey of types, spread and characteristics of substance abuse treatment centers in Nigeria. *Subst Abuse Treat Prev Policy* 6, 25. <https://doi.org/10.1186/1747-597X-6-25>.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Principales Maladies Zoonotiques des Porcs (*Sus scrofa domesticus*) à l'Abattoir de la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie de Yopougon (Abidjan, Côte d'Ivoire)**

***Kouadio Konan Kevin Ulrich***

***Niamien Coffi Jean Magloire***

Département de Biologie Animale, UFR Sciences Biologiques,  
Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire

***Senin Claire Brice Valery***

Département Hygiène et Santé Animale, Société Ivoirienne d'Abattage et de  
Charcuterie (SIVAC)

Ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MIRAH)

***Acapovi-Yao Geneviève Lydie***

Département de Biologie et Santé, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p81](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p81)

Submitted: 20 January 2023

Accepted: 18 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Kevin Ulrich K.K., Jean Magloire C.N., Brice Valery S.C. & Acapovi-Yao G.L. (2023). *Principales Maladies Zoonotiques des Porcs (Sus scrofa domesticus) à l'Abattoir de la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie de Yopougon (Abidjan, Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 81. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p81>

### **Abstract**

Une étude sur les maladies zoonotiques des porcs (*Sus scrofa domesticus*) abattus à l'abattoir de la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie a été conduite de septembre 2020 à septembre 2021. Elle avait pour objectif de connaître les motifs de saisies pour cause d'agents pathogènes susceptibles de transmettre des maladies aux consommateurs. Pour ce faire, 32 301 porcs abattus en provenance de 11 localités ont été l'objet d'inspections post-mortem réalisés par les services vétérinaires. Les résultats indiquent que les pathologies zoonotiques identifiées ont été la distomatose, l'échinococcose ainsi que des cas de suspicion de tuberculose. L'échinococcose a été la zoonose la plus fréquente (91,54%) alors que la tuberculose a été la zoonose la plus distribuée dans les organes (100%). La distribution des maladies zoonotiques a varié avec l'organe infecté, la saison ainsi que la localité de

provenance des porcs abattus. Pour limiter les risques de transmission des zoonoses, des inspections sanitaires systématiques doivent être effectuées par les services vétérinaires sur les porcs afin de prévenir des problèmes éventuels de santé publique.

---

**Mots-clés:** Porcs, zoonoses, fréquences, distribution, inspections sanitaires, Yopougon

---

## **Main Zoonotic Diseases of Pigs (*Sus scrofa domesticus*) in the Yopougon Slaughterhouse (Abidjan, Côte d'Ivoire)**

*Kouadio Konan Kevin Ulrich*

*Niamien Coffi Jean Magloire*

Département de Biologie Animale, UFR Sciences Biologiques,  
Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire

*Senin Claire Brice Valery*

Département Hygiène et Santé Animale, Société Ivoirienne d'Abattage et de  
Charcuterie (SIVAC)

Ministère des Ressources Animales et Halieutiques (MIRAH)

*Acapovi-Yao Geneviève Lydie*

Département de Biologie et Santé, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

A study on zoonotic diseases of pigs (*Sus scrofa domesticus*) slaughtered at the slaughterhouse of the Ivorian Slaughterhouse and Charcuterie was conducted from September 2020 to September 2021. Its purpose was to find out the reasons for seizures due to pathogens that could transmit zoonotic diseases to consumers. To this end, 32,301 slaughtered pigs from 11 locations were subjected to post-mortem examinations by veterinary services. The results indicated that the zoonotic pathologies identified were distomatosis and echinococcosis. However, suspected cases of tuberculosis have been observed. Echinococcosis was the most common zoonosis (91.54%) while tuberculosis was the most distributed zoonosis in the organs (100%). The distribution of zoonotic diseases varied with the infected organ, season, and the locality of origin of the slaughtered pigs. In order to limit the risk of transmission of zoonoses, systematic health inspections must be carried out by veterinary services to prevent possible public health problems.

---



**Keywords:** Pigs, zoonoses, frequencies, distribution, sanitary inspections, Yopougon

## Introduction

L'élevage est un secteur important dans l'économie de nombreux pays. En effet, cette activité constitue l'une des principales sources de protéines animales, d'emplois et de revenus (Seegers *et al.*, 2013 ; Faostat, 2020 ; Kiki, 2021).

Dans les pays développés, la sécurité des aliments est une priorité pour les instances politiques et décisionnelles pour des raisons sanitaires et économiques (Thillement, 2015). Dès lors, des moyens importants sont déployés dans le cadre de la surveillance, de la prévention et du contrôle des maladies liées à la consommation de la viande. En effet, environ 60% des 1400 agents pathogènes sont issus des denrées d'origine animale, et, sont susceptibles d'être transmis à l'Homme (Diarrassouba, 2011 ; Dufour, 2012 ; Chardon & Brugere, 2017). Par ailleurs, ces zoonoses provoquent d'énormes pertes financières en termes de faible taux de reproduction et de mortalité importante (Adrien *et al.*, 2013 ; Seegers *et al.*, 2013).

En Côte d'Ivoire, l'élevage est pratiqué sur l'ensemble du territoire national. Plusieurs espèces animales sont élevées dont les porcs. L'industrie porcine s'est développée pour répondre à la forte demande en protéine animale. Elle représente la troisième source de viande après les bovins et la volaille (Faostat, 2020). La production animale tout en contribuant à la sécurité alimentaire doit être saine (Jibat *et al.*, 2008). Pour ce faire, des inspections sanitaires sont systématiquement effectuées par les services vétérinaires dans les abattoirs du pays (Doutoum *et al.*, 2020).

Plusieurs travaux ont porté sur des pathologies zoonotiques des ruminants en Côte d'Ivoire (Malley, 2001; Acapovi *et al.*, 2019 ; Aboly, 2022). Cependant, seules de rares études ont porté sur les maladies des porcs (Touré, 2019 ; Sekongo, 2021 ; Koné *et al.*, 2022). Or, la viande de porc est de plus en plus prisée par les populations en raison de son bas prix d'achat. Ce fait pourrait constituer un risque pour la santé des populations du fait de la rareté des données sur leurs pathologies, susceptibles d'être transmises à l'homme. C'est pour pallier ce déficit d'informations que cette étude a été menée.

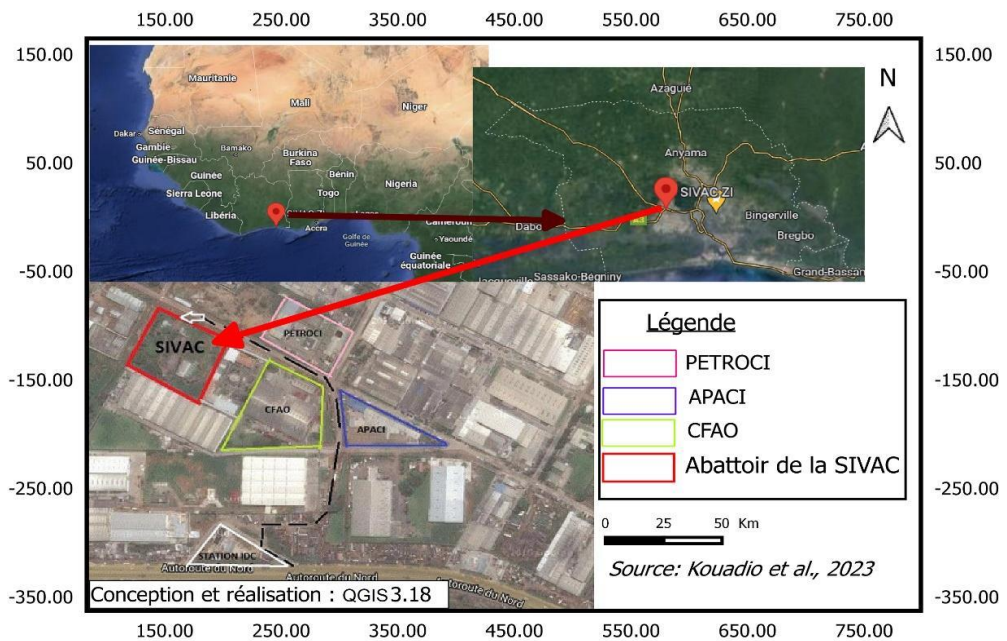
La présente étude a pour objectif de mieux connaître les maladies zoonotiques des porcs afin de contribuer d'une part, à la sécurité alimentaire, et d'autre part, à la prévention de la santé des populations. Plus spécifiquement, il s'est agi (i) : d'identifier les motifs de saisies du fait des zoonoses, (ii) : de déterminer leur fréquence et (iii) d'établir leur distribution en fonction des organes, de la saison et des localités de provenance.

## Matériel et méthodes

### Milieu d'étude

Cette étude a été menée à l'abattoir de la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie (SIVAC) située dans la zone industrielle de la commune de Yopougon (**Figure 1**). Cet abattoir industriel et moderne est dédié uniquement à l'abattage des porcs (MIRAH, 2018). Dans le cadre de cette étude, les porcs abattus proviennent des élevages des onze (11) localités suivantes : Bingerville, Port-Bouët, Kotiéssou, Tiassalé, Anyama, Adzopé, Azaguié, Toumodi, Koun-fao, Divo et Bouaflé.

Le climat des localités étudiées est de type attiéen à deux saisons, une saison des pluies de mars à août et d'octobre à novembre et une saison sèche de janvier à février et pendant les mois de septembre et de décembre (Kouadio, 2021).



**Figure 1.** Localisation de l'abattoir de la SIVAC (Google Earth)

### Collecte des données

Pour déterminer les motifs de saisies du fait des zoonoses, des inspections post-mortem ont été réalisées de septembre 2020 à septembre 2021. Ces inspections ont porté sur les carcasses et les éléments du « cinquième quartier » (poumon, foie, cœur, rate, rein et les viscères) des porcs abattus. Pour ce faire, après abattage, un examen visuel de la carcasse est fait pour apprécier sa conformation générale et sa couleur. Puis, une exploration minutieuse des éléments du « cinquième quartier » consistant en l'observation visuelle, à la palpation et l'incision systématique des organes est réalisée dans

le but de détecter et d'identifier des kystes, des parasites ainsi que des lésions ou des anomalies propres à chaque pathologie (Jibat *et al.*, 2008). Dès lors, des saisies ont été réalisées.

### **Expression des résultats**

Pour exprimer les résultats de cette étude deux indices ont été utilisés : la fréquence d'occurrence et la fréquence relative des zoonoses.

### **Fréquence d'occurrence**

Le degré de présence des zoonoses a été calculé par la fréquence d'occurrence (Fo) modifiée de Djakou et Thanon (1988). Cette fréquence correspond au pourcentage de relevés (mois) où une zoonose est présente par rapport au nombre total de relevés (total des mois). Son expression est la suivante :

$$\text{Fréquence d'occurrence (\%)} = \frac{\text{Nombre de mois où une zoonose est présente}}{\text{Nombre total de mois}} \times 100$$

Selon Djakou et Thanon (1988), le pourcentage d'occurrence permet de distinguer les cinq classes suivantes : de 80 à 100 % : zoonose très fréquente, de 60 à 79 % : zoonose fréquente, de 40 à 59 % : zoonose assez fréquente, de 20 à 39 % : zoonose accessoire et moins de 20 % : zoonose accidentelle.

### **Fréquence relative des zoonoses**

La fréquence relative a été calculée à partir de la formule suivante :

$$\text{Fréquence relative (\%)} = \frac{\text{Nombre de saisies liées à une zoonose}}{\text{Nombre total des saisies}} \times 100$$

### **Analyses statistiques**

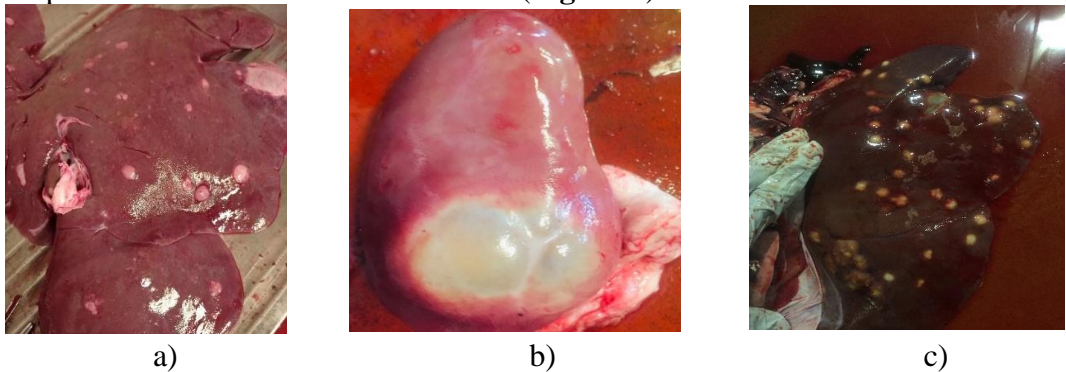
Le test de Khi-deux a permis de comparer les fréquences des zoonoses deux à deux. En outre, le Modèle Linéaire Généralisé a été utilisé pour comparer plusieurs fréquences. A la suite de cette analyse, le test Post-Hoc de Tukey a permis de comparer et de classer les fréquences des zoonoses selon les organes et les localités. Par ailleurs, le Modèle Linéaire Généralisé, test non-paramétrique a permis de tester les effets des organes et des localités sur la distribution des zoonoses. Tous ces tests statistiques ont été réalisés avec le logiciel Statistica Version 7.1.

## **Résultats**

### **Motifs des saisies**

Sur un total de 32 301 porcs abattus, 591 saisies ont été faites pour motif de zoonose. Les agents pathogènes identifiés à la suite des inspections

sont ceux de la distomatose et de l'échinococcose. Toutefois, des cas de suspicion de tuberculose ont été relevés (**Figure 2**).



**Figure 2.** Photographies d'organes saisis pour motifs de zoonoses (Kouadio, 2021)

(a : Foie saisi pour motif de Distomatose ; b : Rein saisi pour motif d'Echinococcose ; c : Foie saisi pour motif de suspicion de Tuberculose)

## Fréquences d'occurrence et distribution globales des fréquences des zoonoses

### Fréquence d'occurrence

Sur la base des fréquences d'occurrence calculées sur les présences mensuelles des zoonoses, l'échinococcose est une zoonose très fréquente (100%) chez les porcs abattus à la SIVAC. La distomatose est une zoonose fréquemment observée (69,23%) alors que les cas de suspicion de tuberculose sont assez fréquemment présents (53,85%) (**Tableau 1**).

### Distribution des fréquences relatives globales des zoonoses

La comparaison des fréquences des zoonoses identifiées dans les saisies à l'aide du test de Khi-deux révèle que l'échinococcose est la pathologie la mieux représentée dans les saisies (N=541 cas : 91,54 %) comparée respectivement à la distomatose (N=22 cas : 3,72%) (ddl=1 ;  $\chi^2=155,13$  ;  $p<0,0001$ ) et aux cas de suspicion de tuberculose (N=28 cas : 4,74%) (ddl=1 ;  $\chi^2=151,52$  ;  $p<0,0001$ ). Par ailleurs, les cas de suspicion de tuberculose (N=28 : 4,74 %) et la distomatose (N=22 : 3,72 %) ne diffèrent pas significativement selon le test de Khi-deux (ddl=1 ;  $\chi^2=0,12$  ;  $p>0,05$ ) (**Tableau 1**).

Les variations saisonnières des fréquences relatives des zoonoses sont représentées dans le tableau 1. Les fréquences des zoonoses sont respectivement de 60,74% en saison des pluies et de 39,26% en saison sèche. Le test de Khi-deux révèle que la fréquence des zoonoses est plus élevée en saison des pluies comparée à la saison sèche (ddl=1 ;  $\chi^2=9,68$  ;  $p<0,001$ ) (**Tableau 1**).

## **Fréquences d'occurrence et distribution des zoonoses par organe**

### **Fréquences d'occurrence**

Les fréquences d'occurrence calculées sur la base des présences des zoonoses par organe, révèlent que la tuberculose est la zoonose la plus fréquente (100%) dans les organes des porcs abattus à la SIVAC de septembre 2020 à septembre 2021. L'échinococcose est la zoonose assez fréquemment observée (50%) alors que la distomatose est une zoonose accidentelle (16,66%) (**Tableau 2**).

### **Distribution globale des zoonoses par organe**

Le Modèle Linéaire Généralisé met en évidence une différence très hautement significative entre les fréquences des zoonoses par organe (GLM : ddl=5 ; F=21,42 ; p<0,0001). Le test de comparaison et de classification de Tukey révèle que la plus forte fréquence des zoonoses est observée dans le rein (N=539 : 91,2 %) alors que de faibles fréquences sont notées dans le reste des organes que sont le foie (N=25 : 4,23 %), les poumons (N=8 : 1,35 %), la rate (N=10 : 1,69 %), la carcasse (N=5 : 0,85 %) et les abats blancs (N=4 : 0,68 %) (**Tableau 2**).

**Tableau 1.** Fréquences d'occurrence et distribution des fréquences relatives des zoonoses identifiées lors des inspections de la viande de porc à l'abattoir de la SIVAC de septembre 2020 à septembre 2021 (les nombres suivis des mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ; a : forte fréquence ; b : faible fréquence)

Saisons	Mois	Echinococcose	Distomatose	Tuberculose	Total	Fréquences relatives (%)
<b>Saison pluvieuse</b>	Mars	62	1	6	<b>69</b>	
	Avril	43	1	2	<b>46</b>	
	Mai	96	3	4	<b>103</b>	
	Juin	20	8	0	<b>28</b>	
	juillet	23	0	2	<b>25</b>	
	Août	29	2	6	<b>37</b>	
	Octobre	8	3	5	<b>16</b>	
	Novembre	35	0	0	<b>35</b>	
<b>Total saison pluvieuse</b>	<b>359</b>					<b>60,74% a</b>
<b>Saison sèche</b>	Janvier	37	0	0	<b>37</b>	
	Février	35	2	0	<b>37</b>	
	Septembre	34	0	3	<b>37</b>	
	Septembre	13	1	0	<b>14</b>	
	Décembre	106	1	0	<b>107</b>	
<b>Total saison sèche</b>	<b>232</b>					<b>39,26% b</b>
<b>Total global</b>		<b>541</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>591</b>	
<b>Fréquences relatives (%)</b>		<b>91,54 a</b>	3,72 b	4,74% b		
<b>Fréquence d'occurrence (%)</b>		<b>100%</b>	69,23%	53,85%		

**Tableau 2.** Fréquences d'occurrence, fréquences relatives et distribution des zoonoses dans les organes saisis lors des inspections de la viande de porc à l'abattoir de la SIVAC de septembre 2020 à septembre 2021 (Dans la même colonne, les nombres suivis des mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ; a : forte fréquence ; b : faible fréquence)

<b>Organes</b>	<b>Echinococcose</b>	<b>Distomatose</b>	<b>Tuberculose</b>	<b>Total</b>	<b>Fréquence Globale</b>
Foie	1	22	2	25	4,23 b
<b>Rein</b>	536	0	3	<b>539</b>	<b>91,2 a</b>
Poumons	4	0	4	8	1,35 b
Rate	0	0	10	10	1,69 b
Carcasse	0	0	5	5	0,85 b
Abats blancs	0	0	4	4	0,68 b
<b>Total</b>	541	22	28	591	
<b><i>Fréquence d'occurrence (%)</i></b>	<b><i>50%</i></b>	<b><i>16,66%</i></b>	<b><i>100%</i></b>		

## **Distribution des fréquences des zoonoses par localité**

### **Fréquences relatives et distribution des zoonoses par localité**

#### **Fréquences d'occurrence**

Les fréquences d'occurrence déterminées sur la base des présences des zoonoses par localité, montrent que l'échinococcose est la zoonose la plus fréquemment observée (**100%**) dans les localités de provenance des porcs abattus à la SIVAC. Puis, vient la distomatose, qui est la zoonose fréquente (72,72%) alors que les cas de suspicion de tuberculose sont enregistrés assez fréquemment selon leurs fréquences d'occurrence (45,45%) (**Tableau 3**).

Les fréquences relatives des zoonoses varient de manière hautement significative avec la localité selon le Modèle Linéaire Généralisé (GLM : ddl=10 ; F=15,25 ; p<0,0001). A la suite de cette analyse, le test Post-Hoc de comparaison et de classification de Tukey révèle que les fréquences les plus élevées des zoonoses sont observées dans les localités de Bingerville et d'Adzopé. Des fréquences moyennes sont enregistrées dans les localités d'Anyama, de Port-Bouët, d'Azaguié, de Kotiéssou et de Toumodi tandis que sur le reste des localités (Koun-fao, Divo, Tiassalé et Bouaflé) de faibles fréquences sont notées (**Tableau 3**).



**Tableau 3.** Fréquences d'occurrence et fréquences relatives des zoonoses identifiées lors des inspections en fonction des localités de provenance des porcs abattus à l'abattoir de la SIVAC de septembre 2020 à septembre 2021 (Dans la même colonne, les nombres suivis des mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ; a : forte fréquence ; b : moyenne fréquence et c : faible fréquence)

Localités	Nombre de Porcs abattus	Zoonoses			Total	Fréquence globale (%)
		Echinococcose	Distomatose	Tuberculose		
<b>Bingerville</b>	13042	133	6	11	<b>150</b>	<b>25,38 a</b>
Anyama	3289	79	0	0	<b>79</b>	<b>13,37 b</b>
Port-Bouët	1595	34	3	8	<b>45</b>	<b>7,61 b</b>
<b>Adzopé</b>	1886	127	4	5	<b>136</b>	<b>23,01 a</b>
Azaguié	2897	61	3	3	<b>67</b>	<b>11,34 b</b>
Koun-Fao	227	3	1	0	<b>4</b>	<b>0,68 c</b>
Divo	1082	7	0	0	<b>7</b>	<b>1,18 c</b>
Tiassalé	303	21	0	0	<b>21</b>	<b>3,55 c</b>
Kotiéssou	4374	33	3	0	<b>36</b>	<b>6,09 b</b>
Toumodi	1922	27	1	1	<b>29</b>	<b>4,91 b</b>
Bouaflé	1684	16	1	0	<b>14</b>	<b>2,88 c</b>
<b>Total</b>	<b>32301</b>	<b>541</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>591</b>	
<b>Fréquences d'occurrence (%)</b>		<b>100%</b>	72,72%	45,45%		

## Discussion

Les zoonoses identifiées lors des inspections ont été la distomatose, l'échinococcose et les lésions évocatrices de tuberculose. Globalement, l'échinococcose a été la zoonose prépondérante. Cette prépondérance pourrait être liée à l'espèce animale, qui serait plus sensible à cette zoonose. Koné *et al.* (2022) ont obtenu des résultats similaires sur les porcs en ce qui concerne l'échinococcose, mais en plus, ont identifié une deuxième pathologie dominante, la distomatose. Cependant, chez les bovins, la distomatose et la tuberculose ont été les zoonoses les plus importantes (Aboly, 2022). Cette différence est due à l'espèce animale (Morou, 2017) ainsi qu'au niveau d'entretien sanitaire des élevages (Kouakou, 2018). Par ailleurs, le fait que l'échinococcose a une fréquence élevée est lié à sa grande distribution. En effet, c'est une zoonose cosmopolite (Touré, 2019).

Au niveau des organes, les reins ont été les organes les plus affectés. Cela pourrait être lié à l'espèce animale d'une part, et à la sensibilité de cet organe pour les zoonoses d'autre part. Ces résultats sont similaires concernant les porcs (Koné *et al.*, 2022) et les bovins à l'abattoir de Port-Bouët (Acapovi *et al.*, 2019). Par ailleurs, les poumons ont été les organes les plus touchés par les zoonoses chez les caprins et des ovins dans les abattoirs de Cotonou/Porto-Novo au Sud-Bénin (Kiki, 2021). Cette différence pourrait être due d'une part, à l'espèce animale étudiée (Morou, 2017) ainsi qu'aux facteurs physico-chimiques, qui détermineraient le choix de l'organe à infecter (Ehsan *et al.*, 2017 ; Acapovi *et al.*, 2019).

Les cas de suspicion de tuberculose ont été les plus distribués. En effet, ces cas de suspicion ont été observés dans tous les organes inspectés. Ce fait laisse penser que cette maladie semble être inféodée à l'espèce porcine. En outre, cela révélerait de la plasticité des bactéries pathogènes, qui avec le temps se seraient adaptées aux organes hôtes. Par ailleurs, ces agents pathogènes seraient plus prolifiques comparé à ceux de la distomatose et de l'échinococcose. Cette prolifération aurait donc pour effet la colonisation d'un large spectre d'organes hôtes (Bourgeois & Leveau, 1991). Cela montre l'urgence et la nécessité de la mise en place des politiques d'inspections de la viande destinée à la consommation afin de prévenir les risques accrus pour la santé des populations (Doutoum *et al.*, 2020 ; Koné *et al.*, 2022).

Les localités de Bingerville et d'Adzopé ont enregistré les plus grandes fréquences de saisies liées aux zoonoses. Cela pourrait être dû au fait que les fréquences des zoonoses sont élevées dans ces villes. En effet, les nombres de cas de zoonoses ont été les plus importants dans ces localités. Par ailleurs, des facteurs de risques de contamination des porcs pourraient exister au niveaux des fermes en raison de la faible application des mesures de biosécurité.

La fréquence des zoonoses a été la plus élevée en saison des pluies. Ce fait pourrait être lié au climat. En effet, le climat de ces zones est humide

(Kouadio, 2021), ce qui faciliterait la prolifération des germes responsables des maladies zoonotiques (Doutoum *et al.*, 2020).

### Conclusion

L'étude des maladies zoonotiques des porcs (*Sus scrofa domesticus*) à l'abattoir de la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie de Yopougon a révélé que les agents pathogènes identifiés ont été ceux de la distomatose, de l'échinococcose ainsi que des cas de suspicion de tuberculose. Globalement, l'échinococcose a été la zoonose dominante et la plus fréquente. Au niveau des organes, le rein a été l'organe le plus touché et la tuberculose a été la zoonose la plus fréquente. La distribution spatiale des zoonoses a révélé que les localités de Bingerville et d'Adzopé ont été les plus affectées alors que la zoonose la plus fréquente a été l'échinococcose. Par ailleurs, les plus fortes fréquences des zoonoses ont été observées en saison des pluies. Cette étude a mis en lumière l'urgence absolue de renforcer les inspections de la viande destinée à la consommation afin de réduire les risques de transmission des zoonoses susceptibles de constituer des problèmes de santé des publique.

**Conflits d'intérêt :** Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

### References:

1. Aboly, B.N. (2022). Risques sanitaires d'origines parasitaires et bactériennes des viandes dans les abattoirs du District des montagnes, à l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 150p.
2. Acapovi, G.L.Y., Beugré, J.M.V., Yapi, C.B., & Sevidzem, S.L. (2019). Analysis of the situation of Bovine Cystic Echinococcosis at the Port-Bouët Abattoir: a retrospective study from 2008-2015. *International Journal Biology Chemical Sciences*, 13(3), 1527-1533. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i3.25
3. Adrien, M.L., Schild, A.L., Marcolongo-Pereira, C., Fiss, L., Ruas, J.L., Grecco, F.B., & Raffi, M.B. (2013). Acute fasciolosis in cattle in southern Brazil. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 33(6), 705-709. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000600003>
4. Bourgeois, C.M., & Leveau, J.Y. (1991). Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires Volume 3, 2<sup>ème</sup> Ed, 327 p.
5. Chardon, H., & Brugere H. (2017). Zoonoses au plan mondial : enjeux et perspectives, France, Viandes et Produits Carnés, pp 1-9.
6. Diarrassouba, K.A. (2011). Etude diagnostique des conditions de préparation et d'inspection des viandes de boucherie aux abattoirs du

- District d'Abidjan. Thèse de Médecine Vétérinaire EISMV, (Dakar, Sénégal), 172p.
7. Djakou, R. & Thanon S.Y. (1988). *Ecologie Afrique intertropicale*. Edition Bordas. Paris, France, 191p.
  8. Doutoum, A.A., Hamid, A.A., Doungous, D.M., Sakhaïroun, A., Tidjani, A., Markhous, A.N., Moukhtar, R., Seydi, M., & Abdourahamane, B. (2020). Motifs de saisies de viandes rencontrées à l'abattoir frigorifique de Farcha (N'Djamena/Tchad). *Revue Scientifique du Tchad, série B*, 17-35.
  9. Dufour, B. (2012). Aspects scientifiques et techniques de la notion de zoonose. *Cahiers d'Anthropologie sociale*, 1(8), 25-31. <https://doi.org/10.3917/cas.008.0025>
  10. Ehsan, M., Akhter, N., Bhutto, B., Arijo, A. & Ali, G., J. (2017). Prevalence and genotypic characterization of bovine *Echinococcus granulosus* isolates by using cytochrome oxidase 1 (Co1) gene in Hyderabad, Pakistan. *Veterinary Parasitology*, 239, 80-85. DOI: 10.1016/j.vetpar.2017.04.006
  11. Faostat. (2020). Élevage primaire [www.fao.org/faostat/fr/#data/QL](http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QL) (consulté le 13 octobre 2021).
  12. Jibat, T., Ejeta, G., Asfaw, Y., & Wudie A. (2008). Causes of abattoir condemnation in apparently healthy slaughtered sheep and goats at HELMEX abattoir, Debre Zeit, Ethiopia. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 159 (5), 305-311.
  13. Kiki, P.S., Salifou, N., Ahounou, S. G., Karim, A.Y.I., Tobou I., & Djegui, F. (2021). Motifs de saisies partielles ou totales de la viande de petits ruminants à l'abattoir de Parakou au nord-Bénin. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(4) : 701-705.
  14. Koné, N., Coulibaly, T.J., Senin, C.B.V., Touré, A., Touré, L., Sevidzem, S.L., & Yao-Acapovi G. L. (2022). Prévalences de l'échinococcose, la distomatose et la cysticercose porcine dans un abattoir à Abidjan. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 70, 180-181. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2022.06.140>
  15. Kouadio, K.K.U. (2021). Motifs de saisies et principales maladies zoonotiques des porcs (*Sus scrofa domesticus*) à la Société Ivoirienne d'abattage et de Charcuterie, Yopougon (SIVAC). Mémoire de Master de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 56p.
  16. Kouakou, N.B. (2018). Motifs de saisies et prévalences des principales zoonoses dans les abattoirs de la région du Tonkpi.

- Mémoire de Master de l'Université Peleforo Gon Coulibaly, (Korhogo, Côte d'Ivoire), 59p.
17. Malley, A. (2001). Les motifs de saisie des viandes dans les abattoirs en Côte d'Ivoire chez les bovins : Prévalence et incidence socio-économique. Thèse de Médecine Vétérinaire EISMV. (Dakar, Sénégal), 130p.
  18. MIRAH. (2018). Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire. Ministère des Ressources Animales et Halieutiques, 102 p.
  19. Morou, G.A.A. (2017). Etude des motifs de saisie des abats rouges de bovins aux abattoirs frigorifiques de Niamey (Niger). Thèse Médecine Vétérinaire ENVN, (Nantes, France), 157p.
  20. Seegers, H., Bareille, N., Guatteo, R., Joly, A., Chauvin, A., Chartier, C., Nusinovici, S., Peroz, C., Roussel, P., Beaudeau, F., Ravinet, N., Relun, A., Taurel, A.F., & Fourichon, C. (2013). Épidémiologie et leviers pour la maîtrise de la santé des troupeaux bovins laitiers : approche monographique pour sept maladies majeures. INRA Productions Animales, 26 (2), 157-176.
  21. Sekongo, M. (2021). Prévalence de la fasciolose porcine à la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie. Mémoire de Master de l'Université Félix Houphouët Boigny, (Abidjan, Côte d'Ivoire), 50p.
  22. Thillement, D. (2015). La contamination parasitaire liée à la consommation de viandes, de poissons et de végétaux dans les pays industrialisés. Thèse de Doctorat de l'Université de Lorraine, (Nancy, France), 151p.
  23. Touré, L. (2019). Identification des espèces d'*Echinococcus* spp chez les porcs, à la Société Ivoirienne d'Abattage et de Charcuterie. Mémoire de Master de l'Université Félix Houphouët, Abidjan, Côte d'Ivoire, 50p.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Effects of Slag Applications and Salinity Stress on Greenhouse Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Plants**

***Farid Errouh***

***Abdelhamid Aouabe***

Centre d'Agrobiotechnologie et de Bioingénierie, Unité de Recherche labellisée CNRST (Centre AgroBiotech-URL6 CNRST-05),  
Equipe "Physiologie des Stress Abiotiques";  
Laboratoire d'Agroalimentaire, Biotechnologies et Valorisation des Bioressources Végétales (AGROBIOVAL),  
8 Département de Biologie, Faculté des Sciences Semlalia,  
Université Cadi Ayyad (UCA), Marrakech, Morocco

***Ayoub Sadouki***

Laboratoire d'Agroalimentaire, Biotechnologies et Valorisation des Bioressources Végétales (AGROBIOVAL),  
8 Département de Biologie, Faculté des Sciences Semlalia,  
Université Cadi Ayyad (UCA), Marrakech, Morocco

***Hassan Chagiri***

***Hicham Khalisse***

Concamine Company Berrechid, Morocco

***Brahim Oudra***

Laboratoire Eau, Biodiversité et Changement Climatique (EauBiodiCC),  
Département de Biologie, Faculté des Sciences Semlalia,  
Université Cadi Ayyad (UCA), Marrakech, Morocco

***Julio Cesar Rodriguez***

Centre d'Agrobiotechnologie et de Bioingénierie, Unité de Recherche labellisée CNRST (Centre AgroBiotech-URL6 CNRST-05),  
Equipe "Physiologie des Stress Abiotiques";  
Laboratoire d'Agroalimentaire, Biotechnologies et Valorisation des Bioressources Végétales (AGROBIOVAL),  
8 Département de Biologie, Faculté des Sciences Semlalia,  
Université Cadi Ayyad (UCA), Marrakech, Morocco  
Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora,  
Luis Encinas SN, Hermosillo, México

***Salah Er-Raki***

Centre d'Agrobiotechnologie et de Bioingénierie, Unité de Recherche labellisée CNRST (Centre AgroBiotech-URL6 CNRST-05),  
Equipe "Physiologie des Stress Abiotiques", Université Cadi Ayyad,  
Marrakech, Morocco

ProcEDE /AgroBiotech center, Faculty of Sciences and Techniques, Cadi  
Ayyad University, Marrakech, Morocco  
Mohammed VI Polytechnic University (UM6P), Center for Remote Sensing  
Applications (CRSA), Morocco

***Abdelilah Meddich***

Centre d'Agrobiotechnologie et de Bioingénierie, Unité de Recherche  
labellisée CNRST (Centre AgroBiotech-URL6 CNRST-05),  
Equipe "Physiologie des Stress Abiotiques";  
Laboratoire d'Agroalimentaire, Biotechnologies et Valorisation des  
Bioressources Végétales (AGROBIOVAL),  
8 Département de Biologie, Faculté des Sciences Semlalia,  
Université Cadi Ayyad (UCA), Marrakech, Morocco

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p96](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p96)

---

Submitted: 06 January 2023

Accepted: 01 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Errouh F., Aouabe A., Sadouki A., Chagiri H., Khalisse H., Oudra B., Rodriguez J.C., El-Raki S. & Meddich A.(2023). *Effects of Slag Applications and Salinity Stress on Greenhouse Durum Wheat (Triticum durum Desf.) Plants*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 96.  
<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p96>

---

## **Abstract**

The search for sustainable practices to increase productivity is a fundamental need in current agriculture. Steel slag has been studied for its potential use in agriculture. These substances present a great ability of agricultural applications since they are rich in nutrients. The effect of steel slag-based fertilizer was investigated on greenhouse durum wheat cultivar under salt-stress conditions. Two doses of slag: 10 g slag/ kg soil (D1) and 20 g slag/ kg soil (D2) were evaluated under no salt-stress (0 mM NaCl) and salt-stress conditions (100 mM NaCl) for salinity stress mitigation. Morpho-physiological and biochemical parameters of wheat were measured and compared to the different treatments. Exposure of wheat to salinity decreased its biomass, stomatal conductance, efficiency of photosystem II, and protein content, but it increased total soluble sugars, hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), and malondialdehyde (MDA) contents. Amended plants with 10 g slag/ kg soil (D1) led to a significant improvement in biomass with an increase of shoot and root dry weights (133% and 400% respectively), stomatal conductance (22 %), soluble sugars (14 %), and protein content (158%) under saline conditions compared to the control treatment with 0 g slag/ kg soil (C), thus

indicating a positive influence on durum wheat plants. Soil enrichment with 20 g slag/kg soil (D2) decreased plant growth parameters and presented the highest levels of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and MDA contents compared to the control and treatment (D1) after three months of cultivation under salt stress. This study supports the hypothesis of the application of slag at lower dose, which improves productivity of durum wheat and mitigate salinity stress.

---

**Keywords:** Slag, fertilizer, salt stress, biomass, salinity tolerance, durum wheat

## Introduction

With the increase of the world's population that is estimated to achieve 8.5 billion in 2030, 9.7 billion in 2050, and 10.4 billion in 2100 (UN, 2017), one of the most urgent challenges addressed by the Sustainable Development Goals is responsible consumption and sustainable food production. As an important source of carbohydrate, cereal yield plays a dominant role in global dietary pattern (Seal et al., 2021). With supply and demand closely matched, cereal production now reaches 2,700 million tons annually (FAO, 2021a). A significant staple grain worldwide is wheat. At least 180 countries consumed wheat in 2019 (FAOSTAT, 2022a). In terms of commercial production and human nutrition, durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) globally takes the fifth place after soft wheat, rice, corn, and barley as it contributes to 20% of the total dietary calories and proteins (Maccaferri et al., 2003; Shiferaw et al., 2013). Also, it is considered one of the most popular cereal crops which is mostly grown in South European, North African, and West Asian nations. Although durum wheat production areas typically overlap those of common wheat, durum is less commonly cultivated than common wheat. In addition, durum wheat is more suited than common wheat on the dry Mediterranean landscape (Xynias et al., 2020). Due to its suitability on the dry Mediterranean landscape, durum wheat cultivation and production are concentrated in this region (Turki et al., 2023). As a result of climate change, these regions, where durum wheat is cultivated, experience an increase in temperature. Particularly, abiotic stressors in durum wheat have developed quickly due to global warming and have a significant impact on yields (Bouras et al., 2019). One of the primary issues facing modern agriculture and durum wheat cultivation is salinization (Arora, 2019). Soil and water salinization can hamper the growth and productivity of durum wheat. It can also alter photochemical reactions of photosynthesis, especially at the level of PSII (Baraldi et al., 2019; Zahra et al., 2022). This problem is anticipated to get worse due to climate change, which will also cause more severe droughts and sea level rise. FAO (2021a, b) estimates that based on 73% of the land that has been mapped so far, there are 424 million hectares of topsoil (0–30 cm) and



833 million hectares of subsoil (30–100 cm) that are damaged by salt stress. According to other studies, salinity has a negative impact on 1 billion hectares of land, including more than 20% of all irrigated arable land (Negacz et al., 2022). Therefore, there is a need to develop fertilization approaches to mitigate the negative impacts of salinity and soil poverty on crops. On the other hand, more than 567 million tons of steel slag are produced globally during the production of 1.65 billion tons of iron and steel (Radić et al., 2022). Steel slag is increasingly viewed as a valuable resource rather than as waste. It is used in the steel industry and contributes to a circular economy due to growing awareness of environmental protection and economic benefits (Branca et al., 2020). Due to its richness in CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgO, MnO, and Fe oxides, steel slag can be used successfully in agriculture as fertilizers, besides its primary uses in the construction industry (cement manufacture, road base material, etc.). Wang and Cai (2006) and Das et al. (2019) have assessed the agronomic utility of steel slag as a fertilizer or as a liming material. Various types of steel slag have shown positive effects on crop output, but the effect varied depending on the plant species, type of soil, or climate (Das et al., 2020; Islam et al., 2022). Iron and steel slags were used in pot experiments, which showed an increase in corn dry matter yield and Fe uptake for moderate rates of slag without having any negative phytotoxic consequences (Wang & Cai, 2006). Other experiments showed the benefits of steel slag on the chemical attributes of the soil, such as increase in the content of phosphorus, calcium, and magnesium (Deus et al., 2014; Deus et al., 2018).

Therefore, there is a need to examine and evaluate the effect of steel slag on global saline agriculture. Thus, this study aims to assess the effect of the application of steel slag based-fertilizer for durum wheat production in greenhouse conditions under salt stress. For this purpose, several morphological and physiological parameters were assisted, such as shoot and root lengths, fresh and dry weight yields. Furthermore, stomatal conductance and photosynthetic efficiency, total soluble sugar (TSS), protein contents, malondialdehyde (MDA) levels, and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) were also evaluated as stress markers in order to know the effects caused by salt stress on durum wheat plants. The main objective of this study was to observe the effectiveness of slag as a fertilizer to increase the tolerance of *Triticum durum* to salt stress, including its effect on growth, physiological, and biochemical parameters in order to examine its contribution to the tolerance of wheat crop to salinization.

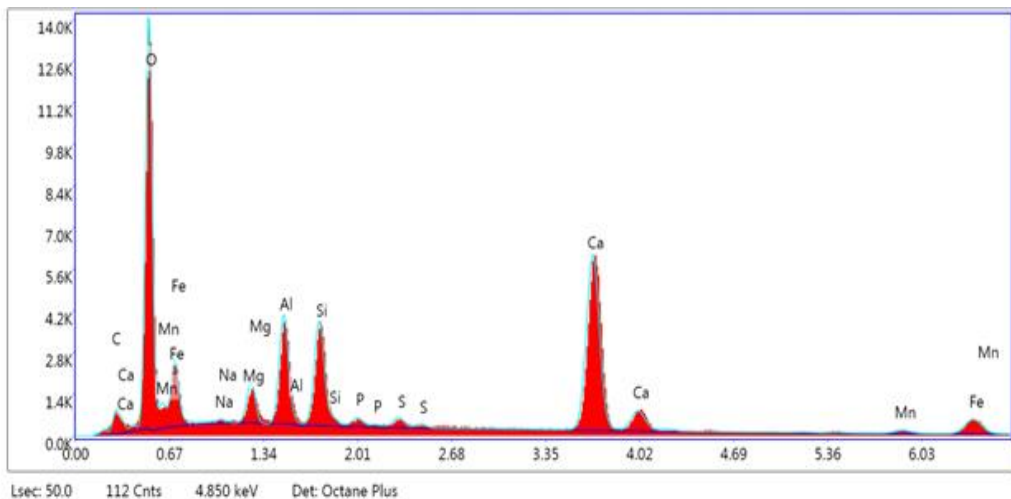
## **Materials and Methods**

### **Site Description and Fertilizer Material**

The experiment was conducted in a greenhouse at Cadi Ayyad University in Marrakesh, Morocco. The average temperature inside the

greenhouse during the experiment was 25.5 °C, with an average relative humidity of 68.5% and photon flux density of 410  $\mu\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . The soil sample used in the experiment was characterized by a pH value of 8.10, electrical conductivity of 0.73 mS/cm, organic matter content of 0.86%, available phosphorus content of 7.96 mg/kg, and K<sub>2</sub>O content of 168 mg/kg. The soil texture was also determined, with clay content of 16%, fine silt 3%, gross silt 9%, fine sand 38.3%, and gross sand 33.7%.

The slag used in the experiment was obtained from the "Concamine" company in Berrechid, Morocco, and was composed of a variety of chemical elements and oxides. The majority of the slag was made up of CaO and orthophosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). The elemental analysis of the slag using energy dispersive X-ray (EDX) analysis showed the presence of different chemical elements, including carbon, oxygen, iron, sodium, magnesium, aluminum, silicon, phosphorus, sulfur, calcium, and manganese (Figure 1). The slag products were used in the form of fine powder and their composition is presented in Table 1.



**Figure 1.** The elemental analysis of the slag sample using energy dispersive X-ray (EDX) analysis

**Table 1.** Elemental composition of the used slag

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %	Kratio	Z	A	F
C	0.74	1.57	35.07	13.22	0.0035	1.1869	0.4014	1.0000
O	35.02	55.63	1706.68	8.90	0.1302	1.1247	0.3306	1.0000
Fe	8.28	3.77	174.88	8.39	0.0339	0.8387	0.4878	1.0000
Na	0.06	0.07	4.60	99.99	0.0004	1.0103	0.5818	1.0012
Mg	1.88	1.96	207.92	6.82	0.0139	1.0244	0.7197	1.0021
Al	5.39	5.08	602.22	4.87	0.0432	0.9837	0.8113	1.0033
Si	5.64	5.10	603.10	4.50	0.0489	1.0026	0.8617	1.0045

<b>P</b>	0.41	0.34	35.19	24.34	0.0036	0.9606	0.8942	1.0078
<b>S</b>	0.67	0.53	55.49	9.99	0.0062	0.9770	0.9318	1.0122
<b>Ca</b>	38.22	24.24	1402.04	3.51	0.3562	0.9316	0.9929	1.0072
<b>Mn</b>	3.68	1.70	31.72	20.01	0.0299	0.7981	0.9911	1.0275

### Plant Material and Treatments Used

This study was carried out on durum wheat (*Triticum durum* Desf. cv. Carioca). Wheat seeds were sterilized with 12% bleach for 10 minutes, and then rinsed five times with sterile distilled water. Seeds sown on filter paper discs wetted with sterile distilled water in Petri dishes were incubated at 28 °C for 48 h for germination. Wheat seedlings (leaf stage) were transplanted into plastic pots (8 cm / 8 cm / 25 cm) with 2 kg of soil and one seedling per pot. The experiment was designed as a factorial design with three treatments and six replications each under two levels of salinity stress (0 mM NaCl and 100 mM NaCl). The following treatments were tested: (1) C: Control treatment with 0 g slag/kg soil; (2) D1: Plants amended with 10 g slag/kg soil; (3) D2: Plants amended with 20 g slag/kg soil (Table 2).

All treatments were maintained at the same water regime (75% of field capacity) using the procedure described by Meddich et al. (2015).

**Table 2.** Different treatments applied on durum wheat under salinity stress

Salinity stress level	0 mM NaCl			100 mM NaCl		
Treatments	C	D1	D2	C	D1	D2
Replications	6	6	6	6	6	6

Control: 0 g slag/kg soil, D1: 10 g slag/kg soil, and D2: 20 g slag/kg soil

### Plant Growth Parameters Measurements

At harvest (3 months after germination), the root system was separated from the shoot. The biometrical data: shoot height (cm), root length (cm), spike height (cm), fresh biomass, and dry biomass were measured. Shoot and root were dried separately at 75°C for 48 h to record shoot (SDW) and root (RDW) dry weights (g/plant).

### Measurement of Physiological and Chlorophyll Content Parameters

After three months of cultivation, the effects of slag amendment on wheat cultivar physiology were evaluated by measuring chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) and stomatal conductance (gs). To assess the functional integrity of photosystem II (PS II), chlorophyll fluorescence measurements were made on mature, healthy leaves of plants of the same rank (2nd rank from the apex) using a hand-held fluorometer (Opti-sciences OSI 30p, Hudson, NY, USA) after 20min of adaptation to dark surrounding. The following

parameters were measured: Initial fluorescence (F<sub>0</sub>): it is the minimum value of fluorescence when all the electron acceptors of photosystem II (PS II) are completely oxidized. Maximum Fluorescence (F<sub>m</sub>): it is the maximum value of fluorescence obtained for the same light intensity. This value is obtained when all the first electron accepting quinones are completely reduced. Quantum efficiency: it is expressed by the ratio  $(F_m - F_0) / F_m = F_v / F_m$ , where F<sub>v</sub> is the variable fluorescence (Hosseinzadeh et al., 2015). The stomatal conductance (g<sub>s</sub>) is an indicator of the rate of leaf transpiration and is related to the water state of the plant, thus indicating the opening or closing of the stomata. It was measured on well-developed leaves of the same rank using a porometer system (Leaf Porometer LP1989, Decagon Device, Inc., Washington, USA) from 9:30 to 10:40 am on a sunny day before harvest. Stomatal conductance measurements were taken in the second youngest leaf from six different plants according to each treatment. This parameter is expressed in mmol of H<sub>2</sub>O.m<sup>-2</sup>. s<sup>-1</sup>.

### **Measurement of Total Soluble Sugar (TSS) and Protein Contents**

Soluble sugars and proteins are among the metabolites commonly used to assess the degree of response to abiotic stresses (Evelin et al., 2019). The total soluble sugar (TSS) content was measured using an extract of 0.1 g of fresh tissue ground with 4ml of ethanol (80%) according to Dubois et al. (1956). TSS was quantified using 1.25ml of concentrated sulfuric acid and 0.25ml of phenol with the obtained supernatant. TSS content was determined by measuring the absorbance at 485 nm using an UV-3100PC spectrophotometer.

The total soluble protein content was determined according to the technique described by Bradford (1976). Plant material (1 g) was ground with 4ml of 1 M Phosphate buffer (pH 7.2) and centrifuged for 15 min at 18000 g at 4°C. The supernatant was used as the crude protein extract. Total protein content was measured by spectrophotometry at 595 nm.

### **Determination of Malondialdehyde (MDA) and Hydrogen Peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

The determination of malondialdehyde (MDA) concentration in plant tissues is among the tools for assessing oxidative stress that reflects the degree of peroxidation of membrane lipids (Batoool et al., 2020). The measurement was performed following the method described by Madhava Rao and Sresty (2000). 10 mL of 0.1% trichloroacetic acid (TCA) was used to extract lipid peroxides from 0.05 g of the leaf powder previously frozen. The chromogen was created by combining 1 mL of supernatant with 2.5 mL of thiobarbituric acid (TBA) after centrifugation (18,000 g for 20 min). The mixture was incubated at 95 °C for 30 min, and the reaction was stopped by placing the

tubes in an ice bath. Following measurements of the produced chromogen at wavelengths of 450, 532, and 600 nm, the MDA concentration was estimated using the following formula:  $MDA = 6.45 (A_{532} - A_{600}) / 0.56A_{450}$ .

Hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) contents in leaves were determined according to the method of Velikova et al. (2000). 0.1 g of fresh leaf samples (well developed from the same row for all treatments) were mixed with 5 mL of 10% (w/v) trichloroacetic acid (TCA) in a cold mortar, and the mixture was subsequently centrifuged at 15,000 x g for 15 min at 4 °C. The concentration of  $H_2O_2$  was then determined by recovering the supernatant. A total of 1 mL of iodine potassium (1 M) and 0.5 mL of potassium phosphate buffer (10 mM, pH 7) were added to 0.5 mL of the supernatant. After an hour of incubation in the dark, the absorbance was measured at 390 nm.

### **Statistical Analysis**

The presented data are mean values based on six replicates  $\pm$  standard error (S.E.) per treatment. Statistical analysis was carried out with the software package R statistics 10.0 for Windows. All results were subjected to a multivariate analysis of variance (MANOVA) for the main factors (Treatment, condition (stressed, normal),  $\pm$  slag) and their interactions. Comparisons between mean were performed using the LSD (Low Significant Difference) test calculated at  $P < 0.05$ .

## **Results**

### **Effect of Slag-based Fertilizers on the Growth and Physiology of Durum Wheat**

#### **Growth Parameters**

Shoot height (SH) of plants was significantly ( $P < 0.05$ ) reduced by the application of salt stress (100 mM NaCl). However, the application of D1 treatment (10 g slag/kg soil) significantly improved ( $P < 0.05$ ) this parameter in the absence and presence of salt stress compared to the control and D2 treatment (Table 3). Root length (RL) of durum wheat grown in the absence and presence of salt stress showed no significant difference in the applied D1 and D2 slag treatments compared to the control (Table 3). Spike height (SH') of durum wheat was significantly ( $P < 0.05$ ) reduced by salinity. The application of 10 g slag/ kg soil treatment (D1) significantly improved this parameter in the absence and presence of salinity stress compared to the control (C) with 0 g slag/ kg soil. On the other hand, the plants treated with 20 g slag/ kg soil treatment (D2) significantly reduced the spike height (SH') of durum wheat compared to the stressed (100 mM NaCl) and unstressed control plants (0 mM NaCl) and D1 treatment (Table 3).

Shoot fresh weight (SFW) was significantly ( $P < 0.05$ ) reduced by salt stress (100 mM NaCl) (Table 3). On the other hand, D1 treatment significantly

improved SFW compared to the control (C) under normal and saline conditions, while D2 treatment recorded a decrease in aboveground fresh biomass under the same conditions. As for root fresh weight (RFW), this parameter was negatively affected by salinity (Table 3). The application of 10 g slag/ kg soil treatment (D1) and 20 g slag/ kg soil treatment (D2) improved this parameter under salinity stress conditions (100 mM NaCl) compared to the control (C).

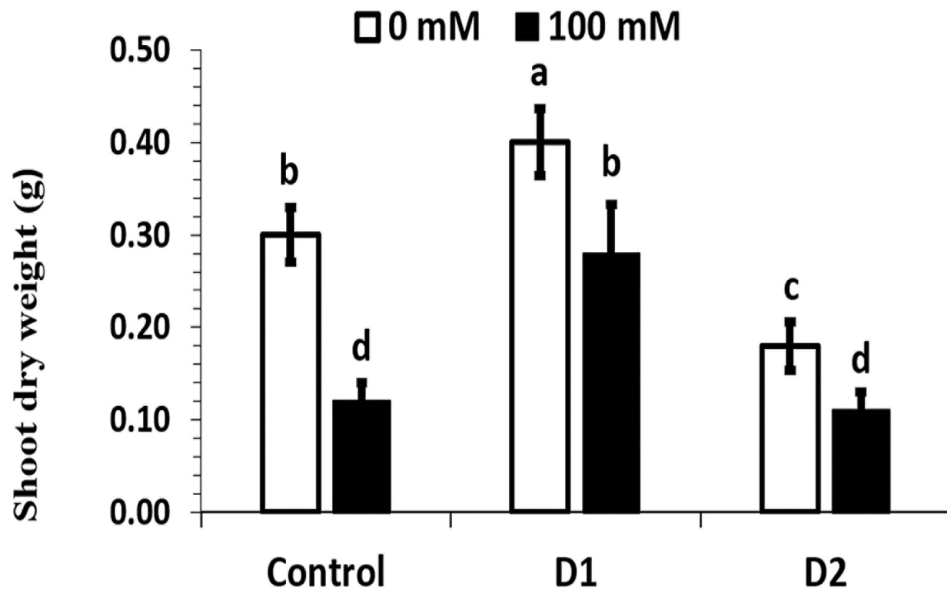
Salt stress significantly ( $P < 0.05$ ) decreased spike fresh weight (SFW'). The application of 10 g slag/ kg soil treatment (D1) has significantly improved this parameter regardless of the level of salinity applied compared to the control with 0 g slag/ kg soil (C). The largest decrease in SFW' was recorded in D2 treatment (20 g slag/ kg soil) (Table 3).

**Table 3.** Effect of salinity stress levels (0 mM NaCl and 100 mM NaCl) on growth performance of *Triticum durum* at three different slag rates (C: 0 g slag/kg soil, D1: 10 g slag/kg soil, and D2: 20 g slag/kg soil) after 3 months of cultivation

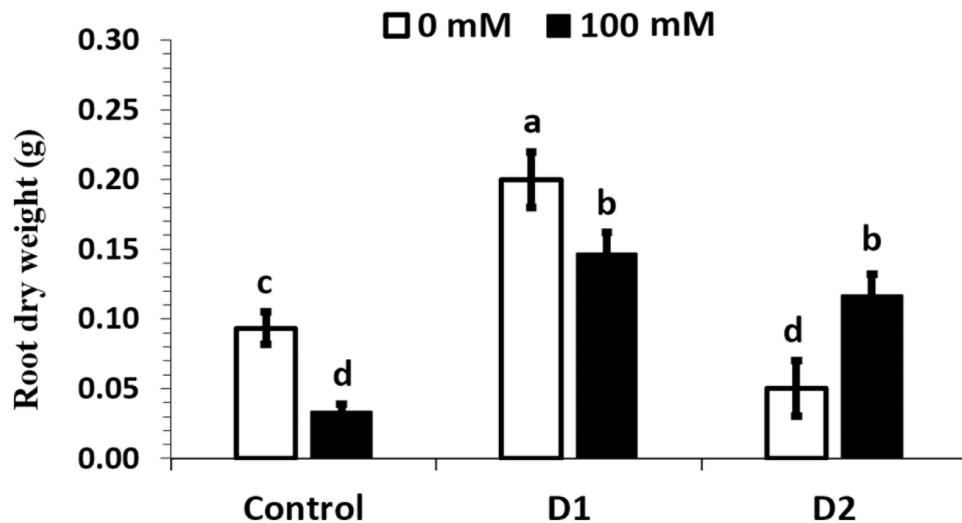
Salinity stress level	Treatments	SH (cm)	RL (cm)	SH' (cm)	SFW (g)	RFW (g)	SFW' (g)
0 mM NaCl	C	55.00 ± 2.01 b	26.50 ± 3.50 a	11.33 ± 0.58 b	0.45 ± 0.04 b	0.12 ± 0.02 c	0.35 ± 0.03 b
	D1	62.00 ± 2.65 a	24.50 ± 2.18 a	12.50 ± 0.00 a	0.56 ± 0.03 a	0.25 ± 0.02 a	0.45 ± 0.04 a
	D2	52.67 ± 5.03 b	23.00 ± 1.00 a	9.33 ± 0.58 c	0.31 ± 0.05 d	0.09 ± 0.01 c	0.14 ± 0.04 c
100 mM NaCl	C	39.00 ± 5.29 c	24.00 ± 6.08 a	9.67 ± 0.58 c	0.27 ± 0.07 d	0.05 ± 0.02 d	0.16 ± 0.03 c
	D1	56.00 ± 3.00 b	23.50 ± 1.80 a	11.00 ± 0.87 b	0.39 ± 0.03 c	0.19 ± 0.03 b	0.33 ± 0.03 b
	D2	45.00 ± 2.01 c	22.00 ± 4.77 a	7.17 ± 0.29 d	0.18 ± 0.03 e	0.15 ± 0.04 b	0.12 ± 0.01 c

SH: shoot height; RL: root length; SH': spike height; SFW: shoot fresh weight; RFW: root fresh weight; SFW': spike fresh weight. Columns sharing the same letters are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

Salt stress induced a significant decrease in the shoot and root dry weights of wheat (Figures 2 and 3). However, the application of slag at D1 treatment as a fertilizer has significantly improved the shoot dry weight of durum wheat plants in the absence (0 mM NaCl) and the presence of salt stress (100 mM NaCl) (Figure 2). In addition, D1 and D2 slag treatments (10 g slag/ kg soil and 20 g slag/ kg soil, respectively) led to a significant increase in root dry weight of wheat under saline conditions (100 mM NaCl) compared to the control (0 g slag/ kg soil) (Figure 3).



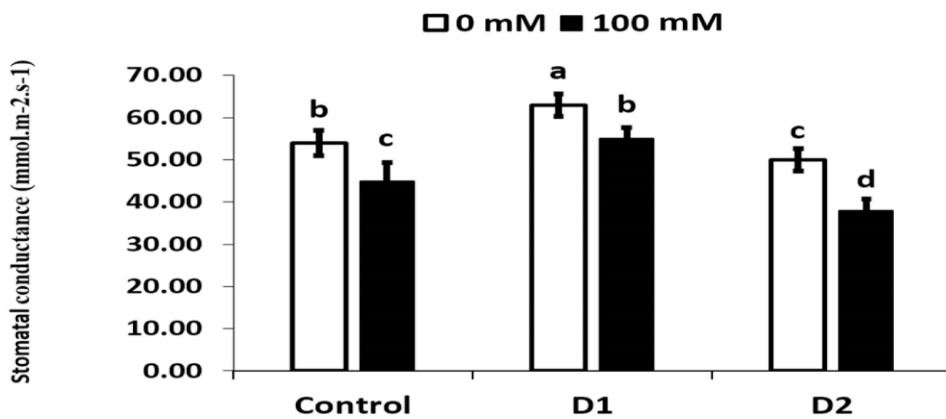
**Figure 2.** Effect of salinity stress levels (0 mM NaCl and 100 mM NaCl) on shoot dry weight of *Triticum durum* at three different slag rates (C: 0 g slag/kg soil, D1: 10 g slag/kg soil, and D2: 20 g slag/kg soil) after 3 months of cultivation.



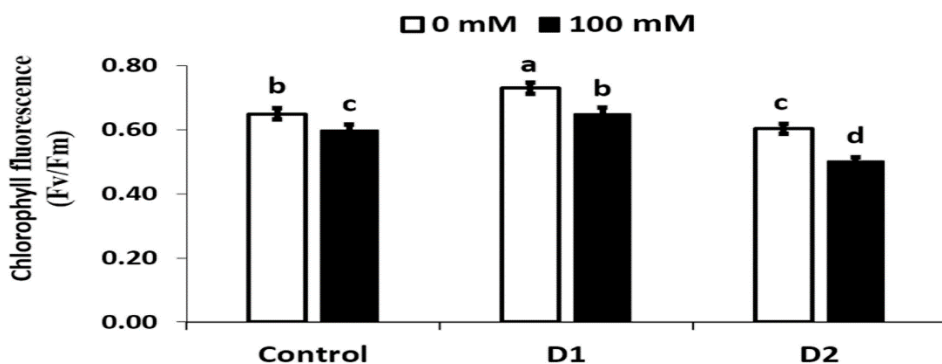
**Figure 3.** Effect of salinity stress levels (0 mM NaCl and 100 mM NaCl) on root dry weight of *Triticum durum* at three different slag rates (C: 0 g slag/kg soil, D1: 10 g slag/kg soil, and D2: 20 g slag/kg soil) after 3 months of cultivation.

### Photosynthetic Parameters

The effect of slag-based fertilizers application on photosynthetic machinery under normal and salinity conditions was evaluated. The stomatal conductance (gs) and quantum efficiency of photosystem II (Fv/Fm) were decreased with the application of salinity stress (100 mM NaCl) compared to normal conditions (0 mM NaCl) (Figures 4 and 5). Stomatal conductance (gs) showed a significant increase after the application of D1 treatment (10 g slag/kg soil) compared to the control (C) under normal and salinity conditions (Figure 4). Fv/Fm significantly increased ( $p < 0.05$ ) by slag application at dose D1 (10 g slag/kg soil) under normal and salt stress conditions after three months of cultivation compared to the control durum wheat plants (0 g slag/kg soil) and D2 treatment (20 g slag/kg soil) (Figure 5). Regardless of the salt level applied to the soil, treatment (D2) decreased both gs and Fv/Fm.



**Figure 4.** Effect of salinity stress levels (0 mM NaCl and 100 mM NaCl) on stomatal conductance of *Triticum durum* at three different slag rates (C: 0 g slag/kg soil, D1: 10 g slag/kg soil, and D2: 20 g slag/kg soil) after three months of cultivation.



**Figure 5.** Effect of salinity stress levels (0 mM NaCl and 100 mM NaCl) on chlorophyll fluorescence (Fv/Fm) of *Triticum durum* at three different slag rates (C: 0 g slag/kg soil, D1: 10 g slag/kg soil, and D2: 20 g slag/kg soil) after three months of cultivation.



## Effect of Slag on MDA, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Soluble Sugars and Protein Contents of Durum Wheat

The results related to the effect of salt stress on total soluble sugars (TSS) and protein contents, hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), and malondialdehyde (MDA) in durum wheat are presented in Table 4. TSS, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, and MDA contents in wheat has significantly increased (P <0.05) under salt conditions (100 mM NaCl) compared to the normal conditions (0 mM NaCl). In contrast, salinity stress significantly decreased (P <0.05) protein content in durum wheat. Independently of the presence or absence of salinity stress, the amendment of *T. durum* with 10 g slag/ kg soil and 20 g slag/ kg soil accumulated more soluble sugars and protein content than the control plants (0 g slag/ kg soil). Plants amended with 20 g slag/ kg soil treatment (D2) showed the highest levels of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and MDA contents compared to the control and D1 treatment (0 g slag/ kg soil and 10 g slag/ kg soil, respectively) after three months of durum wheat cultivation under normal and salinity conditions (0 mM NaCl and 100 mM NaCl, respectively).

**Table 4.** Effect of salinity stress levels (0 Mm NaCl and 100 Mm NaCl) on protein, total soluble sugars (TSS), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), and malondialdehyde (MDA) contents of *Triticum durum* grown at three different slag rates (Control: 0 g slag/kg, D1: 10 g slag/kg, and D2: 20 g slag/kg soil) after three months of cultivation

Salinity stress level	Treatments	Protein (mg g <sup>-1</sup> FM)	TSS (mg g <sup>-1</sup> FM)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (nmol.g <sup>-1</sup> FM)	MDA (µmol.g <sup>-1</sup> MF)
0 mM NaCl	C	25.00 ± 1.73 c*	28.00 ± 1.00 e	0.04 ± 0.01 d	8.00 ± 0.50 d
	D1	62.33 ± 1.53 a	35.33 ± 1.53 d	0.05 ± 0.01 d	9.33 ± 0.58 d
	D2	63.67 ± 1.53 a	51.00 ± 1.00 b	0.07 ± 0.01 c	20.67 ± 0.58 b
100 mM NaCl	C	20.00 ± 2.00 d	35.33 ± 1.53 d	0.12 ± 0.01 b	16.67 ± 0.29 c
	D1	51.67 ± 1.15 b	40.33 ± 1.53 c	0.12 ± 0.01 b	17.67 ± 0.58 c
	D2	49.67 ± 1.53 b	57.00 ± 1.00 a	0.21 ± 0.02 a	28.00 ± 1.00 a

\*Columns sharing the same letters are not significantly different (p < 0.05).

## Discussion

Salt stress is one of the most severe limiting factors for crop growth and production (Parihar et al., 2015). During salt stress, photosynthesis is reduced by lowering stomatal conductance (gs) and preventing the synthesis of chloroplast proteins (Liang et al., 2022). Therefore, in order to meet global food demands, it is necessary to discover eco-friendly and sustainable crop-growing methods. The use of steel slag-based fertilizer can mitigate salinity stress on agricultural systems. Subsequently, the effect of applying slag at two concentrations, D1 (10 g slag/ kg soil) and D2 (20 g slag/ kg soil) treatment on growth, physiological and biochemical parameters of durum wheat (*Triticum durum*) plants under salt-stress conditions was evaluated. The interaction between steel slag rich in mineral elements and salt-stress conditions is

essential for improving defense strategies of durum wheat plants. The results indicated that salinity stress negatively affected the growth of durum wheat plants. Hossain et al. (2021) also reported that salinity impaired seedling establishment, stunted plant growth, affected reproductive development, and ultimately reduced yield. In the present study, significant reductions in plant growth parameters such as shoot and root lengths and fresh and dry weight yields of durum wheat plants indicated that the application of salt stress (100 mM NaCl) was toxic within the 90 days of treatment used here. In addition, the application of 10 g slag/ kg soil treatment (D1) increased wheat growth regardless of the salinity level. In accordance with the present study, Wang and Cai (2006) reported that treatment of the soil with steel slag (10 g slag/ kg soil) resulted in significant improvement of the fresh and dry matter of maize as well as Fe uptake by plants. This could be due to the rapid assimilation of the mineral elements contained in the slag at low concentration by the plants in order to ensure their life cycle and promote significant growth (Radić et al., 2022). However, in the present study, the application of 20 g slag/ kg soil treatment (D2) showed a significant decrease in growth parameters compared to the control (C) with 0 g slag/ kg soil under normal and salinity stress conditions. This could be due to excess mineral elements in the D2 concentration of slag (20 g slag/ kg soil), which could become toxic to the development of wheat plants (Wang & Cai, 2006). Other researches showed a significant increase in growth and biomass accumulation for low rates of slag, while increasing application rates of slag did not improve the growth (Cai et al., 2022; Pietrini et al., 2017; Chen et al., 2019; Atland et al., 2015; Wang et al., 2006). Wang et al. (2006) and Islam et al. (2022) showed that the high rates of slag application in the soil led to a huge accumulation of Fe and decreased bacterial biomass in the soil, which could create a poor assimilation of nutrients and become a source of inhibition of plant growth. In contrast, application of steel slag to agricultural land can provide potential benefits for soils in the form of increased availability of Ca and P (Yang et al., 2019). According to the same study, CaO is the major component of slag. Ca also has a positive impact on root strength of plants and facilitates the uptake of K, which is a crucial element for the growth and physiology of plants (Radić et al., 2022). Slag also increases the bioavailability of P, Si, and Ca present in the soil (Radić et al., 2022). In addition, the use of slag has improved soil fertility and consequently improved growth and yield of rice (Ning et al. 2016; Das et al., 2020). The use of slag in acidic soils increases soil pH, soil Ca and Mg levels, decreases soil equivalents of aluminum (Al), manganese (Mn), copper (Cu), and zinc (Zn) in soils, improves yield, and enhances nutrient concentrations in plants (Ghisman et al., 2022; Moraes et al., 2017). The use of steelmaking slag as a fertilizer highlights the importance of considering the physical characteristics of the slag, particularly the particle size distribution,

and its potential effects on soil properties. Although the only requirement for registering as a by-product calcium fertilizer is the alkali content (35 mass% or more) and maximum size (100 % is smaller than 1.7 mm and 85 % is smaller than 600  $\mu\text{m}$ ) (Gao et al., 2015), the variation in composition and mineralogical structure of steelmaking slag from different processes can affect the dissolution behaviors of nutrient elements. This variability underscores the need for careful consideration of the physical properties of slag when using it as a fertilizer, as particle size can significantly impact the release of nutrients and the alteration of soil properties. Therefore, it is important to study the performance of different particle size fractions of slag in terms of nutrient release and soil effects to ensure safe and effective use of steelmaking slag as a fertilizer. Measuring physiological characteristics that contribute to the plant's ability to withstand stress could be a way to identify and select wheat varieties that are better able to adapt to salt stress growing conditions (EL Sabagh et al., 2021). Furthermore, the osmotic stress induced by salinity can lead to a reduction of  $\text{CO}_2$  assimilation by the plant and consequently result to inhibition of photosynthesis (Ezquer et al., 2020; Yang et al., 2020). In addition, this study showed that the decrease in stomatal conductance was related to a reduction in chlorophyll fluorescence ( $F_v/F_m$ ) in plants subjected to salt stress. This effect may be associated with the destruction of chloroplasts due to the direct effect of salt stress and the decrease in the activity of photosynthetic pigment synthesis enzymes (Murkute et al., 2018; Zhu et al., 2021).

The decrease in biomass of durum wheat plants under salt stress conditions was accompanied by an increase in  $\text{H}_2\text{O}_2$  and MDA levels. The results of this study are in agreement with other previous studies on date palm (Anli et al., 2020; Ait-El-Mokhtar et al., 2022), brown mustard (Ahmad et al., 2015), ephedra (Alqarawi et al., 2014), and alfalfa (Ben Laouane et al., 2019). Root tissues exhibited higher oxidative damage than the tissues of the aerial part due to high accumulation of reactive oxygen species (ROS), such as superoxide radical (dioxygen ( $\text{O}_2^-$ ), hydroxyl radical ( $\text{OH}^-$ ), and hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). This is because the root organs are the first to be affected by excess salt in the soil solution (Batoool et al., 2020; Ait-El-Mokhtar et al., 2022). ROS causes oxidative damage to the different organic and inorganic molecules present in cells, including DNA, proteins, lipids, amino acids, and sugars, thus resulting to lipid peroxidation and protein oxidation (Begum et al., 2020; Khan et al., 2021). The results showed that plants grown in the presence of salt stress (100 mM NaCl) in combination with D2 dose of slag (20 g slag/ kg soil) recorded high concentration of MDA and  $\text{H}_2\text{O}_2$  compared to untreated stressed durum wheat plants (0 mM NaCl). This suggests that D2 concentration (20 g slag/ kg soil) is an inhibitory dose to plant biological functions that may contribute to high ROS accumulation and membrane

damage. In contrast, plants treated with D1 dose of slag (10 g slag/ kg soil) showed no significant difference compared to the control (0 g slag/ kg soil), regardless of the applied salinity level. These results suggest that the D1 dose of slag (10 g slag/ kg soil) is optimal to maintain osmotic adjustment of wheat even under severe abiotic stress conditions such as salinity.

To reduce the damage caused by abiotic stresses, plants use several mechanisms to adapt and ensure their survival. Osmolytes are organic (sugars, amino acids) or inorganic molecules that intervene to reduce this damage (Siddiqui et al., 2020; Ahanger et al., 2021). In the present study, after 90 days of growth, under salt-stress conditions (100 mM NaCl), plants amended with 10 g slag/ kg soil and 20 g slag/ kg soil (D1 and D2 treatments, respectively) increased soluble sugars and protein contents compared to the control (0 g slag/ kg soil). This is a durum wheat plant defense response to imposed salt stress by maintaining osmotic balance or osmotic adjustment and mitigating free radical damage (Ahanger et al., 2014; Hasanuzzaman et al., 2019). Farooq et al. (2020) and Shafiq et al. (2021) suggested that sugars and proteins are good osmoregulators that can play an important role in osmotic adjustment and adaptation of plants to salinity stress. Osmotic adjustment is an early physiological response of plants to abiotic stress that allows cells to remain turgid at very low water potentials through the active accumulation of solutes. They help in maintaining turgor pressure, which is necessary for cell expansion and synthesis of cell wall components, including cellulose (Thalman & Santelia, 2017). These solutes can interact with cellular macromolecules such as antioxidant enzymes, thereby stabilizing their structure and function (EL Sabagh et al., 2021).

Overall, the findings showed that the physiological characteristics, total soluble sugars, and proteins in plants treated with 10 g slag/ kg soil treatment (D1) indicated enhanced development of durum wheat under salt-stress conditions. This is due to enhanced photosynthesis, less oxidative damage, an increase in the relative abundance of the beneficial microbial community in the soil, and the assimilation of mineral elements (Das et al., 2020). In the other hand, due to the growing interest in using slags for soil conditioning, heavy metal concentrations in these materials have become a subject of interest. The majority of slag materials contain of metal contaminants such as V, Cr, As, Pb, Cd, Co, Ba, Hg, Se, Sb, Ag, Zn, and Ni, which are influenced by the steel manufacturing process's quality (Chen et al., 2019). Studies conducted in Finland have indicated that the concentrations of certain elements, such as Cr and Zn, are low due to the high temperatures of the processes. Conversely, long-term experiments conducted in Germany have demonstrated that using steel slag as a liming material does not elevate the content of mobile chromium in the soil. Furthermore, there have been no significant increases in the Cr content of plants after using steelmaking slags

as fertilizer (Hiltunen 2004). Nevertheless, it is important to carry out further investigations focused on the heavy metals behavior on the soil and crops in order to better understand the effects of long-term use of steelmaking slags in agriculture.

## Conclusion

Slag promoted the growth of *T. durum* plants at lower amendment levels, specifically at 10 g slag/kg soil. The total protein and total soluble sugar content increased at both slag amendment levels, 10 g slag/ kg soil and 20 g slag/ kg soil. In contrast, the fertilization with slag at a rate of 20 g slag/kg soil inhibited shoot extension and accumulation of biomass, thus resulting in a decline in the growth and physiological parameters of wheat. However, there was an increase in the quantum efficiency of photosystem II (Fv/Fm) and stomatal conductance (gs) of durum wheat amended with 10 g slag/ kg soil under salt stress (100 mM NaCl) and normal conditions (0 mM NaCl). These results support the hypothesis that slag-based fertilizers applied at a rate of 10 g slag/kg soil improve the salinity tolerance of *T. durum* plants. This in turn enhances plant processes through better efficiency of PSII, osmolytes accumulation, and mineral nutrition.

Slag-based fertilizers at a low rate will be tested in the field in order to evaluate the effect of such slag application on biomass and grain yield. Treatments with drought stress in combination with the slag fertilizers will be also evaluated.

## Acknowledgments

The present study was carried out in the framework of collaboration between the Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University Marrakech, Morocco and the “Concamine” company Berrechid, Morocco established on May 28, 2022 to valorize the slag on a large scale.

## Conflict of interest

No potential conflict of interest was reported by the authors.

## References:

1. Ahanger, A.M., Qi, M., Huang, Z., Xu, X., Begum, N., Qin, C., Zhang, C., Ahmad, N., Mustafa, N.S., Ashraf, M., & Zhang, L. (2021). Improving growth and photosynthetic performance of drought stressed tomato by application of nano-organic fertilizer involves up-regulation of nitrogen, antioxidant and osmolyte metabolism. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 216, 112195. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112195>.

2. Ahmad, P., Hashem, A., Abd-Allah, E.F., Alqarawi, A.A., John, R., Egamberdieva, D., & Gucl, S. (2015). Role of *Trichoderma harzianum* in mitigating NaCl stress in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) through antioxidative defense system. *Front. Plant Sci.* 6: 868. DOI: 10.3389/fpls.2015.00868
3. Alqarawi, A.A., Abd Allah, E.F., & Hashem, A. (2014). Alleviation of salt-induced adverse impact via mycorrhizal fungi in *Ephedra Aphylla* Forssk. *J. Plant Interact.* 9: 802–810. <https://doi.org/10.1080/17429145.2014.949886>
4. A Murkute, A., Sharma, S., & K Singh, S. (2018). Studies on salt stress tolerance of citrus rootstock genotypes with arbuscular mycorrhizal fungi. *Horticultural Science*, 33(No. 2), 70–76. <https://doi.org/10.17221/3742-hortsci>
5. Ait-El-Mokhtar, M., Fakhech, A., Ben-Laouane, R., Anli, M., Boutasknit, A., Ait-Rahou, Y., Wahbi, S., & Meddich, A. (2022). Compost as an eco-friendly alternative to mitigate salt-induced effects on growth, nutritional, physiological and biochemical responses of date palm. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 11, 85–100. <https://doi.org/10.30486/IJROWA.2021.1927528.1233>.
6. Anli, M., Baslam, M., Tahiri, A., Raklami, A., Symanczik, S., Boutasknit, A., Ait-El-Mokhtar, M., Ben-Laouane, R., Toubali, S., Ait Rahou, Y., Ait Chitt, M., Oufdou, K., Mitsui, T., Hafidi, M., & Meddich, A. (2020). Biofertilizers as Strategies to Improve Photosynthetic Apparatus, Growth, and Drought Stress Tolerance in the Date Palm. *Front. Plant Sci* 11. 516818. doi: 10.3389/fpls.2020.516818
7. Arora, N. K. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*, 2(2), 95–96. <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00078-w>
8. Das, S., Gwon, H. S., Khan, M. I., Jeong, S. T., & Kim, P. J. (2020). Steel slag amendment impacts on soil microbial communities and activities of rice (*Oryza sativa* L.). *Scientific Reports*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63783-1>
9. EL Sabagh, A., Islam, M. S., Skalicky, M., Ali Raza, M., Singh, K., Anwar Hossain, M., Hossain, A., Mahboob, W., Iqbal, M. A., Ratnasekera, D., Singhal, R. K., Ahmed, S., Kumari, A., Wasaya, A., Sytar, O., Brestic, M., ÇIG, F., Erman, M., Habib Ur Rahman, M., ... Arshad, A. (2021). Salinity Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Changing Climate: Adaptation and Management Strategies. *Frontiers in Agronomy*, 3(July), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.661932>

10. Gao, X., Maruoka, N., Kim, S. joong, Ueda, S., & Kitamura, S. ya. (2015). Dissolution Behavior of Nutrient Elements from Fertilizer Made of Steelmaking Slag, in an Irrigated Paddy Field Environment. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 1(4), 304–313. <https://doi.org/10.1007/s40831-015-0030-8>
11. Ghisman, V., Muresan, A. C., Buruiana, D. L., & Axente, E. R. (2022). Waste slag benefits for correction of soil acidity. *Scientific Reports*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20528-6>
12. Hossain, A., Skalicky, M., Brestic, M., Maitra, S., Alam, M. A., Syed, M. A., Hossain, J., Sarkar, S., Saha, S., Bhadra, P., Shankar, T., Bhatt, R., Chaki, A. K., Sabagh, A. E. L., & Islam, T. (2021). Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the changing climate. *Agronomy*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy11020241>
13. Islam, Z., Tran, Q. T., Koizumi, S., Kato, F., Ito, K., Araki, K. S., & Kubo, M. (2022). Effect of Steel Slag on Soil Fertility and Plant Growth. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 11(03), 209–221. <https://doi.org/10.4236/jacen.2022.113014>
14. Liang, H., Shi, Q., Li, X., Gao, P., Feng, D., Zhang, X., Lu, Y., Yan, J., Shen, S., Zhao, J., & Ma, W. (2022). Synergistic effects of carbon cycle metabolism and photosynthesis in Chinese cabbage under salt stress. *Horticultural Plant Journal*, December. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2022.09.003>
15. Maccaferri, M., Sanguineti, M. C., Donini, P., & Tuberosa, R. (2003). Microsatellite analysis reveals a progressive widening of the genetic basis in the elite durum wheat germplasm. *Theoretical and Applied Genetics*, 107(5), 783–797. <https://doi.org/10.1007/s00122-003-1319-8>
16. Negacz, K., Malek, Ž., de Vos, A., & Vellinga, P. (2022). Saline soils worldwide: Identifying the most promising areas for saline agriculture. *Journal of Arid Environments*, 203(April). <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104775>
17. Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(6), 4056–4075. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3739-1>
18. Radić, S., Sandev, D., Maldini, K., Vujčić Bok, V., Lepeduš, H., & Domijan, A. M. (2022). Recycling Electric Arc Furnace Slag into Fertilizer: Effects of “Waste Product” on Growth and Physiology of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomy*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy12092218>
19. Seal, C. J., Courtin, C. M., Venema, K., & de Vries, J. (2021). Health

- benefits of whole grain: effects on dietary carbohydrate quality, the gut microbiome, and consequences of processing. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2742–2768. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12728>
20. Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., Reynolds, M., & Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security*, 5(3), 291–317. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0263-y>
  21. Turki, N., Shehzad, T., Harrabi, M., & Okuno, K. (2023). Journal of King Saud University – Science Mapping novel QTLs for tolerance to salt stress at the late vegetative stage in durum wheat ( *Triticum durum* L .). *Journal of King Saud University - Science*, 35(2), 102506. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102506>
  22. WANG, X., & CAI, Q. S. (2006). Steel Slag as an Iron Fertilizer for Corn Growth and Soil Improvement in a Pot Experiment1 1 Project supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 30270800). *Pedosphere*, 16(4), 519–524. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(06\)60083-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(06)60083-0)
  23. Xynias, I. N., Mylonas, I., Korpetis, E. G., & Ninou, E. (n.d.). *Agronomy-10-00432.Pdf. Table 1*, 1–27.
  24. Zahra, N., Al Hinai, M. S., Hafeez, M. B., Rehman, A., Wahid, A., Siddique, K. H. M., & Farooq, M. (2022). Regulation of photosynthesis under salt stress and associated tolerance mechanisms. *Plant Physiology and Biochemistry*, 178(March), 55–69. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.03.003>
  25. Zhu, D., Luo, F., Zou, R., Liu, J., & Yan, Y. (2021). Integrated physiological and chloroplast proteome analysis of wheat seedling leaves under salt and osmotic stresses. *Journal of Proteomics*, 234(August 2020), 104097. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2020.104097>





ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Aspects Épidémiologiques et Cliniques des Ostéonécroses Aseptiques à Abidjan

***Ehaulier Kouakou SCL***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Bouaké, Côte d'Ivoire

Service de Rhumatologie, CHU de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Charles Sougué***

Service de médecine interne,

CHU Sourô Sanou de Bobo Dioulasso, Burkina Faso

***Konan Yao JC***

***Aissata Traore***

***Joseph Koffi KE***

***Jean-Jacques Goua***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Bouaké, Côte d'Ivoire

***Phillipe Goupille***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire Tours, France

***Jean-Claude Daboiko F.***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Bouaké, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p115](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p115)

Submitted: 13 March 2023

Accepted: 18 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Kouakou E., Sougué C., Yao K., Traore A., Koffi J., Goua J., Goupille P. & Daboiko J.F. (2023). *Aspects Épidémiologiques et Cliniques des Ostéonécroses Aseptiques à Abidjan*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 115. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p115>

### Résumé

Objectif : Etudier les caractéristiques épidémiologiques et diagnostiques des ostéonécroses aseptiques chez une population noire d'Afrique sub-saharienne. Patients et méthodes : Etude rétrospective descriptive sur 11 ans (Janvier 2001 à Décembre 2011) portant sur les patients vus pour une ostéonécrose aseptique en rhumatologie à Abidjan en Côte d'Ivoire. Résultats : Sur 3592 patients vus pour une affection rhumatologique, 31 (0,86%) avaient une ostéonécrose aseptique. L'âge moyen des patients était

de 40,2+/-13,4 ans (extrêmes : 19 - 75 ans). Le délai diagnostique moyen était de 9,4 mois +/- 9,1 (extrêmes : 1 - 36 mois). Le motif de consultation le plus fréquent était la douleur (100%) suivie de l'impotence fonctionnelle (87,1%). Le début était progressif dans 77,4% des cas et l'évolution des signes était chronique chez 87,1% des patients. Les facteurs de risques de l'ostéonécrose aseptique étaient l'hémoglobinopathie (38,7%), l'alcoolisme (35,4%), le surpoids/obésité (29,0%), les dyslipidémies (25,8%), la corticothérapie (16,1%), le tabagisme (16,1%), l'infection à VIH (9,7%), les troubles de la statique et traumatismes (9,7%), l'hyperuricémie (9,7%), et la polyarthrite rhumatoïde (3,2%). Il s'agissait d'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale (90,3%), du condyle fémoral (6,45%), et de la tête humérale (3,2%). L'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale était surtout classée stade III (32,3%) et IV (38,7%) selon Arlet et Ficat. Conclusion : L'ostéonécrose aseptique n'est pas rare en consultation rhumatologique à Abidjan. La tête fémorale est la plus touchée et les facteurs de risque les plus fréquents sont l'hémoglobinopathie, l'alcoolisme, le surpoids/obésité, et les dyslipidémies.

---

**Mots-clés:** Ostéonécrose aseptique, épidémiologie, clinique, Abidjan

---

## **Epidemiological and Clinical Aspects of Aseptic Osteonecrosis in Abidjan**

***Ehaulier Kouakou SCL***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de  
Bouaké, Côte d'Ivoire

Service de Rhumatologie, CHU de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Charles Sougué***

Service de médecine interne,

CHU Sourô Sanou de Bobo Dioulasso, Burkina Faso

***Konan Yao JC***

***Aissata Traore***

***Joseph Koffi KE***

***Jean-Jacques Goua***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de  
Bouaké, Côte d'Ivoire

***Phillipe Goupille***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire Tours, France

***Jean-Claude Daboiko F.***

Service de Rhumatologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de  
Bouaké, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

**Objective:** To study the epidemiologic and diagnostic characteristics of aseptic osteonecrosis in a black population in sub-Saharan Africa. **Patients and Methods:** Retrospective, descriptive study over 11 years (January 2001 to December 2011) of patients seen for aseptic osteonecrosis in rheumatology in Abidjan, Côte d'Ivoire. **Results:** Of 3592 patients seen for rheumatologic conditions, 31 (0.86%) had aseptic osteonecrosis. The mean age of the patients was 40.2+/-13.4 years (range, 19 - 75 years). The mean diagnostic delay was 9.4 months +/- 9.1 (range: 1 - 36 months). The most frequent reasons for consultation were pain (100%) and functional impotence (87.1%). The onset was progressive in 77.4% of cases and the evolution of the signs was chronic in 87.1% of patients. The risk factors of aseptic osteonecrosis were hemoglobinopathy (38.7%), alcoholism (35.4%), overweight/obesity (29.0%), dyslipidemia (25.8%), corticosteroid therapy (16.1%), smoking (16.1%), HIV infection (9.7%), static disorders and trauma (9.7%), hyperuricemia (9.7%), and rheumatoid arthritis (3.2%). These were aseptic osteonecrosis of the femoral head (90.3%), femoral condyle (6.45%), and humeral head (3.2%). Aseptic osteonecrosis of the femoral head was mostly classified as stage III (32.3%) and IV (38.7%) according to Arlet and Ficat. **Conclusion:** Aseptic

osteonecrosis is not uncommon in rheumatology consultations in Abidjan. The femoral head is the most affected and the most frequent risk factors are hemoglobinopathy, alcoholism, overweight/obesity, and dyslipidemia.

---

**Keywords:** Aseptic osteonecrosis, epidemiology, clinic, Abidjan

## **Introduction**

L'ostéonécrose aseptique (ONA) ou nécrose avasculaire peut se définir comme étant la mort cellulaire des différents composants de l'os, c'est-à-dire le tissu osseux mais aussi la moelle osseuse [Kakpovi et al. (2019), Singwé-Ngandeu et al. (2015)]. C'est une affection grave et invalidante qui touche les sujets relativement jeunes et entraîne des conséquences psycho-socio-économiques importantes [Kakpovi et al. (2019), Singwé-Ngandeu et al. (2015)]. En Afrique subsaharienne, sa fréquence hospitalière serait de l'ordre de 1% [Kakpovi et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2013)]. Si dans les pays développés l'étiologie est dominée par la corticothérapie, en Afrique elle semble être fortement associée à la drépanocytose [Kakpovi et al. (2019), Ouedraogo et al. (2010)]. La hanche serait plus touchée et l'ONA de la tête fémorale serait la principale cause de coxarthrose secondaire [Kakpovi et al. (2019), Ouedraogo et al. (2010)]. En Afrique Sub-saharienne, plusieurs études se sont intéressées à l'ONA [Kakpovi et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2013), Kueviakoe et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2010)]. Cependant en Rhumatologie en Côte d'Ivoire, très peu d'études ont été publiées à ce sujet. L'objectif de cette étude était d'étudier le profil épidémiologique et diagnostique des ONA en milieu rhumatologique à Abidjan en Côte d'Ivoire.

## **Patients et méthodes**

Il s'est agi d'une étude rétrospective descriptive sur une période de 11 ans, de Janvier 2001 à Décembre 2011, portant sur les patients souffrants d'ONA. Il s'agissait de patients noirs originaires d'Afrique Sub-Saharienne vus dans les services de rhumatologie du centre hospitalier universitaire de Cocody à Abidjan en Côte d'Ivoire. Nous avons retenu tous les dossiers-patients chez qui le diagnostic d'ONA a été retenu durant la période de recrutement. Tous les dossiers-patients inexploitable ont été exclus de l'étude. L'outil de recueil des données était une fiche de collecte de données. Le diagnostic d'ONA était retenu sur la base des signes caractéristiques de la maladie à l'imagerie médicale (radiographie standard et/ou scanner et/ou Imagerie par résonance magnétique). La classification de Arlet et Ficat a permis de classer les ONA de la tête fémorale [Arlet et al. (1977)].

Les caractéristiques épidémiologiques étudiées étaient : l'âge, le sexe, et la profession. Les aspects diagnostiques étudiés étaient : le mode de début, et la durée d'évolution de la symptomatologie, le siège de la douleur,

l'intensité de la douleur sur l'Echelle Visuelle Analogique (EVA) et la présence éventuelle d'une impotence fonctionnelle, les antécédents et potentiels facteurs de risque, et les caractéristiques radiographiques. La douleur était classée aigue en cas de durée inférieure à un mois, chronique si la durée était supérieure à trois mois, et subaiguë sinon. Les facteurs de risques de l'ONA recherchés étaient des pathologies ou situations pouvant être directement la cause de l'ONA ou favoriser sa survenue.

Les données ont été analysées par le logiciel «EPI-INFO» dans sa version 7. Sur le plan éthique, la confidentialité et l'anonymat des personnes enquêtées ont été respectés.

## Resultats

Sur 3592 patients vus pour une affection rhumatologique pendant la période d'étude, 31 avaient une ONA soit une fréquence de 0,86%. L'âge moyen de la population étudiée était de 40,2+/-13,4 ans avec des extrêmes allant de 19 ans à 75 ans. Le groupe d'âge de 20 à 40 ans était le plus représenté (18 patients soit 58,06 %). La moyenne d'âge était de 36,7 ans chez les hommes et de 41,8 ans chez les femmes. Le sex ratio était de 0,48. Quatorze patients (45,2%) avaient une profession non sédentaire (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, chasseurs, commerçants, ouvriers et manœuvres) ; et 17 (54,8%) une profession sédentaire (enseignants, personnel médical, secrétaire et cadres administratifs). Le délai diagnostique allait d'un mois à 36 mois, avec une valeur moyenne de 9,4 mois, et un écart type de 9,1 mois. Le tableau 1 représente les caractéristiques cliniques de la population étudiée.

**Tableau 1.** Caractéristiques cliniques de la population étudiée

		Effectif (N=31)	Fréquence (%)
<b>Mode de début</b>	Brutal	7	22,6
	Progressif	24	77,4
<b>Evolution</b>	Aigue	4	12,9
	Chronique	27	87,1
<b>Intensité de la douleur</b>	Modérée (4≤EVA<7)	16	51,61
	Sévère (EVA≥7)	15	48,39
<b>Impotence fonctionnelle</b>		27	87,1
<b>Marche douloureuse</b>		26	83,9
<b>Boiterie</b>		16	51,6
<b>Raccourcissement du membre</b>		12	38,7
<b>Amyotrophie</b>		12	38,7

Les facteurs de risques de l'ONA étaient l'hémoglobinopathie (38,7%), l'alcoolisme (35,4%), le surpoids/obésité (29,0%), les dyslipidémies (25,8%), la corticothérapie (16,1%), le tabagisme (16,1%), l'infection à VIH

(9,7%), les troubles de la statique et traumatismes (9,7%), l'hyperuricémie (9,7%), et la polyarthrite rhumatoïde (3,2%). Le tableau 2 représente les antécédents et facteurs de risque de l'ONA.

**Tableau 2.** Antécédents et facteurs de risque de l'ONA

		Effectif (N=31)	Fréquence (%)
<b>Hémoglobinopathie</b> (12 patients soit 38,7%)	Beta thalassémie SAFA2	3	9,7
	Drépanocytose AS	3	9,7
	Drépanocytose SC	3	9,7
	Drépanocytose SS	2	6,4
	Beta thalassémie SFA2	1	3,2
<b>Alcoolisme</b>		11	35,4
<b>Corticothérapie</b>		5	16,1
<b>Tabagisme</b>		5	16,1
<b>Dyslipidémie</b>		8	25,8
<b>Surpoids/Obésité</b>		9	29,0
<b>Séropositivité au VIH</b>		3	9,7
<b>Troubles de la statique</b>		1	3,2
<b>Traumatisme de hanche</b>		2	6,4
<b>Polyarthrite rhumatoïde</b>		1	3,2
<b>Hyperuricémie</b>		3	9,7
<b>Ulcère gastroduodéal</b>		1	3,2
<b>Hypertension artérielle</b>		3	9,7
<b>Asthme</b>		1	3,2

Il s'agissait d'ONA de la tête fémorale (ONATF) (90,3%), du condyle fémoral (6,4%), et de la tête humérale (3,2%). Le tableau 3 représente les aspects radiographiques de l'ONA.

**Tableau 3.** Aspects radiographiques de l'ONA

		Effectif (N=31)	Fréquence (%)
<b>Examens réalisés</b>	Radiographie standard	31	100
	Scanner	10	32,3
	IRM	2	6,4
<b>Tête fémorale</b> (28 cas soit 90,3%)	Stade II (Arlet et Ficat)	6	19,3
	Stade III (Arlet et Ficat)	10	32,3
	Stade IV (Arlet et Ficat)	12	38,7
<b>Condyle fémoral bilatéral</b>		2	6,4
<b>Tête humérale gauche</b>		1	3,2

La localisation de la douleur chez les patients atteints d'ONATF (28 cas) était variable et située hors du pli de l'aine dans la moitié des cas (14 patients), soit au niveau de la cuisse (8 cas), du grand trochanter (4 cas), et du

rachis lombaire (2 cas). Il s'agissait d'une atteinte isolée de la hanche droite dans 12 cas, de la hanche gauche dans huit cas, et l'ONATF était bilatérale chez 8 patients.

## Discussion

L'ONA n'est pas rare en pratique rhumatologique à Abidjan. Sa fréquence hospitalière est de 0,86%, son incidence moyenne de 2,58 cas par an, et la tête fémorale est la zone la plus touchée (90,3% des cas). Ces résultats corroborent la littérature Africaine subsaharienne. En effet la fréquence hospitalière de l'ONA serait de l'ordre de 1% [Kakpovi et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2013)]; la hanche est la zone la plus touchée et l'ONATF serait la principale cause de coxarthrose secondaire [Lafforgue (2009) - Ouedraogo et al. (2015)].

La population étudiée avait un âge moyen d'environ 40 ans et était majoritairement constituée de femmes. Le délai diagnostique était d'environ une année et les patients consultaient surtout pour une douleur chronique d'intensité modérée à forte, associée à une impotence fonctionnelle. Pour la hanche, le siège de la douleur était parfois atypique, se localisant en dehors du pli de l'aîne dans la moitié des cas. Il s'agit du même profil clinique dans la plupart des études Africaines sahariennes [Kakpovi et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2013), Kueviakoe et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2010)]. En effet, le délai diagnostique des pathologies rhumatologiques est long dans notre contexte, et il est classique que la douleur de la hanche puisse avoir des localisations et des irradiations atypiques pouvant être à l'origine d'errances diagnostiques [Kakpovi et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2013), Kueviakoe et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2010)]. Kakpovi et al. (2019) au Togo avait trouvé un délai diagnostique de trois à quatre ans avec une localisation atypique de la douleur de la hanche dans environ un tiers des cas.

Concernant les facteurs de risques de l'ONA identifiés dans notre étude, les plus fréquents étaient l'hémoglobinopathie, l'alcoolisme, le surpoids/obésité, et les dyslipidémies. Les autres facteurs étaient la corticothérapie, le tabagisme, l'infection à VIH, les dyslipidémies, les troubles de la statique, les traumatismes, la polyarthrite rhumatoïde, et l'hyperuricémie. Ces mêmes facteurs de risque sont retrouvés dans les séries Africaines [Kakpovi et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2013), Kueviakoe et al. (2019)-Ouedraogo et al. (2010)]. La pathogénie de l'ONA est multifactorielle avec une participation mécanique, métabolique, vasculaire et iatrogène [Kakpovi et al. (2019), Lafforgue (2009)]. Si dans les pays développés l'étiologie est dominée par la corticothérapie, en Afrique elle semble être fortement associée à la drépanocytose [Kakpovi et al. (2019), Ouedraogo et al. (2010)].

Sur le plan lésionnel, il s'agissait d'ONA avec des lésions radiologiques avancées (Stade III et IV de Arlet et Ficat) dans environ trois

quart des cas au niveau de la hanche. Ce même profil radiologique est observé dans la plupart des séries Africaines subsahariennes. Cela peut s'expliquer par ces longs délais diagnostiques et soulève en même temps le problème d'accessibilité financière et la pauvreté du plateau technique dans nos contrées. Un diagnostic plus rapide aurait pu favoriser une prise en charge précoce et éviter les complications douloureuses et structurales. Il se trouve que l'IRM (imagerie par résonance magnétique) et la scintigraphie, qui sont des moyens précoces de diagnostic, sont difficilement accessibles dans notre contexte [Kakpovi et al. (2019), Ouedraogo et al. (2010)]. En effet, seulement deux patients ont pu effectuer une IRM et seulement 10 ont effectué un scanner dans notre étude.

## Conclusion

L'ONA n'est pas rare en consultation rhumatologique à Abidjan. Elle touche surtout les patients entre 20 et 40 ans et les femmes sont les plus concernées. Les délais diagnostiques sont longs et les patients consultent le plus souvent pour une douleur chronique d'intensité modérée à forte, associée à une impotence fonctionnelle. Les facteurs de risque les plus fréquents sont les hémoglobinopathies, mais aussi l'alcoolisme, le surpoids/obésité, et les dyslipidémies. La tête fémorale est la zone la plus touchée et le siège de la douleur de la hanche est souvent atypique. Les lésions à la radiographie standard sont présentes et déjà avancées au moment du diagnostic. Il serait important d'effectuer une action de santé communautaire pour sensibiliser la population et effectuer une formation continue des agents de santé sur les douleurs ostéoarticulaires en général et les ostéonécroses en particulier. L'objectif serait de réduire le délai diagnostique, mais aussi d'enseigner à penser à une ostéonécrose devant toute douleur trainante de la hanche chez le drépanocytaire.

## References:

1. Akakpo-Numado, GK., Gnassingbe, K., Sakiye, KA., Boume, MA., Amadou, A., & Tekou, H. (2008). Les ostéonécroses aseptiques de la tête fémorale chez l'enfant drépanocytaire à Lomé (Togo). *Cahiers Santé* ; 18 : 231-3.
2. Arlet, J., & Ficat, P. (1977). Non-traumatic avascular femur head necrosis. New methods of examination and new concepts. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* ; 42 : 269-76.
3. Coulibaly, Y., Koulibaly, T., Maiga, AK., Konate, M., Keita, S., & Traore, SY. (2009). Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale chez les drépanocytaires : Aspects épidémiologique et thérapeutique dans le service de chirurgie orthopédique et traumatologique. *Mali Med* ; 24: 43-6.



4. Fianvo, E., Houzou, P., Kakpovi, K., Koffi-Tessio, VES., Mijiyawa, M., Oniankitan, O., & Tagbor, KC. (2009). Facteurs de risque de la coxarthrose à Lomé (Togo). *Med Trop* 2009 ; 69 (1) : 59-60.
5. Houzou, P., Koffi-Tessio, V.E.S., Kakpovi, K., Fianyo, E., Tagbor, KC., Oniankitan, O., & Mijiyawa, M. (2018). Osteonecrosis of the femoral head among rheumatology patients in Kara (Togo). *Egypt Rheumatol* ; 40 : 123 – 125.
6. Houzou, P., Oniankitan, O., Kakpovi, K., Koffi-Tessio, VES., Tagbor, KC., Fianyo, E., & Mijiyawa, M. (2013). Profil des affections rhumatismales chez 13517 patients ouest-africains. *Tunis Med* ; 91 : 16-20.
7. Kakpovi, K., Fianyo, E., Zabsonre/Tiendrebeogo, WJS., Zidol, K., Houzou, P., & Tagbor, KC. (2019). Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale en milieu rhumatologique au Togo. *Rhum Afr Franc* ; 1(1) : 1 - 6.
8. Kueviakoe, MDI., Padaro, E., Magnang, H., Mawussi, K., Womey, KMC., Layibo, Y., Agbétiafa, K., Koudopko, ADN., & Vovor, A. (2019). Complications chroniques de la drépanocytose dans une population de 893 patients adultes suivis au CHU Campus de Lomé. *ESJ* ; 15 : 318 – 331.
9. Lafforgue, P. (2009). Ostéonécrose de la tête fémorale. *Rev Rhum* ; 76 : 166-72.
10. Oniankitan, O., Tagbor, KC., Koffi-Tessio, VES., Kakpovi, K., & Mijiyawa, M. (2009). Profil sémiologique de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale chez des sujets porteurs des hémoglobines AA et AS. *Tunis Med* ; 8 : 776-7.
11. Ouédraogo DD, Nacoulma EWC, Kafando E, Ouedraogo, A., & Tierno, H. (2010). Pathologies rhumatologiques et hémoglobinopathies à Ouagadougou (Burkina Faso). *Bull Soc Pathol Exot* ; 103 : 80-3.
12. Ouédraogo, DD., Ouédraogo, T., Kaboré, F., Kafando, H., Zan, A., Bognounou, R., & Drabo, YJ. (2013). Prevalence of HIV infection among the patients with an avascular necrosis of the femoral head in Ouagadougou, Burkina Faso. *Afr J Rheumatol* ; 1(2) : 57-60.
13. Ouédraogo, DD., Ouédraogo, T., Tieno, H., Zabsonre-Tiendrebeogo, J., Pedro, C., & Draho, J. (2015). Caractéristiques sémiologiques et facteurs de risque associés à la coxarthrose à Ouagadougou (Burkina Faso). *Médecine et Sante Tropicales* ; 25 : 102-104.
14. Ouedraogo, DD., Tiéno, H., Nacoulma, EWC., Yaméogo, S., & Drabo, YJ. (2010). Pathologie mécanique et dégénérative en consultation de rhumatologie au Burkina Faso. *Méd Trop* ; 70 (4) : 411-3.

15. Sene, M., Dansoko, A., Ndiaye, A., Mbaye, E., Niang, CD., & Faye, M. (2009). Arthroplastie totale de hanche dans l'ostéonécrose aseptique du drépanocytaire au Sénégal : série de 48 prothèses. *Med Trop* ; 69 : 573-6.
16. Singwé-Ngandeu, M., Youmouss, AAMB., Chemeni, BC., Farikou, J., Sida, MB., & Ndombo, POK. (2015). Factors associated with aseptic osteonecrosis in hospital setting in Yaounde, Cameroon ; 5: 12-16.



## The Effects of Ripening Stage and Mode of Culture of Chemlali, Arbequina, and Koroneiki on the Capacities of Oils to Scavenge ABTS Free Radicals

*Mourad Jellali*

High Agronomic Institute of Chott-Mariem,  
University of Sousse, Sousse, Tunisia

*Dhouha Saidana Naija*

*Samia Ben Mansour Gueddes*

*Mohamed Braham*

Olive Tree Institute, Sousse Station, Ibn Khaldoun, Sousse, Tunisia

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p125](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p125)

Submitted: 07 September 2022

Accepted: 17 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Jellali M., Naija D.S., Gueddes S.B.M. & Braham M. (2023). *The Effects of Ripening Stage and Mode of Culture of Chemlali, Arbequina, and Koroneiki on the Capacities of Oils to Scavenge ABTS Free Radicals*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 125.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p125>

### Abstract

This paper focuses on evaluating the antioxidant power of olive oil against the cation radical ABTS•<sup>+</sup> according to cultivars (Chemlali, Arbequina and Koroneiki), culture modes (extensive and intensive), ripening stages (November and December corresponding stages), and study year (2017 and 2018). Radical percentage inhibition (PI), Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC), inhibitory concentration required to scavenge 50% of radicals (IC<sub>50</sub>), and principal component analysis (PCA) were determined. The oil of the Tunisian main cultivar, Chemlali, cultivated in extensive mode, has the best scavenging power with the lowest IC<sub>50</sub> values of 9.3, 10.8, 9.65 and 10.4 µg/ml respectively in all the ripening stages. Also, at the lowest tested concentration of 20 µg/ml, this oil has the highest TEAC values, respectively 2.28 and 2.20 in November of 2017 and 2018. For the introduced cultivars, Koroneiki presents better performance than Arbequina, in intensive mode, with IC<sub>50</sub> ranged from 9.6 to 13.8 against 12.40 to 22.35 for Arbequina. Furthermore, the principal component analysis proves that the oils of Chemlali in extensive mode and Koroneiki in intensive mode have the best scavenging

capacity of ABTS•+. This study proves that the extensive mode is the best culture mode and the ripening stage of November is the best stage in order to get oils with the highest antioxidant capacity.

---

**Keywords:** Olive Oil, Chemlali, Koroneiki, Arbequina, Ripening stage, extensive mode, intensive mode, Antioxidant activity, ABTS•+

## **Introduction**

The economy of Tunisia depends heavily on olive oil, where olive production offers a profession with a social, cultural, and economic dimension. Unquestionably, this sector represents an enormous amount of legacy for Tunisia because it is one of the key vital sectors for the national economy in general and agriculture in particular (Aissaoui, 2009).

Moreover, olive oil is one of the centerpieces of the so-called "Mediterranean" diet, which is noted for its diverse health benefits (Jacotot, 1996). Thus, olive oil is renowned for its abundance in phenolic ingredients, which give it a flavor with an extraordinary nutritional value with a lot of medicinal benefits. These advantages have been associated with its unique composition of fatty acids, of which oleic acid constitute the major compound. Oleic acid, and several minor biomolecules like vitamins, polyphenols, and other natural sources of antioxidants may help to defend against the cellular changes brought on by free radicals. It also play a part in the etiology of many illnesses. Olive oil has a significant impact in cardiovascular disease, some cancers, cranial pathologies, and degenerative illnesses connected to atherosclerosis and accelerated ageing process degenerations (Jacotot, 1996; Covas, 2007). A continual increase in the interest of olive oil as a healthy food has been seen outside the Mediterranean countries due to its richness in useful nutritional and power antioxidants (Matos et al., 2007; Temine et al., 2008).

Numerous factors, including the type and ripeness of the fruit (Ajana et al., 1999), the extraction process (Stefano et al., 1999), oil preservation (Gutiérrez et al., 2002) and climatic and agronomic factors, affect the content and the quality of the oil (El Antari et al., 2000).

In this context, the antioxidant power of the olive oil was tested according to many cultivars, both local and introduced, culture modes, and ripening stages. A comparative study was conducted against the cation radical ABTS<sup>•+</sup>.

## **Materials and Methods**

### **Plant Material and Growing Areas**

The study was carried out on the main Tunisian cultivar, Chemlali, representing more than 80% of national oil production (Feki et al., 2013). The introduced cultivars, Arbequina and Koroneiki, are known for their great

productivity (Usanmaz et al., 2019). Chemlali has been cultivated in both extensive (12m × 12m) and intensive (6m × 6m) modes, while Arbequina and Koroneiki has been cultivated in intensive mode. The experimental orchard is located in the region of “Menzel Mhiri” in the province of Kairouan (35°21' North, 9°49' East), Tunisia. The study was carried out over two successive years, 2017 and 2018, and in two ripening stages corresponding to two months of harvest, November and December. The agronomic processes carried out were the same for each cultivar: fertilizing (a standard NPK fertilizer), spraying for parasites (Pyrethrum 5EC Organic Insecticide), and pruning. Mature olive fruits are identified according to color components and hue degree. The olives were harvested by hand directly from the plant in different dates according to different stages of maturity: between yellow green color and purplish red (3-5). The corresponding dates are respectively 1/11/2017, 14/12/2017, 23/11/2018 and 17/12/2018. The olives were taken to the laboratory and the oil was extracted within 12 hours of harvesting using a laboratory olive crusher machine, an Abencor system small quantity mill, and a simulating commercial oil-extraction systems (MC2 Ingenieria Sistemas, Seville, Spain). After crushing and mixing the olive paste, oil extraction was performed at room temperature (25°C) by means of a pressure system. The olive paste was mixed for 30 min. The oil was separated from the water by centrifuge in a two-phase decanter (3500 rpm over 1 min) at room temperature (25°C). It was then filtered through a Whatman paper with a size of 2.5 µm and stored in dark bottles at 4°C until analysis.

## Reagents

Commercial ABTS<sup>•+</sup>, Potassium persulfate (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), Deionized water, Ethanol, and Dimethyl Sulfoxide (DMSO) were obtained from SMS Bio Sud Medical Services in Tunisia.

## ABTS<sup>•+</sup> Free Radical Scavenging Activity

The ABTS scavenging activity was determined as described by Arnao et al. (2001). The method is based on the oxidation of the ammonium salt of 2,2'-azinobis ethylbenzothiazoline-6sulphonic acid to the radical cation ABTS<sup>•+</sup>.

This method was performed in several steps. First, a stock solution was prepared. It contained 39.2 mg of commercial ABTS<sup>•+</sup>, 6.7 mg of Potassium persulfate (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), and 10 ml of deionized H<sub>2</sub>O. A dark blue coloration appeared and an incubation for 24 hours was necessary. Next, 0.6 ml of the stock solution was added to 50 ml of ethanol.

The spectrophotometer was calibrated using ethanol and the maximum absorbance of the prepared ABTS<sup>•+</sup> solution was adjusted to 800 nm (± 0.005).

A large series of small quantities of oil samples ranging from 20 to 100 $\mu$ g was adjusted to a final volume of 1 ml with the ABTS<sup>•+</sup> solution. For  $\lambda$  max, the volume of the oil was replaced equally by ethanol. Dimethyl Sulfoxide (DMSO) was added at 5% of the oil volume to increase its solubility. After 30 min, the absorbance was measured at 734 nm at different time intervals (5, 10, 15, 20 and 30 minutes) and each test was repeated thrice.

### **Statistical Analysis**

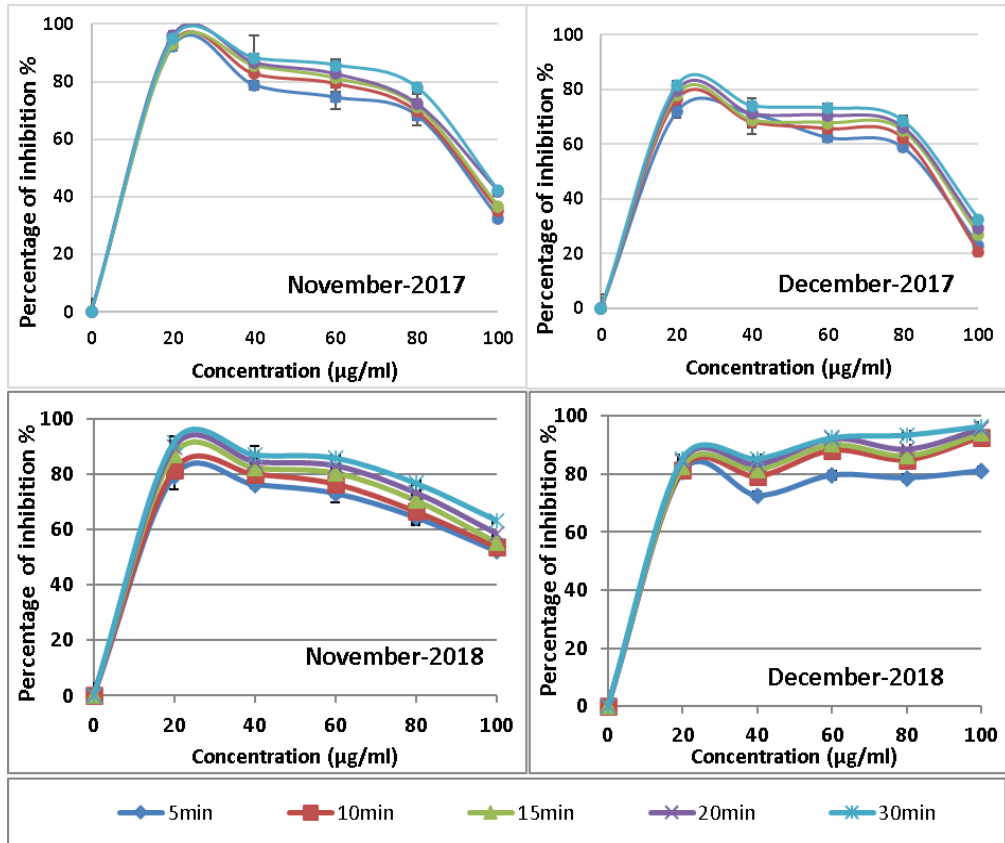
Using the statistical software tool "SPSS 22," data were subjected to statistical analysis, and the results were the average of three experiments. A one-way analysis of variance (ANOVA) was conducted before the Tukey test. At  $P < 0.05$ , differences between individual means were considered to be significant. The relationships between cultivars, culture modes, harvest years, maturity data, Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC), and the amount of oil required to reduce the initial concentration of ABTS<sup>•+</sup> by 50% ( $IC_{50}$ ) were assessed using principal component analysis (PCA).

### **Results**

#### **Antioxidant Activity of the Different Cultivars' Oils, according to Diverse Culture Modes and Stages of Maturity, during 2017 and 2018.**

##### **Antioxidant Activity of Chemlali Cultivated in Extensive Mode**

A significant antioxidant activity is immediately noted with the contact of ABTS<sup>•+</sup> (Figure 1). It reaches its highest inhibitory power of 96.06% at a low concentration of 20  $\mu$ g/ml after 20 minutes in November of both years, 2017 and 2018. Beyond this concentration, the inhibitory effect of Chemlali oil seem to be less important with an average of 80% of radical inhibition. The unregistered activity grows slightly with the time of incubation, especially in December 2018, rising from 80% after 5 min of contact to over 90% after 30 min, at a concentration of 100 $\mu$ g/ml. Chemlali oil, when cultivated in extensive mode, has a very high capacity to inhibit free radicals. Thus, to inhibit most free radicals, only lower doses of 20  $\mu$ g/ml are necessary.



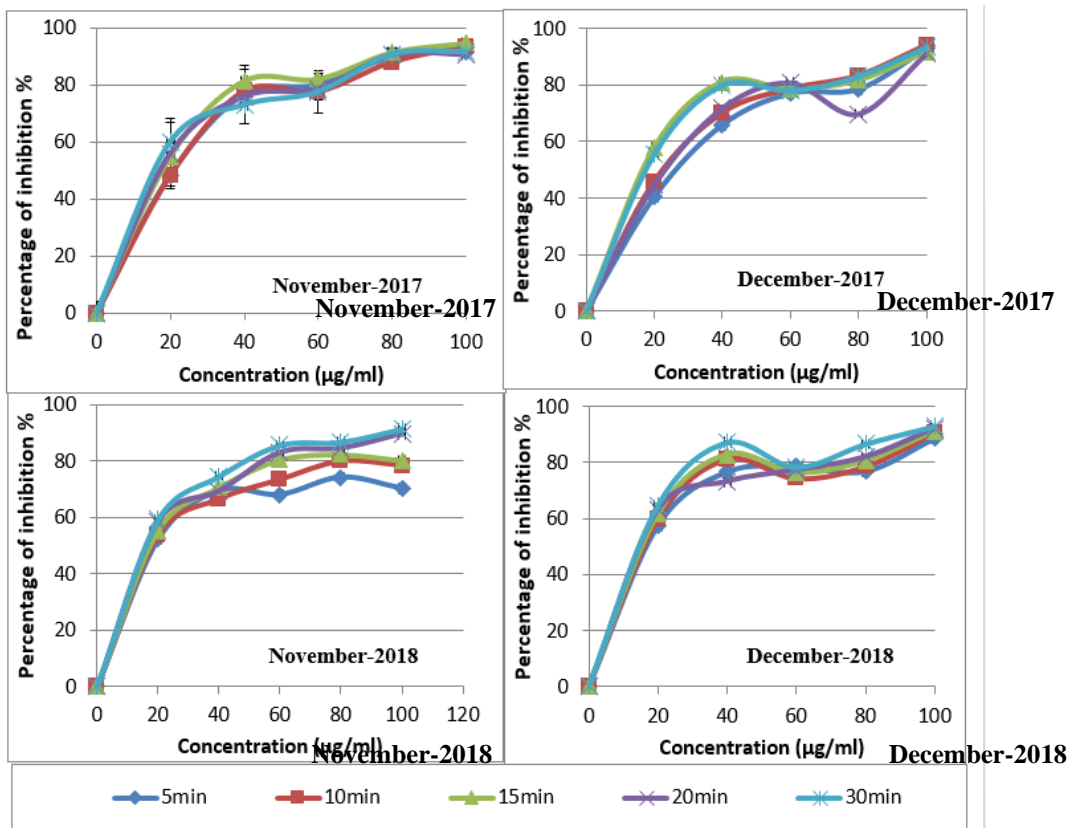
**Figure 1.** Antioxidant activity of Chemlali oils, when cultivated in extensive mode, against the  $ABTS^{\bullet+}$  radical cation according to the stage of maturity, during 2017 and 2018

### Antioxidant Activity of Chemlali Cultivated in Intensive Mode

A minor dependence on interaction duration was found, but the difference in maturity stage was clearer. In November 2017, a concentration of 100  $\mu\text{g/ml}$  at a period of 15 minutes produced a maximum inhibition of 94% (Figure 2).

In contrast, the minimum value appears in December 2017 starting at a concentration of 20  $\mu\text{g/ml}$  after 5 minutes. The curves from the first five minutes of interaction with the radical cation  $ABTS^{\bullet+}$ , at a concentration of 20  $\mu\text{g/ml}$  and in November 2017, indicate moderate antioxidant activity. According to contact time and level of concentration, this activity rises. At a concentration of 40  $\mu\text{g/ml}$ , the inhibition power rises within the first five minutes to about 76%. When the concentration reaches 100  $\mu\text{g/ml}$ , it increases to a maximum of 91%.

The antioxidant activity in December 2017 varies with concentration, with a maximum value of 100% of inhibition of  $ABTS^{\bullet+}$  at a concentration of 100  $\mu\text{g/ml}$  and at a period of 10 minutes.



**Figure 2.** Antioxidant activity of Chemlali oils, when cultivated in intensive mode, against the ABTS<sup>•+</sup> radical cation according to the stage of maturity, during 2017 and 2018

The inhibitory power reaches around 92% in November 2018 at a concentration of 100 µg/ml during 30 minutes of contact. However, it appears that this activity is time-dependent because it increases from 5 to 30 minutes. At a concentration of 20 µg/ml, it is about 50%. Then, at a concentration of 100 µg/ml, it inhibits more than 90% of free radicals.

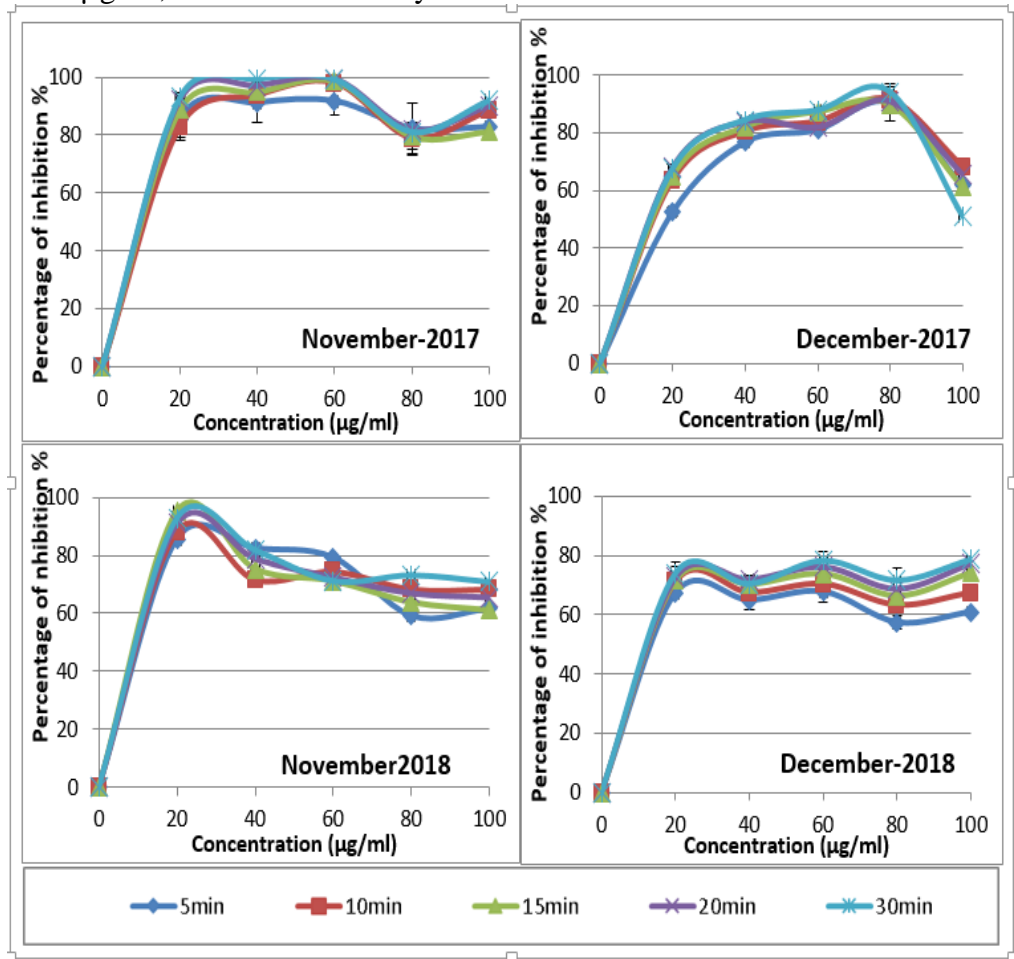
### Antioxidant Activity of Koroneiki Cultivated in Intensive Mode

Graphs illustrate antioxidant activity over four dates, beginning with the first five minutes of contact, when it is maximum at a concentration of 85.54 µg/ml, and peaking in November 2017 at 92% of ABTS<sup>•+</sup> inhibition (Figure 3).

This activity increases according to both contact duration and concentration. In fact, it may reach 59% at a concentration of 20 µg/ml after 30 minutes of contact, and over 99% at a concentration of 100 µg/ml after the same amount of time.



As a function of time, Koroneiki's antioxidant activity in December 2017 shows little fluctuation. This variation exhibits noticeable action during the first five minutes and inhibits the ABTS<sup>•+</sup> radical cations by 62% at a concentration of 40 µg/ml. After 5 minutes of contact and at a concentration of 80 µg/ml, a maximum activity of 94% is noted.



**Figure 3.** Antioxidant activity of Koroneiki, when cultivated in intensive mode, against the ABTS<sup>•+</sup> radical cation according to the stage of maturity, during 2017 and 2018

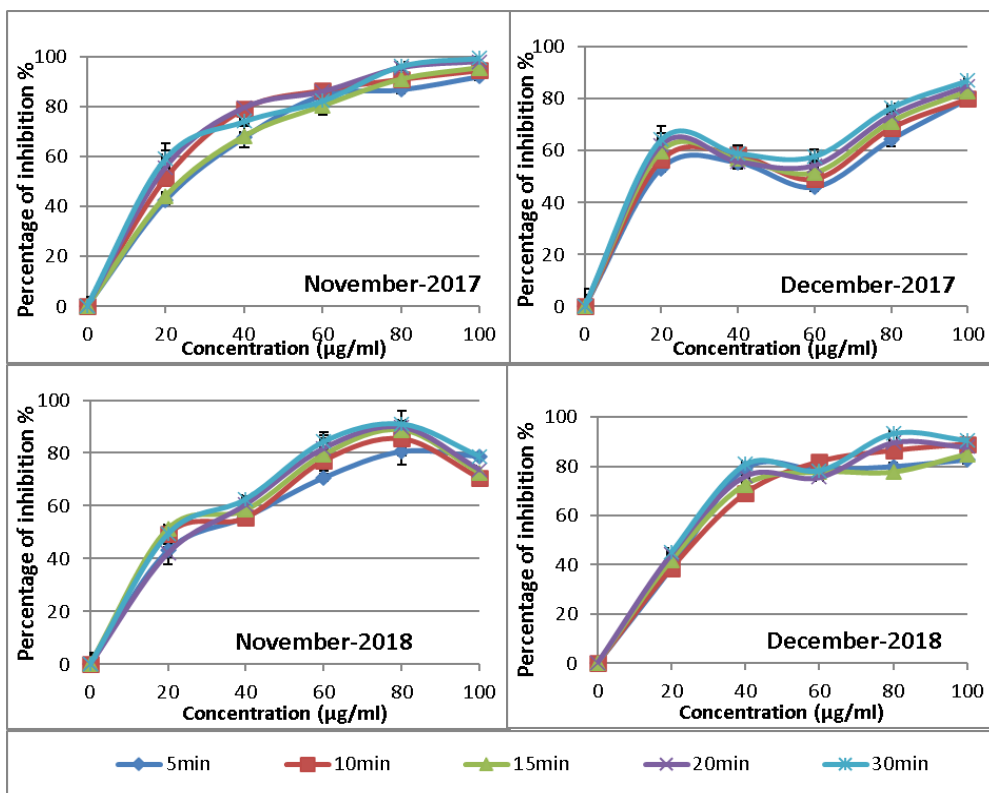
In all doses, the ABTS<sup>•+</sup> radical cations are inhibited with an average inhibitory power of 40 to 70% in November 2018. However, within 5 minutes of interaction, over 91.51% of the free radicals are inhibited at a concentration of 60 µg/ml.

This power develops to 78% in 30 minutes while maintaining the same level of concentration. This percentage was found simultaneously at a concentration of 100 µg/ml. At a concentration of 20 µg/ml in December 2018, Koroneiki has an antioxidant activity that appears to develop, reaching a

maximal activity of 95% inhibition of radical cations (ABTS<sup>•+</sup>) after 15 minutes. Therefore, for over 30 minutes, this activity fluctuates between 80 and 95% at this dose. The inhibitory potency did not, however, surpass 81% of radical inhibition at the remaining concentrations, with 81.86% being measured at a concentration of 40 µg/ml. This leads to conclude that the antioxidant activity is powerful at a low concentration of 20 µg/ml.

### Antioxidant Activity of Arbequina Cultivated in Intensive Mode

At a concentration of 100 µg/ml and in November 2017, the antioxidant activity rises to a maximum around 99% over the course of 30 minutes (Figure 4). At 20 µg/ml, it reaches 59% over that time. A modest temporal dependency is seen in December 2017, however the difference in function of the concentration is more striking. At a concentration of 100 µg/ml for the first five minutes, more than 79% of the radicals are inhibited as opposed to 53% at a concentration of 20 µg/ml.



**Figure 1.** Antioxidant activity of Arbequina oils, when cultivated in intensive mode, against the ABTS<sup>•+</sup> radical cation according to the stage of maturity, during 2017 and 2018

At a concentration of 80 µg/ml in November 2018, the antioxidant activity is extremely strong and inhibits free radicals by more than 90% after

30 minutes of contact. At the same time, it may block the  $ABTS^{*+}$  radical by about 84% at a concentration of 60  $\mu\text{g/ml}$ . In contrast, it starts to decline at a concentration of 100  $\mu\text{g/ml}$  and reaches 78% during the first five minutes. Therefore, the development of antioxidant activity over time is almost nonexistent. The results of antioxidant activity at a concentration of 20  $\mu\text{g/ml}$  and at other concentrations were found to differ significantly in December 2018. In fact, at a concentration of 20  $\mu\text{g/ml}$ , 38% inhibition of free radicals was observed after 5 minutes. This number then rises to 48% after 30 minutes. However, at the other concentrations, it changes from 68 to 80% at 40  $\mu\text{g/ml}$  within 30 minutes, from 75 to 81% at 60  $\mu\text{g/ml}$ , from 77 to 93% at 80  $\mu\text{g/ml}$ , and from 82 to 90% at 100  $\mu\text{g/ml}$ .

### **Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC)**

The activities of all oil samples were converted to Trolox-equivalent antioxidant capacity. All of them were able to scavenge the  $ABTS^{*+}$  radical cation. The average values obtained for the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) are shown in Table 2. This clearly shows that the TEAC values depend on the cultivars, the concentration of olive oil, and the stages of ripening. When cultivated in extensive mode, Chemlali possesses an oil which is able to scavenge the maximum of free radicals at the lowest concentration (20  $\mu\text{g/ml}$ ) in all the studied stages. Its TEAC values are 2.25, 1.96, 2.20 and 2.39, when cultivated in intensive mode. For the oil of Chemlali, it reaches the maximum of its capacity to scavenge free radicals at 100  $\mu\text{g/ml}$ . However, for the introduced cultivars, TEAC values of Koroneiki oils seem to be better than those of Arbequina. In November 2017, the oils of Koroneiki reach their maximum of inhibiting free radicals at 60  $\mu\text{g/ml}$  with TEAC value equal to 2.38. In December 2017, this maximum is reached at 80  $\mu\text{g/ml}$  with a TEAC value of 2.26. In the second year of the study, the maximum of their antioxidant capacity is unregistered at only 20  $\mu\text{g/ml}$  (the lowest tested concentration) with a TEAC value of 2.23 in November 2018. Nevertheless, in December 2018, these oils show their highest capacity to scavenge the maximum of free radicals at the maximal tested concentration, 100  $\mu\text{g/ml}$ , with a TEAC value of 1.90.

For the oils of Arbequina, these oils necessitate 100  $\mu\text{g/ml}$  to inhibit the maximum of free radicals in November 2017 (TEAC = 2.39) and December 2017 (TEAC = 2.09). In the second year of study, the performance of these oils appears better. Thus, it only needs 80  $\mu\text{g/ml}$  to scavenge the maximum of free radicals.

**Table 1.** Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) values of the different cultivars' oils, according to diverse culture modes and stages of maturity, during 2017 and 2018

Time of harvest	Culture mode	Cultivar	20 µg/ml	40 µg/ml	60 µg/ml	80 µg/ml	100 µg/ml
November 2017	Extensive	Chemlali	2.28 ± 0.09a	2.12 ± 0.16a	2.06 ± 0.19ab	1.88 ± 0.03b	1.02 ± 0.03b
		Chemlali	1.45 ± 0.06b	1.76 ± 0.17a	1.87 ± 0.16b	2.18 ± 0.18a	2.21 ± 0.17a
	Intensive	Koroneiki	2.24 ± 0.02a	2.39 ± 0.02a	2.38 ± 0.02a	1.95 ± 0.05a	2.21 ± 0.01a
		Arbequina	1.43 ± 0.09b	1.79 ± 0.15a	1.98 ± 0.17b	2.32 ± 0.07a	2.39 ± 0.01a
December 2017	Extensive	Chemlali	1.96 ± 0.05a	1.78 ± 0.01a	1.76 ± 0.06a	1.65 ± 0.50a	0.79 ± 0.23a
		Chemlali	1.34 ± 0.09c	1.92 ± 0.03a	1.88 ± 0.03a	2.00 ± 0.06a	2.25 ± 0.00a
	Intensive	Koroneiki	1.62 ± 0.04ab	2.03 ± 0.21a	2.11 ± 0.25a	2.26 ± 0.01a	1.23 ± 0.16a
		Arbequina	1.55 ± 0.12bc	1.42 ± 0.02a	1.40 ± 0.06a	1.84 ± 0.06a	2.09 ± 0.02a
November 2018	Extensive	Chemlali	2.20 ± 0.08a	2.09 ± 0.02a	2.06 ± 0.16a	1.85 ± 0.01a	1.53 ± 0.08a
		Chemlali	1.56 ± 0.10ab	2.10 ± 0.02ab	1.89 ± 0.09a	2.08 ± 0.09a	2.24 ± 0.03b
	Intensive	Koroneiki	2.23 ± 0.03a	1.97 ± 0.08ab	1.72 ± 0.20a	1.76 ± 0.07a	1.71 ± 0.07a
		Arbequina	1.19 ± 0.42b	1.51 ± 0.09b	2.03 ± 0.03a	2.19 ± 0.08a	1.90 ± 0.12ab
December 2018	Extensive	Chemlali	2.39 ± 0.22a	2.05 ± 0.22a	2.22 ± 0.05a	1.86 ± 0.11a	2.32 ± 0.04ab
		Chemlali	1.43 ± 0.08bc	1.80 ± 0.01a	2.06 ± 0.16a	2.09 ± 0.02a	2.20 ± 0.08a
	Intensive	Koroneiki	1.78 ± 0.06ab	1.70 ± 0.10a	1.88 ± 0.04a	1.73 ± 0.07a	1.90 ± 0.12a
		Arbequina	1.10 ± 0.16c	1.95 ± 0.24a	1.89 ± 0.05a	2.25 ± 0.05a	2.18 ± 0.03a

### The Inhibitory Concentration Required to Scavenge 50% of the Free Radicals (IC<sub>50</sub>)

The inhibitory concentration required to scavenge 50% of the free radicals in the reaction mixture (IC<sub>50</sub>) was determined (Table 1). The IC<sub>50</sub> analysis of oils of the studied varieties reveals that the highest antioxidant activity is recorded for the oil of Chemlali, when cultivated in extensive mode. Indeed, Chemlali oil requires only the lowest concentration to inhibit the 50% of free radicals compared to oils of the other cultivars. The oil of this variety needs only 9.3, 10.8, 9.65 and 10.4 µg/ml respectively in all the dates of study to scavenge 50% of free radicals.

For the introduced cultivars, Koroneiki oils show the highest capacity to inhibit 50% of the free radicals compared to those of Arbequina. It requires 9.6, 13.8, 9.46 and 11.50 µg/ml of oils to inhibit 50% of free radicals in all the dates of ripening respectively.

**Table 2.** The inhibitory concentration required to scavenge 50% of the free radicals (IC<sub>50</sub>) of the different cultivars' oils, according to diverse culture modes and stages of maturity, during 2017 and 2018

		November 2017	December 2017	November 2018	December 2018
Extensive	Chemlali	9.30± 0.43b	10.80±0.72c	9.65 ± 0.55b	10.40±2.02b
	Chemlali	15.60±0.69a	17.50±1.22a	14.55±0.95ab	14.60± 3.83ab
Intensive	Koroneiki	9.60± 2.02b	13.80± 0.36bc	9.46 ± 0.46ab	11.50± 0.87b
	Arbequina	12.40±1.30a	14.10± 1.73ab	20.50± 8.89a	22.35± 4.50a

Consequently, according to IC<sub>50</sub> analysis, the main Tunisian cultivar Chemlali has the highest capacity to inhibit 50% of the free radicals compared to the introduced cultivars in the majority of the studied dates. In addition, the oils produced in the month of November of all the studied cultivars have the most important capacity to inhibit free radicals than those produced in the month of December in both years of study.

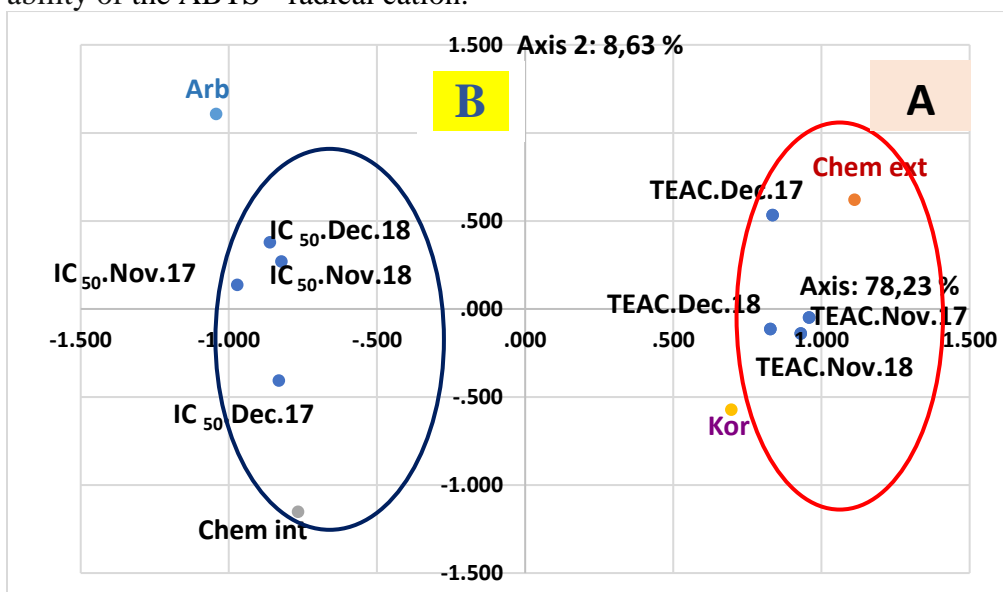
### Principal Component Analysis (PCA)

PCA was performed according to IC<sub>50</sub> and TEAC of all oil samples (Figure 5). Whatever the year 2017 and 2018, TEAC values in November are present at the positive end of axis 1, showing a strong correlation (R=0.901). TEAC values in December of both years 2017 and 2018 are also located in the same direction of axis 1 but with a lower correlation with (R=0.754) and (R=0.779) respectively. All the TEAC values form a single group (A) which is very close to extensively grown Chemlali and shows the strongest antioxidant activity. This group is also close to Koroneiki, which also shows

significant activity. All this group (A) formed by TEAC values is inversely proportional to a group (B) formed by IC<sub>50</sub> values further proving the importance of the activity with high TEAC values and low IC<sub>50</sub> values.

However, Chemlali grown intensively and Arbequina are found on the negative side of the axis 1 and close to the group (B) containing IC<sub>50</sub>s, thus showing low antioxidant activities.

The extensive cultivation mode is the best mode where the anti-oxidant activity appears to be powerful. Chemlali cultivated in extensive mode and Koroneiki cultivated in intensive mode seem to have the best scavenging ability of the ABTS<sup>+</sup> radical cation.



Chem ext.: Chemlali cultivated in extensive mode; Chem int.: Chemlali cultivated in intensive mode; Kor.: Koroneiki; Arb., Arbequina; IC<sub>50</sub>: The inhibitory concentration required to scavenge 50% of the free radicals; TEAC: Trolox equivalent antioxidant capacity; Nov.: November; Dec.: December; 17: 2017; 18: 2018.

**Figure 2.** Principal component analysis of the different cultivars' oils, according to diverse culture modes and stages of maturity, during 2017 and 2018, and their IC<sub>50</sub> and TEAC values

Table 3 validate all the results shown by the principal component analysis (PCA). A higher positive correlation between percentage of inhibition of free radicals in months of November in 2017 and 2018 (R= 0.901) was noted, showing similar behavior in the same month of both years. Also, the percentage of inhibition of November 2017 have a strong correlation with the TEAC values of November 2017 (R=1) and the TEAC value of November 2018 (R=0.901).

Similarly, to the other year 2018, the percentage of inhibition of November 2018 have a height positive correlation with TEAC values of November 2017 (R=0.901) and TEAC values of November 2018 (R=1).

Additionally, we found that the IC<sub>50</sub> of November 2017 has a height negative correlation with the TEAC values of November 2017 (R=-0.976) and the same with IC<sub>50</sub> in November 2018 and the TEAC values of November 2018 (R=-0.838). All these data of correlation proves that the antioxidant activity in November is stronger than the other dates of ripening. November is the best stage of ripening in order to get a good quality of olive oil.

### **Discussion**

In terms of the antioxidant activity of olive oils against the radical cation ABTS<sup>•+</sup>, the results show that the oil of the widely cultivated Chemlali cultivar has the strongest inhibitory activity, and it doesn't require a high concentration to reach its maximal potency. In addition, all the tested oils exhibit their maximum of free radical scavenging activity, reaching up to 99% in some cases, in the month of November of both studied years. November corresponds to the strongest antioxidant activity for all studied cultivars. Furthermore, the year 2017 corresponds to the best result (higher inhibition percentages) and then a more richness in antioxidants.

The difference of the antioxidant capacity between the oils harvested in different maturation stages can be explained by the fact that as the maturity process advances, a number of changes, including adjustments to the polyphenol, o-diphenol, flavonoid, saponin, phytosterol, and tannin profiles, take place in the various parts of the olive. Flavonoids (apigenin, luteolin), secoiridoids (oleuropein), phenolic alcohols (tyrosol, hydroxytyrosol), phenolic acids (vanillic, p-coumaric, ferulic, caffeic acid), and lignans (pinosresinol, acetoxypinosresinol) are some of the numerous groups of phenolic compounds found in olive oil (Bouaziz et al., 2004).

Throughout the growth and ripening phase, the phenolic compounds in *Olea europaea* L. fruits change in both quality and quantity (Amiot et al., 1989). One of the primary phenolic chemicals in unripe olives that produces fruits' bitterness is caused by the secoiridoid oleuropein, a hydroxytyrosol (3,4-dihydroxyphenylethanol) ester glucosylated elenoic acid, the aglycone, which oleuropein can produce. It is well known that hydrolysis makes a molecule pharmacologically active (Esti et al., 1998). A straight forward phenolic substance called hydroxytyrosol is another intriguing component found in olive fruits.

**Table 1.** Correlation table between all the studied parameters

	IP.Nov.17	IP.Dec.17	IP.Nov.18	IP.Dec.18	IC <sub>50</sub> .Nov.17	IC <sub>50</sub> .Dec.17	IC <sub>50</sub> .Nov.18	IC <sub>50</sub> .Dec.18	TEAC.Nov.17	TEAC.Dec.17	TEAC.Nov.18	TEAC.Dec.18
IP.Nov.17	1,000	,754	,901	,779	-,976	-,753	-,726	-,795	1,000	,754	,901	,779
IP.Dec.17	,754	1,000	,714	,630	-,719	-,880	-,586	-,514	,754	1,000	,714	,630
IP.Nov.18	,901	,714	1,000	,675	-,896	-,686	-,838	-,824	,901	,714	1,000	,675
IP.Dec.18	,779	,630	,675	1,000	-,809	-,572	-,557	-,700	,779	,630	,675	1,000
IC <sub>50</sub> .Nov.17	-,976	-,719	-,896	-,809	1,000	,778	,801	,890	-,976	-,719	-,896	-,809
IC <sub>50</sub> .Dec.17	-,753	-,880	-,686	-,572	,778	1,000	,605	,666	-,753	-,880	-,686	-,572
IC <sub>50</sub> .Nov.18	-,726	-,586	-,838	-,557	,801	,605	1,000	,884	-,726	-,586	-,838	-,557
IC <sub>50</sub> .Dec.18	-,795	-,514	-,824	-,700	,890	,666	,884	1,000	-,795	-,514	-,824	-,700
TEAC.Nov.17	1,000	,754	,901	,779	-,976	-,753	-,726	-,795	1,000	,754	,901	,779
TEAC.Dec.17	,754	1,000	,714	,630	-,719	-,880	-,586	-,514	,754	1,000	,714	,630
TEAC.Nov.18	,901	,714	1,000	,675	-,896	-,686	-,838	-,824	,901	,714	1,000	,675
TEAC.Dec.18	,779	,630	,675	1,000	-,809	-,572	-,557	-,700	,779	,630	,675	1,000

IP.: percentage inhibition; IC<sub>50</sub>: The inhibitory concentration required to scavenge 50% of the free radicals; TEAC: Trolox equivalent antioxidant capacity; Nov.: November; Dec.: December; 17: 2017; 18: 2018.



The extra virgin olive oil contains this lipid- and water-soluble catechol-shaped molecule, either as a simple phenol or esterified with elenolic acid (Boskou, 1996). For its capacity to scavenge free radicals, hydroxytyrosol was examined and tested with success (Visioli et al., 1999).

The biggest abundance of polyphenols in the oil can be the reason for a higher antioxidant activity. Phenols undoubtedly play an important role in olive stability and could be considered the most effective antioxidants. Tocopherols, carotene, lutein, squalene, lipophilic, and hydrophilic phenols are the antioxidants found in olive oil in highest concentrations. The phenolic components of olive oil include phenolic acids and their derivatives (vanillic acid, gallic acid), phenolic alcohols (tyrosol, hydroxytyrosol), secoiridoids (oleuropein, oleocanthal), lignans (pinoresinol), and flavones (luteolin). Polyphenols in olive oil have antioxidant properties. The phenolic compounds hydroxytyrosol, tyrosol, oleuropein, and oleocanthal are primarily responsible for antioxidant activity, protection against blood lipid oxidation, anti-inflammatory activity, the potential to be anticarcinogenic, the resistance to oxidative stress, and other positive effects on human health.

The phenolic compound most widely used in olive cultivars is oleuropein, which is significant in the early stages like our first stage of analysis, November, and it can reach 14% of dry matter in young fruits. It is made up of three subunits: a polyphenol (hydroxytyrosol), a secoiridoid (elenic acid), and a glucose molecule. During the maturation of fruits or the production of oil, chemical and enzymatic reactions allow the concentration of oleuropein to be reduced and the concentration of hydroxytyrosol to be increased (Omar, 2010). Hydroxytyrosol is an effective antioxidant (Bubonja-Sonje et al., 2011).

**$\alpha$ -Tocopherol is another compound in olive oil that contributes to its antioxidant activity.** Among the natural antioxidants present in virgin olive oil, tocopherols stand out because of their antioxidant and important nutritional activities (Aguilera et al., 2005). Another natural antioxidant that can be found in the oils of the studied oils and correlate with stability and flavor are the phenolic substances which are measured by colorimetry (Salvador et al., 2001; Aparicio et al., 1999).

Dabbou et al. (2010) characterized the oils of Chemlali cultivated in different area in Tunisia (Sfax, Boughrara, and Zarzis) and compared it with the oils of the introduced varieties, Arbequina and Koroneiki. They found that  $\alpha$ -Tocopherol is the most abundant one of the virgin olive oil; its values ranged from 147.8 mg.kg<sup>-1</sup> for Chemlali Sfax to 577.8 mg kg<sup>-1</sup> for Chemlali Boughrara.

Then, in spite of the lower Chemlali Sfax content (147.83 mg.kg<sup>-1</sup>), Tunisian cultivars showed the highest contents of  $\alpha$ -tocopherol. This result can explain why the oil of our Chemlali cultivated in extensive mode in Kairouan

have the highest antioxidant activity with the highest TEAC values at 20  $\mu\text{g/ml}$  and the lowest  $\text{IC}_{50}$  at the same concentration. Besides, the abundance of this compound in Arbequina and Koroneiki oils is 269.51 and 381.41  $\text{mg. Kg}^{-1}$  respectively.

**Therefore, Bayram et al. (2012) analyzed the  $\alpha$ -tocopherol content of 55 olive oil samples and its correlation to total reducing capacity, individual phenolic compounds, and antioxidant activity assays.  $\alpha$ -Tocopherol content of oils may be affected by many factors, such as olive variety, ripening, geographical region, agricultural and technological factors, and varied greatly between the olive oil samples (38–330  $\text{mg/kg}$  oil). No correlation was observed between the  $\alpha$ -tocopherol concentrations and TEAC. However, a moderate correlation was found between  $\alpha$ -tocopherol and total reducing capacity ( $R=0.34$ ,  $p<0.01$ ). Also, the same scientists showed that TEAC values is highly correlated with the hydroxytyrosol and moderately with the oleuropein and tyrosol contents. Hydroxytyrosol was found to have the highest correlation coefficient with TEAC values. In the literature, hydroxytyrosol is reported with higher antioxidant activity than tyrosol and oleuropein. The hydroxytyrosol content is correlated highly with the tyrosol ( $R= 0.72$ ,  $p<0.01$ ) and moderately with the oleuropein ( $R=0.33$ ,  $p<0.05$ ) content in the 55 olive oils studied.**

Furthermore, the most phenolic studied compounds are carotenes and chlorophylls. For the carotenes, the highest values are found in the oils of Koroneiki (20.03  $\text{mg/Kg}$ ) and in the oils of Chemlali Zarzis (17.49  $\text{mg. Kg}^{-1}$ ). The highest abundance of chlorophylls was found with the amount of 38.46, 38.42 and 22.24  $\text{mg. Kg}^{-1}$  in the oils of Chemlali Zarzis, Koroneiki and Arbequina respectively. Also, this study proves that the abundance of the antioxidants is better in the oils of Koroneiki than Arbequina. This explains the reason the antioxidant activity of Koroneiki is higher than that of Arbequina. Our results can also be validated by Dabbou et al. (2009), which compared the antioxidant activity of oils of Arbequina, Koroneiki, Leccino, Oueslati, and Chemchali. They found that the oils of Koroneiki had a higher total antioxidant status test with ABTS (TAA-ABTS = 0.24  $\text{mM Trolox Kg}^{-1}$ ) than the oils of Chemchali (TAA-ABTS = 0.22  $\text{mM Trolox.Kg}^{-1}$ ), oils of Leccino (TAA-ABTS = 0.13  $\text{mM Trolox.Kg}^{-1}$ ), Oueslati (TAA-ABTS =0.09  $\text{mM Trolox. Kg}^{-1}$ ), and Arbequina (TAA-ABTS =0.07  $\text{mM Trolox.Kg}^{-1}$ ).

## Conclusion

To assess the quality of the oils of the Tunisian main cultivar, Chemlali, which is cultivated extensively and intensively, as well as that of the introduced cultivars, Arbequina and Koroneiki, which are grown intensively during two stages of maturity, November and December, over two successive years, it is crucial to characterize the oils' antioxidant capacity

toward free radicals. The mode of extensive cultivation is advantageous since it appears to have strong anti-oxidant action. The ABTS<sup>•+</sup> radical cation appears to be better scavenged by Chemlali cultivated in an extensive mode and Koroneiki cultivated in an intense mode. Also, November corresponds to the powerful antioxidant activity in both study years.

### Recommendation

The analysis of these oil samples by a Gas chromatography coupled with mass spectrometry is necessary in order to have a better explanation about the antioxidants, their proportions, interactions, and activity relationship.

### References:

1. Aguilera, M. P., Beltrán, G., Ortega, D., Fernández, A., Jiménez, A., & Uceda, M. (2005). Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: Frantoio' and Leccino', grown in Andalusia. *Food Chemistry*, 89(3), 387-391.
2. Aissaoui, R. (2009). Les défis à l'exportation de l'huile d'olive en Tunisie. Institut supérieur de gestion de Sousse – Tunisie – Maîtrise en commerce international
3. Ajana, H., El Antari, A., & Hafidi, A. (1999). Evolution of biométrie parameters and chemical composition of olives from the Moroccan Picholine variety during fruit ripeness. *Grasas y Aceites*, 50(1), 1-6. <https://doi.org/10.3989/gya.1999.v50.i1.628>
4. Amiot, M. J., Fleuriet, A., & Macheix, J. J. (1989). Accumulation of oleuropein derivatives during olive maturation. *Phytochemistry*, 28(1), 67-69. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(89\)85009-5](https://doi.org/10.1016/0031-9422(89)85009-5)
5. Aparicio, R., Roda, L., Albi, M. A., & Gutiérrez, F. (1999). Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 4150-4155. <https://doi.org/10.1021/jf9812230>
6. Arnao, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food chemistry*, 73(2), 239-244. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00324-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00324-1)
7. Bayram, B., Esatbeyoglu, T., Schulze, N., Ozcelik, B., Frank, J., & Rimbach, G. (2012). Comprehensive analysis of polyphenols in 55 extra virgin olive oils by HPLC-ECD and their correlation with antioxidant activities. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67(4), 326-336. <https://DOI.10.1007/s11130-012-0315-z>
8. Boskou, D., Blekas, G., & Tsimidou, M. (1996). Olive oil. *Chemistry and Technology*. Champaign, IL: AOCS.

9. Bouaziz, M., Chamkha, M., & Sayadi, S. (2004). Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(17), 5476-5481. <https://doi.org/10.1021/jf0497004>
10. Bubonja-Sonje, M., Giacometti, J., & Abram, M. (2011). Antioxidant and antilisterial activity of olive oil, cocoa and rosemary extract polyphenols. *Food Chemistry*, 127(4), 1821-1827. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.071>
11. Covas, M.I. (2007). Olive oil and the cardiovascular system. *Pharmacological Research*, 55(3), 175-186. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.01.010>
12. Dabbou, S., Brahmi, F., Taamali, A., Issaoui, M., Ouni, Y., Braham, M., & Hammami, M. (2010). Extra virgin olive oil components and oxidative stability from olives grown in Tunisia. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(10), 1199-1209. <https://doi.10.1007/s11746-010-1600-3>
13. Dabbou, S., Issaoui, M., Servili, M., Taticchi, A., Sifi, S., Montedoro, G. F., & Hammami, M. (2009). Characterisation of virgin olive oils from European olive cultivars introduced in Tunisia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(4), 392-401. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800032>
14. El Antari, A., Hilali, A., Boulouha, B., El Moudni, A. (2000). Etude de l'influence de la variété, de l'environnement et des techniques culturelles sur les caractéristiques des fruits et la composition de l'huile d'olive vierge extra au Maroc. *Olivae*, (80): 29-36.
15. Esti, M., Cinquanta, L., & La Notte, E. (1998). Phenolic compounds in different olive varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(1), 32-35. <https://doi.org/10.1021/jf970391+>
16. Feki, M., Hannachi, H., Ali, M. B., Hamrouni, H., Romano, E., Karray, B., & Hammami, M. (2013). Tunisian "Chemlali" oil variety registered designation of origins predicted by pomological characters, fatty acids composition and organoleptic analysis. *British Food Journal*. <https://doi.org/10.1108/BFJ-Sep-2011-0235>
17. Gutiérrez, F., & Fernández, J. L. (2002). Determinant parameters and components in the storage of virgin olive oil. Prediction of storage time beyond which the oil is no longer of "extra" quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 571-577. <https://doi.org/10.1021/jf0102158>
18. Jacotot, B. (1996). Huile d'olive et prévention. *Nutrition clinique et métabolisme*, 10(4), 7S-9S. [https://doi.org/10.1016/S0985-0562\(96\)80064-1](https://doi.org/10.1016/S0985-0562(96)80064-1)

19. Matos, L. C., Cunha, S. C., Amaral, J. S., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Seabra, R. M., & Oliveira, B. P. (2007). Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs. Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. *Food Chemistry*, 102(1), 406-414. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.031>
20. Omar, S. H. (2010). Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Scientia pharmaceutica*, 78(2), 133-154. <https://doi.org/10.3797/scipharm.0912-18>
21. Salvador, M. D., Aranda, F., & Fregapane, G. (2001). Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality a study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*, 73(1), 45-53. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00276-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00276-4)
22. Stefano, G. D., Piacquadio, P., Servili, M., Giovacchino, L. D., & Sciancalepore, V. (1999). Effect of extraction systems on the phenolic composition of virgin olive oils. *Lipid/Fett*, 101(9), 328-332. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-4133\(199909\)101:9<328::AID-LIPI328>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-4133(199909)101:9<328::AID-LIPI328>3.0.CO;2-M)
23. Usanmaz, S., Kahramanoğlu, İ. B. R. A. H. I. M., Alas, T., & Okatan, V. O. L. K. A. N. (2019). Performance and oil quality of seven olive cultivars under high density planting system in northern Cyprus. *Pakistan Journal of Botany*, 51(5), 1775-1781. [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2019-5\(42\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2019-5(42))
24. Visioli, F., Romani, A., Mulinacci, N., Zarini, S., Conte, D., Vincieri, F. F., & Galli, C. (1999). Antioxidant and other biological activities of olive mill waste waters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(8), 3397-3401.

## **T-cell/Histiocyte-rich Large B-cell Lymphoma in an Adolescent from Abidjan-Ivory Coast: Case Report**

*Ismael Kamara*

*Kodzovi Mawulé Corcellar Womey*

*Dohoma A. Silué*

Clinical hematology department,  
Cocody Teaching Hospital, Abidjan, Ivory Coast

*Réné-Paule Botti*

Clinical hematology department,  
Bouake Teaching Hospital, Bouake, Ivory Coast

*Ruth Djeke*

*Boidy Kouakou*

*Gustave Koffi*

Clinical hematology department,  
Cocody Teaching Hospital, Abidjan, Ivory Coast

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p144](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p144)

---

Submitted: 29 November 2022

Accepted: 09 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Kamara I., Womey K.M.C., Botti R., Djeke R., Kouakou B. & Koffi G. (2023). *T-cell/Histiocyte-rich Large B-cell Lymphoma in an Adolescent from Abidjan-Ivory Coast: Case Report*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 144.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p144>

---

### **Abstract**

T-cell/Histiocyte-rich large B-cell lymphoma (THRLBCL) is a rare pathology, uncommon in the children population, and the few cases reported had a wide range of clinical presentations, including advanced stage, extranodal involvement, and bad prognosis. The authors report a case of a 16-year-old male patient with no medical history, who presented a single left axillary adenopathy. T-cell/Histiocyte-rich large B-cell lymphoma was diagnosed by immunohistochemistry and was classified good prognosis. RCHOP-based chemotherapy was performed with good progress. The authors hope to contribute to the literature on THRLBCL and draw the attention of practitioners to its occurrence in the pediatric population.

---

**Keywords:** Lymphoma, THRLBCL, immunochemistry, pediatric, Ivory Coast

## Introduction

T-cell/Histiocyte-rich large B-cell lymphoma is a rare variant of Diffuse Large B Cell Lymphoma (3-4%) (Ioachim & Ratech, 2002; Swerdlow, 2008). It differs from classical Diffuse Large B Cell Lymphoma (DLBCL) in the morphology and immunohistochemistry expression of various markers such as CD45, CD79a, and Bcl6 (Prasad & Badhe, 2018). THRLBCL has a distinct clinical profile affecting the middle age population (Achten et al., 2002; Bouabdallah et al., 2003; El Weshi et al., 2007) with frequent involvement of liver, spleen, and bone marrow. Its prognosis is worse compared to the traditional DLBCL (Cornillie et al., 2012). Pathologically, it is characterized by less than 10% of large neoplastic B-cells in a background of abundant T-cells with or without the presence of histiocytes (Cornillie et al., 2012). We report the first case in Ivory Coast of THRLBCL, diagnosed in a 16-year-old male in our department, with clinical features and good evolution after treatment.

## Narrative

Mr. Y.A., 16 years old male was referred to our department for a left axillary chronic adenopathy which has been evolving for about one year. The history did not reveal any signs of fever, night sweats, or weight loss and no treatments were initiated. The patient had no chronic pathologies. The clinical examination revealed a performans status of OMS at I, the absence of fever, skin and mucous membrane pallor, and a single axillary adenopathy, approximately 4 to 5cm, firm, mobile and painless. The histological feature of the adenopathy biopsy reveals large cells with ample cytoplasm, round core or notched, fine chromatin, and histiocytes without Reed Sternberg cells. The immunohistochemical examination found the same histological appearance with a predominance of T-cell lymphoma population (CD3 positive). Large cells were positive for CD20. They were negative for CD15, and CD30. The anatomopathological examination coupled with immunochemistry was consistent with THRLBCL. The clinical and paraclinical assessments of the extension were normal (blood count, standard biochemistry, routine hemostasis workup, bone marrow biopsy). CT scan of the neck, chest, abdomen, and pelvis did not find another location of adenopathies and the patient was classified Ann Arbor I, A, IPI 0, good prognosis. Pre-therapy assessments were normal with a normal heart function (FEV 77%), and a normal level of LDH. HIV, HTLV1, and EBV serologies were negative. Chemotherapy based on 8 cycles of R-CHOP (rituximab, cyclophosphamide, doxorubicin, vincristine, and prednisone) was performed. This treatment

resulted in complete remission. The patient was followed for two years without relapse or progression and was then lost to follow-up.

## Discussion

T-cell/histiocyte-rich large B-cell lymphoma, originally considered as an uncommon variant of diffuse Diffuse Large B-cell Lymphoma (DLBCL), is recognized by World Health Organisation as a separate clinicopathological entity since 2008 and classified as mature B-cell neoplasm in the International Consensus Classification of mature lymphoid and histiocytic/dendritic cell neoplasms (Campo et al., 2022)

This case report is about a 16-year-old young man. Indeed, THRLBCL has a male predilection with a sex ratio of 7:1 (Pittaluga & Jaffe, 2010). On the other hand, although THRLBCL patients are younger relative to DLBCL, it is rare in children (Chan & Chan, 2017; Gheorghe et al., 2015). It is rather described as a pathology of the elderly, which occurs in the 4th decade of life with a median age ranging from 30 to 49 years (Achten et al., 2002; Bouabdallah et al., 2003; El Weshi et al., 2007).

Clinically, patients with THRLBCL have more advanced-stage disease, B-symptoms, and important extranodal involvement (liver, spleen, and bone marrow) compared to other DLBCL types (Achten et al., 2002; Bouabdallah et al., 2003; El Weshi et al., 2007). However, the pediatric population tends to have a better prognosis upon diagnosis (Gheorghe et al., 2015). This was the case for our patient who did not present any B-symptoms, no other nodal or extranodal locations, and had an IPI prognosis score of 0.

Immunohistochemistry is very important for the diagnosis of THRLBCL. Indeed, at a lower examination, classical Hodgkin's lymphoma, which is more frequent in the pediatric population, can mimic THRLBCL as it shares histological similarities (Wei et al., 2018). This poses a real problem of differential diagnosis and can lead to an under or misdiagnosis of THRLBCL in this population, especially in our case where the clinical presentation was atypical.

RCHOP-based chemotherapy was performed according to the literature data. The GELA (Groupe d'Etudes des Lymphomes de l'Adulte) study, concludes that no different therapeutic regimens were recommended in THRLBCL compared to DLBCL and the outcome is the same in both diseases (Bouabdallah et al., 2003) with 5-year overall survival rates between 45%-58%. We realize 8 cycles of R-CHOP with good progression. That may be explained by its young age. According to Gheorghe et al, pediatric patients tend to have a better response to therapy compared to adults (Gheorghe et al., 2015).



## Conclusion

We describe a case of T-cell/Histiocyte-rich large B-cell lymphoma in a 16-year-old man, with a single axillary adenopathy. This is an atypical case, according to the age and the clinical presentation, which can pose a differential diagnosis problem with classical Hodgkin Lymphoma. This reveals the critical importance of performing an immunohistochemical analysis to make a precise diagnosis, which will ensure appropriate treatments for these patients. Through this clinical case, we hope to contribute to the literature on THRLBCL and draw the attention of practitioners to its occurrence in the pediatric population.

**Consent:** Informed consent was obtained from the patient and his legal guardians.

**Conflict of interest:** All authors named in this case report declare that they have no conflict of interest.

## References:

1. Achten, R., Verhoef, G., Vanuysel, L., & De Wolf-Peeters, C. (2002). T-cell/histiocyte-rich large B-cell lymphoma: A distinct clinicopathologic entity. *Journal of Clinical Oncology*, 20(5), 1269-1277.
2. Bouabdallah, R., Mounier, N., Guettier, C., Molina, T., Ribrag, V., Thieblemont, C., Sonet, A., Delmer, A., Belhadj, K., & Gaulard, P. (2003). T-cell/histiocyte-rich large B-cell lymphomas and classical diffuse large B-cell lymphomas have similar outcome after chemotherapy: A matched-control analysis. *Journal of clinical oncology*, 21(7), 1271-1277.
3. Campo, E., Jaffe, E. S., Cook, J. R., Quintanilla-Martinez, L., Swerdlow, S. H., Anderson, K. C., Brousset, P., Cerroni, L., de Leval, L., Dirnhofer, S., Dogan, A., Feldman, A. L., Fend, F., Friedberg, J. W., Gaulard, P., Ghia, P., Horwitz, S. M., King, R. L., Salles, G., ... Zelenetz, A. D. (2022). The International Consensus Classification of Mature Lymphoid Neoplasms: A report from the Clinical Advisory Committee. *Blood*, 140(11), 1229-1253. <https://doi.org/10.1182/blood.2022015851>
4. Chan, A., & Chan, J. (2017). Diffuse large B-cell lymphoma. In *Hematopathology* (2nd éd., p. 433-437). Philadelphia, PA: Elsevier.
5. Cornillie, J., Tousseyn, T., & Verhoef, G. (2012). T-cell/histiocyte-rich large B-cell lymphoma: Review on pathologic diagnosis, current therapeutic options, and new targets for therapy. *Belg J Hematol*, 3(4), 128-133.

6. El Weshi, A., Akhtar, S., Mourad, W. A., Ajarim, D., Abdelsalm, M., Khafaga, Y., Bazarbashi, S., & Maghfoor, I. (2007). T-cell/histiocyte-rich B-cell lymphoma: Clinical presentation, management, and prognostic factors: report on 61 patients and review of literature. *Leukemia & lymphoma*, 48(9), 1764-1773.
7. Gheorghe, G., Rangarajan, H. G., Camitta, B., Segura, A., Kroft, S., & Southern, J. F. (2015). T-cell/histiocyte-rich large B-cell lymphoma in pediatric patients: An under-recognized entity? *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 45(1), 73-78.
8. Ioachim, H. L., & Ratech, H. (2002). Nomenclature and classification of lymphomas. *Ioachim Lymphnode Pathology. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins*, 315-324.
9. Pittaluga, S., & Jaffe, E. S. (2010). *T-cell/histiocyte-rich large B-cell lymphoma*. Haematologica.
10. Prasaad, P. R., & Badhe, B. A. (2018). Non-Hodgkin lymphomas–T cell type: Histomorphology and immunohistochemistry. *Indian Journal of Pathology and Oncology*, 5(4), 636-641.
11. Swerdlow, S. H. (2008). WHO classification of tumors of haematopoietic and lymphoid tissues. *WHO classification of tumors, 22008*, 439.
12. Wei, C., Wei, C., Alhalabi, O., & Chen, L. (2018). T-cell/histiocyte-rich large B-cell lymphoma in a child: A case report and review of literature. *World Journal of clinical cases*, 6(6), 121.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Logiques d'Acteurs dans la Gestion des Eaux usées et Assainissement dans la Commune d'Arrondissement de Bafoussam 1<sup>er</sup> (Ouest-Cameroun)**

***Tchouata Tiomele Staël Avila***

Doctorante, Département de Géographie  
Université de Yaoundé I, Cameroun

***Simeu Kamdem Michel***

Directeur de recherches à l'Institut National de Cartographie,  
Docteur d'Etat ès Lettres, Maître de Conférences, Département de  
Géographie, Université de Yaoundé I, Cameroun

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p149](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p149)

---

Submitted: 14 June 2022

Accepted: 11 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Tchouata Tiomele S.A. & Simeu Kamdem M. (2023). *Logiques d'Acteurs dans la Gestion des Eaux usées et Assainissement dans la Commune d'Arrondissement de Bafoussam 1<sup>er</sup> (Ouest-Cameroun)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 149.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p149>

---

### **Résumé**

La gestion des eaux usées est devenue une préoccupation importante voire primordiale de la vie quotidienne dans le monde entier. Les conditions d'hygiène et de salubrité se dégradent progressivement dans les villes camerounaises. La démographie galopante et l'urbanisation non maîtrisée viennent fragiliser les systèmes de gestion des déchets existants. L'objectif visé est de montrer comment la gestion des eaux usées par les différents acteurs peut contribuer à l'assainissement de Bafoussam 1<sup>er</sup>. Pour l'atteindre, la méthode hypothético-déductive a permis à partir des diverses sources, mais surtout d'une enquête auprès de 106 ménages, de confronter les hypothèses de départ à la réalité de terrain. Les informations sur les maladies liées à la vie dans un environnement insalubre et sur la consommation d'une eau de mauvaise qualité recueillies dans les ménages ont été complétées par celles collectées dans les centres de santé et les analyses physico-chimiques et bactériologiques de 6 échantillons d'eau usée prélevés. Il ressort de cette étude que les tentatives initiées par les ménages n'apportent très souvent que des solutions provisoires et laissent ressortir des dispositifs rudimentaires dont

leur état de fonctionnement constitue en soi une source de pollution. Les dysfonctionnements des systèmes d'assainissement entraînent la pollution des eaux de surface, des eaux souterraines, du sol et de la qualité de l'air. La récurrence des maladies (paludisme, fièvre typhoïde, diarrhée etc.) fortement dénombré dans les formations sanitaires sont liées à l'hygiène défectueuse et l'insalubrité. Le succès de la maîtrise des techniques de gestion des eaux usées et de l'assainissement serait efficace avec la participation de tous les acteurs.

---

**Mots-clés:** Logiques d'acteurs, eau usée, assainissement, urbanisation, Bafoussam 1er

---

## **Actors' Rationales in the Management of Wastewater and Sanitation in the Bafoussam 1 Council (West Region-Cameroon)**

*Tchouata Tiomele Staël Avila*

Doctorante, Département de Géographie  
Université de Yaoundé I, Cameroun

*Simeu Kamdem Michel*

Directeur de recherches à l'Institut National de Cartographie,  
Docteur d'Etat ès Lettres, Maître de Conférences, Département de  
Géographie, Université de Yaoundé I, Cameroun

---

### **Abstract**

The management of waste water has become an important and even paramount concern in daily life all over the world. Hygiene and sanitation conditions are gradually deteriorating in Cameroonian cities. Population explosion and the uncontrolled urbanization are weakening the existing waste management systems. The goal of this study is to show how waste water management by different stakeholders can contribute to the sanitation of Bafoussam I. To achieve this goal, the hypothetico-deductive method is used to compare the initial hypotheses with the reality on the ground, based on various sources and especially a survey of 106 households. The information on diseases related to living in unsanitary conditions and on drinking poor quality water collected in households was complemented by information collected in health centres and physical-chemical and bacteriological analyses of 6 samples of waste water taken. These findings indicate that the attempts initiated by households very often bring only temporary solutions and reveal rudimentary facilities whose state of operation constitutes in itself a source of pollution. The malfunction of sanitation facilities leads to the pollution of

surface water, groundwater, soil and air quality. Repeated illness (malaria, typhoid fever, diarrhoea, etc.) that are highly prevalent in health facilities are linked to defective hygiene and insalubrity. The successful mastery of waste water management techniques and sanitation would be effective with the participation of all stakeholders.

---

**Keywords:**Actors'rationales, waste water, sanitation, urbanization, Bafoussam 1

## **Introduction**

La problématique de la gestion des déchets liquides est depuis quelques années devenue une préoccupation environnementale majeure, principalement dans les pays dits « en voie de développement ». En Afrique, on constate une croissance exponentielle de l'exode rural et de l'urbanisation. Cette augmentation des populations dans les villes Camerounaises ne s'accompagne pas des moyens permettant de mieux contrôler les effets induits (Mougoue, 1982). Le développement urbain durable y est contrarié par les questions d'assainissement comme celles relatives aux eaux usées auxquelles les municipalités font face depuis bientôt deux décennies. L'assainissement en zone urbaine et rurale est aujourd'hui une problématique sérieuse dans la ville de Bafoussam où l'on observe depuis quelques années une urbanisation croissante et une densification spatiale importante. Malheureusement, les infrastructures d'assainissement sont très insuffisantes et très peu développées créant un environnement insalubre. Whéthé et al. (2009) soulignent que l'assainissement des eaux usées reste un parent pauvre des politiques urbaines et des projets. Trop souvent, il est injustement considéré comme moins prioritaire que la distribution d'eau potable, à laquelle il devrait être systématiquement associé.

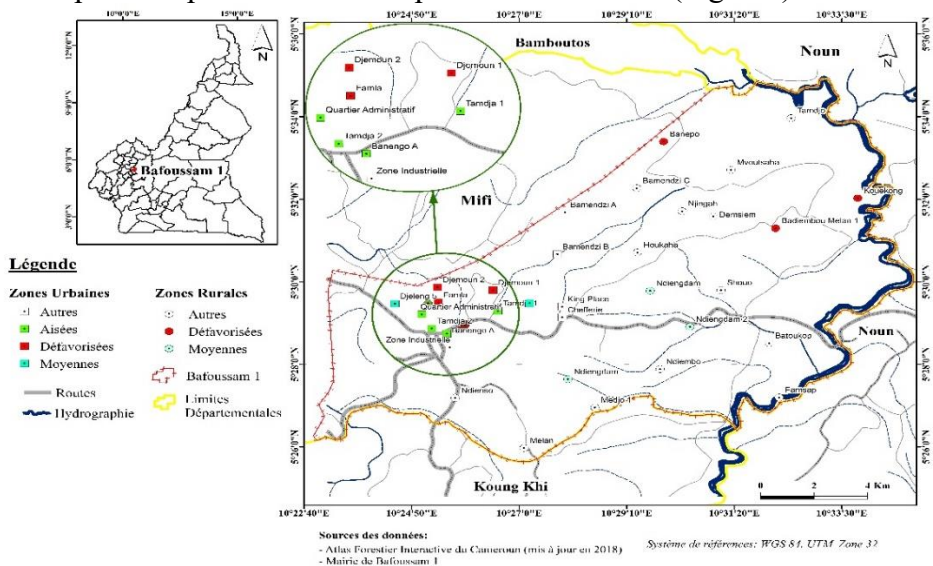
Depuis quelques décennies, la gestion des eaux usées dans la commune d'arrondissement de Bafoussam 1<sup>er</sup> constitue un épineux problème. L'insalubrité imputable aux eaux usées est une menace cruciale et les gestionnaires s'efforcent d'y pallier. La forte concentration humaine en l'absence d'une politique efficace d'évacuation des eaux usées pose le problème d'insalubrité ayant atteint un seuil critique qui entrave la qualité du cadre de vie des habitants. En raison d'une croissance démographique impressionnante et de la faiblesse des moyens financiers, les ménages vont déverser où bon leur semble, les résidus produits en leur sein. Or, la nouvelle loi portant régime de l'eau stipule dans son article 4 que : « *sont interdits les déversements, les écoulements, jets, infiltrations, enfouissements, épandages, dépôts directs ou indirects dans les eaux de toute matière solide, liquide, ou gazeuse et en particulier les déchets industriels, agricoles et atomiques susceptibles d'altérer la qualité des eaux de surface ou souterraines, ou des*

*eaux de mer dans les limites territoriales, de porter atteinte à la santé publique ainsi qu'à la faune et à la flore aquatique ou sous-marine, de mettre en cause le développement économique et touristique des régions » (MINEE, 2007). Malgré l'existence de cette loi, différents ménages évacuent leurs eaux usées en grande partie dans la nature sans traitement préalable.*

L'eau après usage affecte et modifie le milieu physique de la plupart des quartiers de la commune. À partir d'une analyse des systèmes de production et d'évacuation des eaux usées, de l'ampleur et la diversité des problèmes liés à l'assainissement liquide, nous nous devons d'interpeller les collectivités territoriales décentralisées et les autres acteurs de la ville sur la gestion des eaux usées et l'assainissement dans la ville de Bafoussam, particulièrement dans le premier arrondissement.

## I. Présentation de la zone d'étude

La présente étude a été réalisée dans la commune d'arrondissement de Bafoussam 1<sup>er</sup> créée par décret N°2007/117 du 24/04/2007 du Président de la République. Sur le plan administratif, elle est située dans le département de la Mifi, région de l'Ouest Cameroun. À une distance d'environ 300Km au Nord-Ouest de Yaoundé ou de 275km au Nord-est de Douala, Bafoussam 1<sup>er</sup> est une zone stratégique qui abrite une partie du centre-ville de Bafoussam. C'est un carrefour non seulement pour les principales villes de la région mais aussi entre plusieurs régions du pays. Elle est limitée au Nord par la commune de Bafoussam 2, au Sud par la commune de Pete-Bandjoun, à l'Est par le fleuve Noun, à l'Ouest par la commune de Bafoussam 3. Elle compte 41 quartiers dont 22 pour l'espace urbain et 19 pour la zone rurale. (Figure1)



Source : Atlas forestier interactif du Cameroun et mairie de Bafoussam 1er

Figure 1. Localisation de la zone d'étude

## **II Matériel et méthodes**

### **II.1. Matériel**

Le matériel utilisé pour la réalisation de ce travail est composé de : bouteilles vides d'eau minérale de 1litre; pH-mètre ; microscope photonique ; DBO-mètre, un GPS.

### **II.2. Méthodes**

#### **II.2.1- Type d'étude**

La méthode hypothético-déductive a été utilisée dans cette étude. Elle s'est appuyée sur la recherche documentaire, les investigations sur le terrain et le traitement des données collectées au terme duquel les résultats ont été analysés et interprétés.

En plus, la méthode des membranes filtrantes aux coliformes fécaux et aux streptocoques fécaux a également été adoptée. Elle a permis de filtrer les échantillons d'eau usée à analyser à l'aide d'une membrane stérile en nitrate de cellulose dont les pores sont suffisamment fins, (0,45  $\mu\text{m}$ ) pour retenir les bactéries contenues dans l'échantillon. Il a été démontré que les membranes de porosité 0,45  $\mu\text{m}$  présentent un rapport optimal entre efficacité de rétention et diffusion du milieu de culture.

#### **II.2.1.1- Recherche documentaire**

Pour une bonne connaissance de notre sujet, nous avons effectué des lectures afin de confronter les différentes problématiques. Ainsi, nous avons consulté un nombre considérable d'écrits disponibles, relatifs à notre thème. À cet effet, nous avons parcouru plusieurs bibliothèques à l'instar de la bibliothèque de la FALSH de l'Université de Yaoundé 1, du département de géographie, de l'IFORD, de l'ENS. Nous avons également consulté les documents dans les délégations ministérielles des structures suivantes : MINEPDED, MINEE, MINDHU, MINADER, MINSANTE ; à la Communauté urbaine de Bafoussam (CUB) et à la mairie de Bafoussam 1<sup>er</sup>. Nous avons enfin compilé plusieurs articles et ouvrages téléchargés sur internet.

#### **II.2.1.2- Collecte des données sur le terrain**

##### **- La pré-enquête et l'observation de terrain**

Toute étude géographique débute par une observation des faits sur le terrain car dit-on souvent, l'œil est le premier outil du géographe. De ce fait, une première descente sur le site a été effectuée au mois d'août 2020 pour prendre contact avec le terrain. À l'occasion, les prises de vue photographiques ont été effectuées afin de voir les différents modes de production et d'évacuation des eaux usées domestiques. La seconde s'est faite au mois de novembre 2020 ; ce qui nous a permis de tester le questionnaire, de mieux

circonscrire la zone d'étude en fonction des objectifs fixés et nous imprégner des problèmes auxquels font face les populations de Bafoussam 1<sup>er</sup>. La troisième s'est faite au mois de mars 2021 afin de réajuster certains manquements.

#### - **Les entretiens libres**

Un guide d'entretien semi-directif a été administré auprès des autorités administratives, locales ; dans les formations sanitaires ; dans les délégations régionales du MINEE, MINEPDED, MINHDU, MINADER; dans les structures (complexe hôtelier Talotel, Golden Center, hôtel le président, restaurant la marmite d'AKWA, salon de coiffure, laverie, Pressing) ; industries (les Brasseries du Cameroun , savonnerie SOC Sarl à Banengo ville B) ; et ONG surtout celles spécialisées dans la vidange sanitaire (Kinmou Sarl, ETS Ehac).

### **II.2.1.3- Technique d'échantillonnage**

Les enquêtes ont été effectuées dans les quartiers ruraux et urbains. Dans le cadre de cette étude, nous avons adopté l'échantillonnage aléatoire qui correspond aux études quantitatives. Cette technique emploie des échantillons restreints où un nombre de personnes relativement petit est étudié en profondeur dans leur contexte de vie avec les eaux usées qu'il engendre. Les critères de choix des quartiers retenus se justifient par : la typologie du quartier (aisé, moyen, défavorisé), le critère démographique (densité au km<sup>2</sup>), la proximité ou l'éloignement de la zone industrielle, des centres de santé et la disponibilité ou la rareté des ouvrages d'assainissement.

La commune abrite 98339 habitants dont 2119 ménages (BUCREP 2010). Face à la difficulté voire l'impossibilité de réaliser l'enquête sur toute la population ; nous avons opté pour la détermination d'un échantillon qui a été obtenu en utilisant la première formule de Nwana (1982) qui stipule que si la population cible compte plusieurs milliers de personnes, 5 % au moins de cette population constituent un échantillon représentatif. En l'appliquant, le nombre total de ménages à enquêter est 5 % des 2119, soit 106 ménages, repartis dans quatorze quartiers de la commune.

Pour prélever les ménages par quartier, nous avons également appliqué la formule de Nwana. Exemple : le quartier Administratif compte 123 ménages, le nombre total de ménages à interroger est de 5% de 123 soit 6 ménages. C'est ce qu'on peut effectivement observer avec le tableau de répartition des enquêtés par localité que nous dressons dans le tableau 1 :

Quartiers enquêtés	Nombre de ménages	Effectif échantillonné	Pourcentage (%)
<b>Quartiers aisés</b>	<b>365</b>	<b>18</b>	<b>17%</b>
<b>Banengo ville A</b>	<b>126</b>	<b>7</b>	<b>6,6%</b>
<b>Quartier administratif</b>	<b>123</b>	<b>6</b>	<b>5,6%</b>
<b>Tamdja 2</b>	<b>116</b>	<b>5</b>	<b>4,7%</b>



<b>Quartiers moyens</b>	<b>986</b>	<b>50</b>	<b>47%</b>
<b>Banengo ville B</b>	<b>414</b>	<b>21</b>	<b>19,8%</b>
<b>Bamendzi king place</b>	<b>148</b>	<b>8</b>	<b>7,5%</b>
<b>Djeleng 5</b>	<b>275</b>	<b>14</b>	<b>13,2%</b>
<b>Ndiengdam</b>	<b>149</b>	<b>7</b>	<b>6,6%</b>
<b>Quartiers défavorisés</b>	<b>768</b>	<b>38</b>	<b>36%</b>
<b>Badiembou melam1</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>2,8%</b>
<b>Banefo</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>5,6%</b>
<b>Djemoun 1</b>	<b>102</b>	<b>5</b>	<b>4,7%</b>
<b>Djemoun 2</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>4,7%</b>
<b>Famla1</b>	<b>112</b>	<b>6</b>	<b>5,6%</b>
<b>Famla2</b>	<b>160</b>	<b>8</b>	<b>7,5%</b>
<b>Kouekong</b>	<b>106</b>	<b>5</b>	<b>4,7%</b>

*Source : 3<sup>e</sup> RGPH (2005) et investigations de terrain, 2020*

#### **II.2.1.4- Questionnaire d'enquête**

Le questionnaire d'enquête a été administré aux ménages ; il était constitué de quatre grandes rubriques : identification de l'enquêté ou du ménage ; production des eaux usées à Bafoussam 1<sup>er</sup> ; gestion des eaux usées par les différents acteurs à Bafoussam 1<sup>er</sup> ; les déterminants de la gestion des eaux usées et stratégies correctives.

#### **II.2.1.5- Données sanitaires**

Les informations sur les maladies liées à la vie dans un environnement insalubre et sur la consommation d'une eau de mauvaise qualité recueillies dans les ménages ont été complétées par celles collectées dans les centres de santé situés dans les quartiers aisés, moyens et défavorisés.

#### **II.2.1.6- Identification et prélèvement des échantillons d'eaux usées**

Les points d'eaux usées identifiés pour le prélèvement ont été sélectionnés à la suite des enquêtes-ménages sur la base de la fréquence de leurs stagnations et des plaintes des ménages sur les effets induits par ces eaux. Le but des prélèvements était de déterminer les qualités bactériologiques (streptocoques fécaux et coliformes fécaux) et physicochimiques (température, Nitrate, conductivité, PH, etc.). Au total, les prélèvements ont été réalisés dans 6 points en novembre 2020 ; soit 3 dans les quartiers défavorisés, 2 dans les quartiers moyens et 1 dans les quartiers aisés (Tableau 2).

**Tableau 2.** Localisation des points de prélèvement des eaux usées dans la commune d'arrondissement de Bafoussam 1<sup>er</sup>

Types de quartiers	Quartiers	Dénominations	Observations
Quartiers défavorisés	Banefo	Eaux usées noires (N1)	Eaux usées collectées dans une rivière située en aval d'une latrine à canon à Banefo
	Djemoun 1	Eaux usées grises (G1)	Eaux usées grises stagnantes le long d'une cour d'habitation à Djemoun
	Famla 2	Eaux usées noires (N2)	Eaux noires en provenance d'une latrine en état de délabrement avancé à Famla
Quartiers moyens	Banengo ville B	Eaux usées noires (N3)	Eaux usées domestiques mêlées aux eaux usées industrielle à Banengo ville B
	Djeleng 5	Eaux usées claires (C1)	Eaux usées contenant des particules en provenance d'une cuisine à Djeleng 5
Quartier aisé	Quartier administratif	Eaux usées grises (G2)	Eaux usées grises issues du nettoyage dans un caniveau au quartier administratif

*Source : Investigations de terrain, 2020*

Les eaux usées prélevées ont été ensuite convoyées aux laboratoires des sols et chimie de l'environnement de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang pour analyse physico-chimique et microbiologique.

### II.2.1.7- Analyse et traitement des données

L'analyse s'est faite à partir des logiciels : arcGIS 10.3 pour les traitements cartographiques ; SPSS 25 et EXCEL 2016 pour la conception d'un masque de saisie pour les traitements statistiques et représentations graphiques ; Adobe Photoshop, Adobe flash Player, et Picasa pour les traitements photographiques, l'augmentation de la luminosité des images et le réglage du contraste.

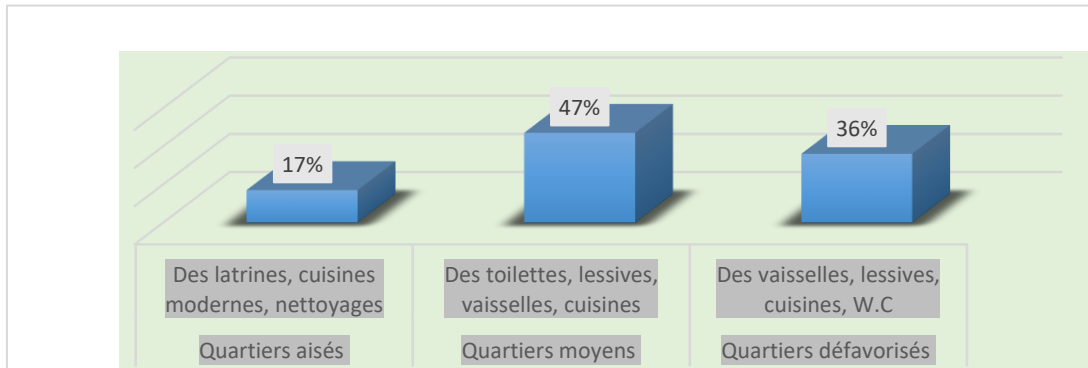
## III- Résultats

### III- 1- Origine des eaux usées à Bafoussam 1<sup>er</sup>

Une eau est considérée comme « usée » lorsque son état et sa composition sont modifiés par les actions anthropiques, de manière à ce qu'elle soit difficilement utilisable pour tous ou pour certains usages, auxquels elle devrait servir à l'état naturel (Mbog., 2013). Suivant l'origine des substances polluantes, on distingue :

- **Les eaux usées domestiques** : elles sont constituées d'une part des eaux vannes encore appelées « eaux noires » issues des toilettes et chargées des matières organiques azotées, de germes fécaux, et d'autre part des eaux grises provenant des ménages (lavabo, lessiveuse, baignoire, ...) et des rejets issus

essentiellement des activités ménagères. Les eaux usées domestiques sont porteuses de pollution organique et minérale contenant des substances sous forme dissoute ou en suspension qui sont très riches en matières organiques biodégradables. Dans la commune de Bafoussam 1<sup>er</sup>, le volume des eaux usées représente 80% de la consommation journalière de chaque ménage. Au sein des ménages des différents quartiers de la commune, les eaux usées proviennent essentiellement de :



Source : Investigations de terrain, 2020

Figure 2. Provenance des eaux usées domestiques des ménages des différents quartiers de Bafoussam 1<sup>er</sup>

Il en ressort de l'analyse de cette figure que dans les différents quartiers de la commune, les eaux usées domestiques ont des origines similaires.

- **Les eaux usées industrielles** : ce sont les rejets des procédés industriels qui utilisent de l'eau dans la composition, la fabrication et le nettoyage d'un produit. Elles proviennent essentiellement des activités industrielles et varient d'une industrie à l'autre. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui, tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie, le reste est rejeté. À Bafoussam 1<sup>er</sup>, les principales industries productrices d'eaux usées sont les Brasseries du Cameroun et la SOC Sarl situées à Banengo ville B. Ces dernières déversent les résidus d'eau dans les caniveaux sans traitement préalable ce qui constitue une réelle menace pour les ménages de cette zone.

- **Les eaux usées agricoles** : l'utilisation en agriculture des engrais chimiques de synthèse (engrais phosphatés et azotés), des pesticides ainsi que les effluents des élevages par les paysans des zones rurales à Bafoussam 1<sup>er</sup> constituent des sources diffuses de pollution des eaux d'origine agricole à travers les sols (lessivage, percolation, lixiviation). Ces substances chimiques peuvent soit s'infiltrer dans le sol et atteindre la nappe phréatique, soit être lessivées par les eaux de pluie et drainées dans les eaux usées.

- **Les eaux de pluie et de ruissellement** : elles sont synonymes des eaux claires collectées dans les réseaux d'assainissement. Elles constituent la cause d'une pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. Les eaux pluviales sont chargées d'impuretés et au cours de leur trajet, elles transportent des résidus déposés sur les toits et les chaussées des différents quartiers de la commune.

- **Les eaux usées hospitalières** : les eaux usées hospitalières peuvent être considérées comme très proches des eaux usées domestiques de par leur contenu en matières organiques et leurs paramètres physico-chimiques globaux (DCO, DBO, MES, Azote, ... etc.), mais elles sont aussi proches des eaux usées industrielles par leur contenu en éléments chimiques et en métaux lourds. Elles peuvent être importantes suivant le lieu, l'heure, le jour et le débit (Anonyme, 2000). Dans les différents quartiers de la commune de Bafoussam 1<sup>er</sup>, on dénombre de nombreuses structures hospitalières à l'instar du CMA de Famla, le cabinet de soins Étoile de Banengo ville B, le centre de santé la Grace à Tamdja, le Jourdain à Djemoun qui produisent les eaux usées et en retour les évacuent dans la nature, les drains et les fosses sans traitement.

- **Les eaux usées des laveries-auto** : dans les différents quartiers de la commune, on dénombre un nombre important de laveries mais beaucoup plus manuelles. Les laveries font partie des grands consommateurs d'eau et produisent également de grands volumes d'eaux usées. Pour éviter les désagréments du réseau CAMWATER, beaucoup d'entre elles se situent à proximité des cours d'eau ou optent pour la réalisation d'un ouvrage autonome d'accès à l'eau (forage ou puits aménagé). Elles produisent en moyenne 500L d'eaux usées durant les périodes d'activités intenses comme le weekend (Tchouata, 2021). Ces eaux usées sont chargées en détergents et autres matières polluantes comme l'huile, les cires lubrifiantes ou même les métaux lourds.

À Bafoussam 1<sup>er</sup>, la provenance des eaux usées est très variée ; leur volume et leur composition dépendent du secteur d'activité. Pour mieux apprécier le système de production des eaux usées, il est nécessaire de connaître les différentes caractéristiques de celles-ci (Tableau 3).

**Tableau 3.** Valeurs des paramètres physico-chimiques mesurés

Paramètres	Valeurs limites	Valeurs moyennes
Température °C	28,1-31,6	29,2
pH	7,43-8,14	7,7
Conductivité mS/cm	1,90-2,36	2,17
Salinité g/l	0,8-1,1	0,9
Potentiel redox mV	-87 à -31	-51
MES mg/l	572-880	699
DCO mg/l	1410-1984	1688
DBO <sub>5</sub> mg/l	800-1050	950

DCO/DBO <sub>5</sub>	1,76-1,89	1,77
----------------------	-----------	------

*Source : Analyse au laboratoire et investigations de terrain, 2020.*

**Analyses bactériologiques :** Nous notons la présence des coliformes thermotolérants (CF), constituant de bons indicateurs de pollution fécale. De nos analyses, le nombre de CF par 100 ml est d'environ 10<sup>8</sup>.

**Analyses parasitologiques :** Elles révèlent différents types d'œufs d'helminthes. Ces œufs appartiennent à deux classes: la classe des nématodes et celle des cestodes. Les genres identifiés sont : *Ascaris sp*, *Trichuris sp*, *Strongyloïdes sp*, *Enterobius sp*, *Ankylostoma sp*, et *Hymenolepis sp*.

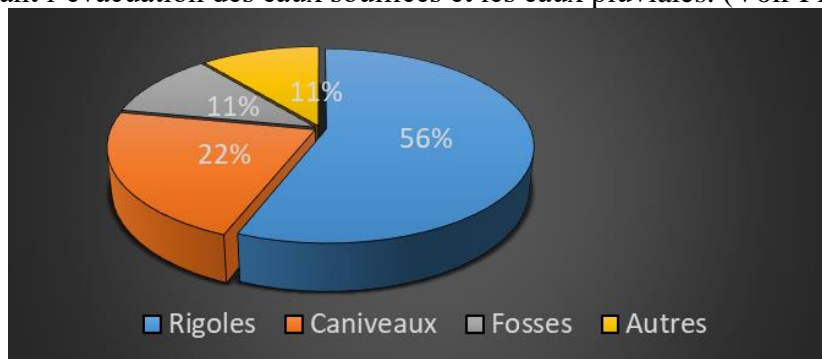
### III.2- Gestion des eaux usées et logique d'assainissement des acteurs à Bafoussam 1<sup>er</sup>

De nos jours, les questions touchant la gestion des déchets urbains et par extension la planification et la gestion environnementale comptent parmi les plus complexes auxquelles doivent répondre les gestionnaires urbains en raison de leurs effets sur la santé des citoyens et le développement durable (Attahi, 1996). Avec la décentralisation, les acteurs aux intérêts divergents mais complémentaires s'emploient et se déploient dans le domaine de la gestion des eaux usées et de l'assainissement.

#### III.2.1- Gestion des eaux usées et logique d'assainissement des ménages

Ici, le mode de gestion est individuel. Chacun y va selon ses moyens, son niveau de compréhension de la gestion des eaux usées et est libre de choisir son dispositif en fonction de son espace, de son budget et de ses préférences ; il n'y a donc pas de raccordement à un réseau qui permet de mieux répartir les déchets.

Dans les quartiers aisés, l'état de gestion des eaux usées est très appréciable. Au sein des 18 ménages enquêtés, on note la présence des ouvrages bien entretenus (rigole à l'intérieur de la barrière et caniveaux à l'extérieur) facilitant l'évacuation des eaux souillées et les eaux pluviales. (Voir Figure 3)



*Source : Investigations de terrain, 2020*

**Figure 3.** Gestion des eaux usées par les ménages des quartiers aisés

De l'observation de cette figure on constate que 56 % des ménages des quartiers aisés évacuent les eaux usées dans les rigoles, 22 % dans les caniveaux, 11 % dans les fosses et autres.

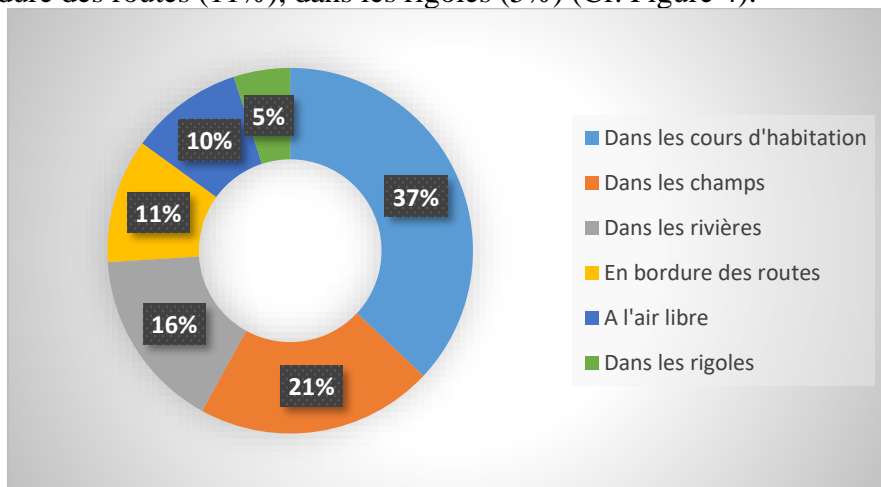
Dans les quartiers moyens de Bafoussam 1<sup>er</sup>, l'état de gestion des eaux usées n'est pas très appréciable. Les ouvrages destinés à évacuer les eaux sales existent par endroit et parfois, ils sont mal entretenus par les ménages. Les eaux usées issues du nettoyage, de la vaisselle, lessive et cuisson sont évacuées dans la nature (Cf. Tableau 4).

**Tableau 4.** Gestion des eaux usées par les ménages des quartiers moyens

Mode d'évacuation	Effectifs des ménages	Pourcentage
<b>Rigole</b>	<b>14</b>	<b>28%</b>
<b>Chaussée ou bordure des routes</b>	<b>20</b>	<b>40%</b>
<b>Fosse</b>	<b>11</b>	<b>22%</b>
<b>Autres</b>	<b>5</b>	<b>10%</b>
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

*Source : Investigations de terrain, 2020.*

Au sein des quartiers urbains et ruraux défavorisés de Bafoussam 1<sup>er</sup>, la gestion des eaux usées est vraiment sommaire. Le système d'évacuation des eaux souillées ne respecte aucune norme, on note l'inexistence des ouvrages d'évacuation des eaux usées dans ces quartiers et même lorsqu'ils existent le comportement des ménages vis-à-vis de ceux-ci est déplorable. En dehors des ménages disposant d'une latrine à fond perdu, toutes les eaux usées des vaisselles, lessives et cuissons des 38 ménages enquêtés sont évacuées dans la cour (37 %), les champs (21%), les rivières (16 %), à l'air libre (10 %), en bordure des routes (11%), dans les rigoles (5%) (Cf. Figure 4).



*Source : Investigations de terrain, 2020*

**Figure 4.** Gestion des eaux usées par les ménages des quartiers défavorisés

### III.2.2- Gestion des eaux usées et logique d'assainissement des acteurs privés

Le système de gestion ici est collectif. Il comprend les eaux usées des industries, des hôtels, des laveries, des hôpitaux et des restaurants. Pour ce qui est des hôtels, les eaux usées proviennent des vaisselles, lessives ; cuissons pour le restaurant et les toilettes des chambres d'hôtels. À Bafoussam 1<sup>er</sup> les hôtels enquêtés : Talotel, Golden center, hôtel le Président évacuent les eaux usées de leurs structures pour ce qui est des eaux grises dans un caniveau (Cf. Planche photo 1) et pour ce qui est des eaux noires dans une fosse septique. En ce qui concerne les industries, les eaux usées en provenance des brasseries sont constituées de deux flux : rinçages des cuves de fermentation et de stockage ; résidus des levures et sucres fermentescibles. Un système d'égout a été mis en place à l'entrée Ouest des brasseries et assure l'évacuation de celles-ci (Cf. Planche photo 1). Les eaux usées de la SOC Sarl sont évacuées dans les rigoles à l'extérieur.



Talotel : Djeleng V

Brasseries : Banengo Ville B

Brasseries : Banengo Ville B

Planche photo 1. Gestion des eaux usées par les acteurs privés à Bafoussam 1<sup>er</sup>.

Source : Tchouata, novembre 2020

### III.2.3- Gestion des eaux usées et logique d'assainissement des acteurs institutionnels

Selon le document de la stratégie nationale de gestion des déchets au Cameroun produit par le MINEP en 2005, l'analyse du cadre institutionnel tient compte de la catégorisation des acteurs selon leurs différentes fonctions. Il distingue à cet effet 03 (trois) grandes catégories à savoir :

#### III.2.3.1- Les institutions de planification, d'orientation et de contrôle

À Bafoussam 1<sup>er</sup>, plusieurs administrations publiques (notamment les ministères) interviennent à des degrés divers dans la gestion des eaux usées et l'assainissement parmi lesquelles :

- **Le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du développement durable (MINEPDED)**

Il joue un rôle d'arbitrage en matière de gestion des déchets et leurs impacts sur l'environnement. C'est le ministère le plus actif sur le terrain en matière de gestion des eaux usées et assainissement dans la commune par la présence physique sur le terrain de ses agents. Il mène au quotidien des actions de préservation de l'environnement dans les différents quartiers de Bafoussam 1<sup>er</sup> à travers les descentes dans la zone industrielle à Banengo ville B où les populations se plaignent régulièrement de la dégradation de leur environnement et des nuisances olfactives engendrées par les eaux usées des brasseries et de la SOC Sarl. Le MINEPDED applique par là le principe du pollueur-payeur édicté par les Nations Unies. Il mène ces actions en synergie avec la commune et d'autres ministères partenaires.

- **Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER)**

Il est chargé de l'élaboration, de la mise en œuvre et de l'évaluation de la politique du gouvernement dans les domaines de l'agriculture et du développement rural. À Bafoussam 1<sup>er</sup>, en matière de développement rural, le MINADER avait organisé en 2017 un atelier de formation et de sensibilisation où il enseignait aux paysans de la commune comment utiliser les eaux usées noires des latrines (matières fécales et urine) comme fertilisant en agriculture. Il s'agissait de valoriser la matière organique et les nutriments qu'elles contiennent naturellement pour les plantes dans l'optique de limiter l'usage des produits chimiques et assurer la durabilité environnementale (Tchouata, 2021). Il faut noter que de nombreuses descentes se sont faites au sein des GIC agricoles dans le cadre de la formation.

- **Le Ministère de l'Eau et de l'Energie (MINEE)**

À Bafoussam 1<sup>er</sup>, le MINEE à travers son service déconcentré, participe aux travaux d'assainissement des eaux usées. Il contribue au drainage des eaux pluviales (construction des caniveaux) au côté de la communauté urbaine et la commune d'arrondissement. Il assure la tutelle technique de la plupart des projets initiés par la commune. Ces actions sont également tournées vers la valorisation énergétique des eaux usées en biogaz auprès des ménages nécessiteux mais aussi la construction des ouvrages d'approvisionnement en eau potable (Cf. Tableau 5).



**Tableau 5.** Projet d’approvisionnement d’eau potable à Bafoussam 1<sup>er</sup> financé par la MINEE

Quartiers	Types de projet	Montants en FCFA	Années de réalisation des ouvrages
Ndiengdam	Mini adduction d’eau	18 000 000	2018
Banengo ville C	Forage équipé d’une pompe à motricité humaine	8 500 000	2012

*Source : Délégation départementale du MINEE de la Mifi, cellule de l’eau et investigations de terrain, 2020.*

- **Le Ministère de l’Habitat et du développement urbain (MINHDU)**

Le MINHDU a été créé pour faire face aux multiples crises qui ternissent gravement l’image des villes camerounaises. Au terme du décret n°2012/2013 du 14 septembre 2012 portant son organisation, il est responsable de l’élaboration et de la mise en œuvre de la politique du gouvernement en matière d’habitat et de développement urbain. Dans le cadre de notre étude, il a participé à la restructuration du quartier Djeleng 5 à travers l’accès à l’eau et à l’assainissement. De plus, dans le domaine de la gestion des eaux usées, le projet qui captive l’attention du MINHDU actuellement est la mise sur pied d’une station de traitement des boues de vidange à Bafoussam.

- **Le Ministère de la Santé Publique (MINSANTE)**

Les attributions du MINSANTE sont définies par le décret n°2004/320 du 08 décembre 2004. Elles portent sur l’assainissement, la surveillance sanitaire des collectivités et la promotion de la salubrité de l’environnement. La dégradation du cadre de vie des ménages des différents quartiers de Bafoussam 1<sup>er</sup> a des effets sur leur état de santé. La stagnation des eaux usées et la production des déchets sont à l’origine de la prolifération de l’anophèle femelle à l’origine du paludisme. Ces populations qui croupissent sous le poids des moustiques bénéficient régulièrement du soutien de celui-ci. À ce titre, entre 2015 et 2016, dans le cadre du programme de lutte contre le paludisme, les populations de Bafoussam 1<sup>er</sup> ont bénéficié gratuitement des Moustiquaires Imprégnées à Longue Durée d’Action (MILDA).

**III.2.3.2- Les organismes d’exécution**

- **La commune**

C’est une collectivité publique décentralisée et une personne morale de droit public. Elle gère les affaires locales sous la tutelle de l’État en vue du développement économique, social et culturel de ses populations. À ce titre, il y a 2ans, la commune de Bafoussam 1<sup>er</sup> a organisé ce qu’on avait appelé « Bafoussam ville propre » où durant un mois, il avait recruté des jeunes qui nettoyaient les centres urbains, curaient les caniveaux et avaient des causeries éducatives avec les ménages. Aussi, chaque année à travers HYSACAM, et la

délégation départementale en partenariat, ils organisent des campagnes de sensibilisation. À ceci, on note que la commune dans les projets avec le MINHDU est en train de parachever le contrat de « ville deuxième génération 2020-2026 ». Ce contrat de ville notamment dans la convention d'application prévoit le financement d'une station de traitement de boue de vidange à Bafoussam pour ce qui est des eaux usées.

- **Les autorités locales**

Il s'agit des chefs de quartiers, de village qui sont des leaders légitimes jouant un rôle fondamental qui leur a été conféré par la loi en tant que garants de la réalisation des compétences transférées aux communes. Ils constituent des personnes clés par qui transitent les doléances et demandes des populations vers les autorités administratives. Dans les différents quartiers de Bafoussam 1<sup>er</sup>, les chefs de quartiers et villages à l'instar de SM Fopa Vincent chef supérieur du village Banefo organisent les journées d'investissement humain, généralement le dernier samedi ou dimanche du mois. Le but de cette action est de mieux assainir le village à travers le traçage ainsi que la construction des drains pour l'évacuation des eaux usées.

**III.2.3.3- Les organismes d'appui et de financement**

Il s'agit des structures nationales de financement (Ministère des Finances, FEICOM) et des bailleurs de fonds internationaux (BAD, l'Union Européenne).

Le Fond Spécial d'Équipement et d'Intervention Intercommunale (FEICOM) appui et finance régulièrement les projets de réalisations des infrastructures d'évacuation des eaux usées et joue aussi le rôle d'assistant technique à la maîtrise d'œuvre et l'élaboration des réglementations locales.

De même, les bailleurs de fonds à l'instar de la Banque Africaine de Développement et l'Union Européenne ont financé les projets d'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les différents quartiers de la commune. À cet effet, le quartier Banengo ville B a bénéficié d'une source aménagée sur financement de l'Union Européenne dans le cadre du CAON-FED et d'une rigole à Djeleng V. (voir Planche photo 2)



**Rigole : Djeleng V**

**Source aménagée : Banengo ville B**

**Planche photo 2.** Rigole construite par la CAON/FED à DjelengV et source aménagée sur financement de l'UE à Banengo ville B.

*Source : Tchouata, novembre 2020*

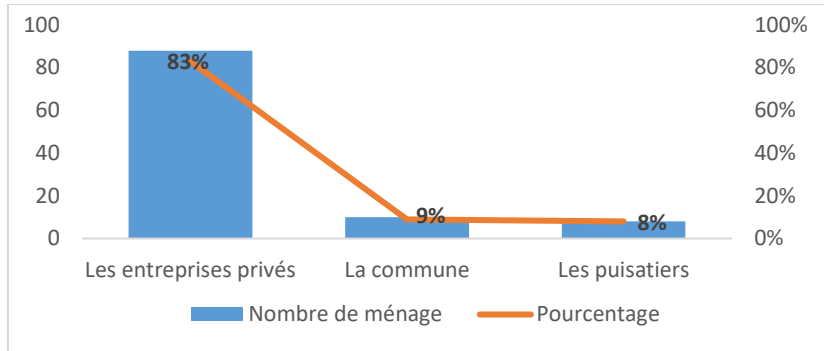
### **III.2.4- Gestion des eaux usées et logique d'assainissement des entreprises de vidange**

À Bafoussam 1<sup>er</sup>, la vidange des fosses est généralement un marché occupé par des acteurs privés (voir figure 5). Les entreprises privées de vidange ici sont :

**-ETS KINMOU vidange & services :** Située à Banengo ville B, elle exerce dans la vidange des fosses, la désinsectisation, la dératisation et le service d'eau. C'est une structure agréée par le MINEPDED. Principal prestataire des brasseries et de la SOC Sarl, elle agit aussi auprès des ménages nécessitant ses services. Pour se faire repérer, plusieurs camions sillonnent la ville et les étiquettes sont affichées le long des rues. Elle vidange en moyenne 15 fosses par mois à des coûts compris entre 55000 francs CFA et 120000 francs CFA.

**-Ets EHAC (Établissement d'hygiène et assainissement du Cameroun) :** Située derrière la CUB, c'est un établissement non agréé. Son activité principale est la vidange sanitaire, elle lutte également contre les souris, cafards et moustiques. C'est une nouvelle structure venant de Douala. Le coût minimum de vidange ici est de 100000fcfa en raison de la qualité du service rendu et plusieurs autres paramètres.

**-ETS Royal Renewable Energy Cameroon (RRRCAM) : Biogaz developement and promote :** Spécialisée dans le développement et la formation sur la valorisation des déchets organiques en biogaz et engrais organique. Il s'agit d'une ONG qui est en train d'être réglementée et son activité consiste à la « valorisation des déchets en vue de la production de l'énergie ».



Source : Investigations de terrain, 2020

Figure 5. Acteurs intervenant dans la vidange sanitaire à Bafoussam 1<sup>er</sup>

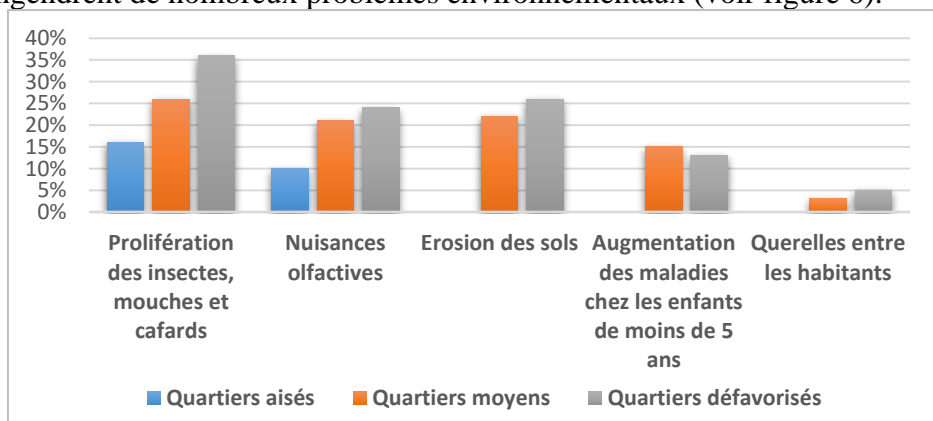
De cette figure, on observe la répartition de la proportion occupée par les acteurs de vidange sanitaire au sein du 1<sup>er</sup> arrondissement. En effet, 83% des enquêtés font recours aux entreprises privées de vidange, 9% à la commune et les 8% restant aux puisatiers.

### III.3- Impacts de la gestion des eaux usées sur l’environnement, la santé et la société

L’eau, ressource naturelle indispensable à la vie peut devenir de manière directe ou indirecte la première cause de mortalité et de maladie dans les villes du monde. À Bafoussam 1<sup>er</sup>, l’évacuation des eaux usées dans les endroits inappropriés constitue une source de nuisance.

#### III.3.1- Impact environnemental

Mises en contact direct avec le milieu récepteur, les eaux usées brutes occasionnent des effets néfastes sur l’environnement et dégradent le patrimoine urbain des différents types de quartiers de la commune. Ils engendrent de nombreux problèmes environnementaux (voir figure 6).



Source : Investigations de terrain, 2020

Figure 6. Problèmes environnementaux liés au rejet des eaux usées dans la nature

Ces problèmes causés par les eaux usées fortement chargées et évacuées dans la nature sans traitement sont préoccupants dans la zone d'étude puisqu'ils occasionnent de nombreuses conséquences telles que :

- **La pollution du sol** : les eaux usées dégradent et polluent le sol qui devient un moyen de contamination. Un sol pollué constitue à son tour une source d'altération, de dégradation, de diffusion et de transfert des polluants par des organismes qui intoxiquent ainsi la surface terrestre. Les photos ci-dessous sont un aperçu de la dégradation occasionnée par la régularité d'évacuation des eaux usées dans la nature.



**Erosion du sol : Bamendzi  
King-Place**

**Dégradation du sol :  
Kouekong**

**Planche photo 3.** Dommages causés par les eaux usées sur le sol.  
*Source : Tchouata, novembre 2020*

De l'observation de cette planche photo on note la divagation des eaux usées à l'air libre. La photo 1 présente une érosion du sol au quartier Bamendzi King place . Elle est liée à la régularité des rejets d'eaux usées issues des lavages ( lessive, vaisselle) sur le sol. La photo 2 étale une dégradation du sol au quartier Kouekong due au flux abondant des résidus d'eaux de nettoyage. L'eau étant le premier ennemi de la route, influe sur la viabilité de celle-ci. La photo 3 fait état d'un sol altéré par les détergents contenus dans les eaux de lavage à Banefo.

-**La pollution de l'air** : Dans les quartiers défavorisés et moyens de Bafoussam 1<sup>er</sup>, les eaux usées stagnantes dans la nature, les ordures ménagères déposées dans des espaces vagues, les latrines sommairement construites et la poussière dégradent la qualité de l'air. Dans l'ensemble de la commune, les acteurs privés tels que : les salons de coiffures, les laveries et les industries (brasseries et SOC Sarl) polluent quotidiennement leur environnement à travers les eaux usées qu'ils rejettent.

En plus des odeurs nauséabondes (gaz de méthane) que dégagent les latrines sommairement construites, les eaux usées de nettoyage (vaisselle, lessive, cuisson) évacuées dans la nature ou dans les caniveaux à ciel ouvert et les dépôts de matière fermentescibles par les ménages concourent à la pollution de l'atmosphère. De telles nuisances olfactives ne sont pas pour l'instant considérées comme étant un problème majeur. Cependant, elles suscitent de nombreux dégâts chez la population riveraine.

**-La pollution des eaux de surface :** Lorsque les eaux usées sont déversées directement dans les rivières, l'on remarque la présence excessive de phosphates qui en particulier, favorisent le phénomène d'eutrophisation, qui peut provoquer la mort de certaines espèces aquatiques qui y vivent. Les eaux souillées en provenance des ménages, des industries, des hôpitaux, des laveries contiennent des micropolluants toxiques. À ceci, nous pouvons ajouter les eaux noires des latrines qui sont évacués par les entreprises de vidange et la commune urbaine dans les espaces vacants. Le constat fait sur le terrain révèle qu'une fois les fosses septiques vidangées par les camions hydrocureurs, elles sont déversées sans traitement en périphérie à Kouekong au bord du fleuve Noun car il n'existe pas une station d'épuration à Bafoussam (Defo C et al., 2015).

**-La pollution des eaux souterraines :** les eaux usées dégradent la qualité des eaux souterraines par leur infiltration. Les eaux souillées qui lessivent les tas de fèces et autres se chargent généralement de matières polluantes ; elles s'infiltrent dans le sol où elles percolent en direction de la nappe d'eau phréatique pour se jeter dans les cours d'eaux. À chaque destination, ces matières polluantes s'attaquent à la faune et à la flore qui s'y trouve. La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être dégradée par les eaux usées lorsque le système d'assainissement non collectif est défectueux et présente des dysfonctionnements comme dans les quartiers défavorisés et moyens. Le type de latrine impacte également sur la qualité de la nappe phréatique. Le tableau ci-dessous justifie une potentielle infection des eaux souterraines via le type de latrine le plus fréquent dans les quartiers.

**Tableau 6.** Type d'équipement sanitaire dans les différents quartiers de la commune

Types de latrines	Nombres de ménages	Pourcentage %
Latrines traditionnelles à fond perdu	50	47%
Fosses septiques	30	28%
Latrines modernes	26	25%

*Source : Investigations de terrain, 2020*

De ce tableau, on note que le type de latrine le plus répandu dans les quartiers de Bafoussam 1<sup>er</sup> est la latrine traditionnelle à fond perdu (47%).

À Bafoussam 1<sup>er</sup>, la contamination de la nappe phréatique est en croissance permanente. La nappe superficielle qui alimente les puits présente

un niveau statique variant entre 5 à 10 m de profondeur. Ce niveau peut monter jusqu'à 2 à 3m de la surface du sol pendant la saison des pluies. Dans de telles conditions, la présence d'une fosse étanche de 4-6m de profondeur (très fréquente) entraîne une contamination des aquifères (Mpakam et *al*, 2006). Cette dégradation de la qualité des eaux souterraines est souvent aggravée par une trop grande proximité entre les puits et les latrines (moins de 10 m). La distance minimale recommandée par l'OMS est de 15m mais sur le terrain, les dimensions des parcelles ne sont pas assez grandes pour maintenir un écart raisonnable, à telle enseigne que les latrines des uns polluent les puits des concessions voisines (Cf. photo 1).



**Photo 1** . Puits semi- aménagé situé à moins d'un mètre d'une latrine traditionnelle à fond perdu.

*Source : Tchouata, novembre 2020*

De l'observation de cette photo, on constate une dégradation de la ressource en eau souterraine. Le puits semi aménagé 1 au quartier Djemoun 1 est situé à moins d'un mètre de la latrine traditionnelle à fond perdu 2 et d'une rigole naturelle qui draine les eaux usées 3. L'eau provenant de ce puits est systématiquement contaminée par l'interaction des eaux noires très toxiques de cette latrine et la nappe d'eau souterraine de ce puits. À ceci s'ajoutent les eaux usées issues de tout bord qui se drainent dans la rigole 3 et s'infiltrent également dans le sol. Ce puits sert de moyen d'approvisionnement en eau à plusieurs ménages environnants qui s'exposent ainsi à de nombreuses maladies hydriques (fièvre typhoïde, diarrhée, ...).

### III.3.2- Impact sanitaire

Soumis à une urbanisation galopante et non planifiée, les différents quartiers de la commune apparaissent comme des espaces à risques potentiels sanitaires. Les ménages sont confrontés aux défis sanitaires qui sont étroitement liés à la dégradation de l’environnement par les eaux usées, les latrines sommairement construites et les ordures ménagères, qui affectent la santé par l’occurrence de plusieurs maladies identifiées.

Les investigations de terrain couplées aux données cliniques ont permis d’identifier le paludisme comme la première maladie liée à l’insalubrité à Bafoussam 1<sup>er</sup>, suivi de la fièvre typhoïde, de la dysenterie amibienne et de la diarrhée surtout chez les enfants âgés de moins de 5 ans (voir tableau).

**Tableau 7.** Maladies hydriques liées à l’insalubrité recensées en 2020 dans les centres de santé des différents types de quartiers à Bafoussam 1<sup>er</sup>

Pathologies	CMA de Famla (Quartier défavorisé)	Cabinet de soins Etoile de Banengo ville B (Quartier moyen)	Centre de santé la grâce de Tamdja (Quartier aisé)
Paludisme	216 cas	120 cas	87 cas
Fièvre de typhoïde	49 cas	37 cas	34 cas
Diarrhée	40 cas	24 cas	12 cas
Dysenterie amibienne	27 cas	19 cas	10 cas

*Source : Compilation des registres de consultation des centres de santé des différents types de quartiers à Bafoussam 1<sup>er</sup> en 2020 et investigations de terrain, 2020.*

### III.3.3- Impact socio-économique

Les répercussions socio-économiques des eaux usées sont beaucoup plus perceptibles dans les quartiers défavorisés et moyens. Au plan social, les eaux usées sont à l’origine des conflits entre les ménages. Au sein des quartiers défavorisés de Bafoussam 1<sup>er</sup>, les ménages se mettent parfois en conflit à cause des eaux usées. 40 % des ménages drainent les eaux usées de leurs rigoles en direction de celle des voisins ; 15 % attestent être victimes d’une glissade grave sur l’eau sale versée en bordure de la route par son voisin ; 20 % se plaignent des odeurs nauséabondes que dégagent les toilettes des voisins. Avec ceci, on assiste à des querelles, des injures, des bagarres entre ménages (25 %) qui sont parfois réglées chez les chefs de quartiers.

Au plan économique les eaux usées peuvent accentuer la pauvreté au sein des ménages. D’abord, pour un chef de ménage qui tombe malade, il ne peut plus travailler ou même s’il travaille, ses performances sont diminuées de plus de 50 %, ses tâches s’accumulent et donc les affaires et les activités ralentissent. En outre, une personne malade dépense absolument de l’argent pour se soigner. C’est cette pauvreté qui pousse certains ménages des quartiers



défavorisés lors des malaises à recourir à la pharmacopée ou à la pharmacie mobile dont cette dernière ne garantit pas des soins curatifs.

#### **IV- Discussions**

Dans la commune de Bafoussam 1<sup>er</sup>, l'assainissement des eaux usées est l'un des problèmes majeurs qui entrave le bien-être des populations dans leur environnement. Il ne constitue néanmoins pas une priorité pour les services publics qui privilégient l'accès à l'eau potable plutôt qu'au devenir de ces eaux après usage. L'ensemble des activités humaines altère la qualité de l'eau et produit les eaux usées qui varient selon le type de quartier. Au sein des ménages des quartiers aisés, les eaux usées sont évacuées dans les caniveaux, rigoles, fosses contrairement aux quartiers défavorisés et moyens où la gestion est encore très sommaire ce qui justifie l'insalubrité qui y règne.

La croissance urbaine a entraîné une augmentation exponentielle de la demande en eau ; la production des eaux usées s'est vue en hausse et les infrastructures de gestion mal adaptées au volume d'eaux usées produites. Cependant, elles sont évacuées dans les cours d'habitation, à l'air libre, dans les champs, les ruisseaux, les latrines, les rigoles et caniveaux qui stagnent de part et d'autres dans les concessions au sein des quartiers défavorisés et moyens. En effet, les travaux de Reounodji (2015), montrent que notre environnement n'échappe guère aux déchets liquides, à ces eaux de lavage de vaisselle, de lessive, des fosses qui inondent nos rues, nos espaces libres, véritable vecteur de toutes sortes de maladies. Mbog (2013) ajoute que les dysfonctionnements des systèmes d'assainissement des déchets liquides sont perceptibles dans presque toutes les villes du Cameroun, les eaux usées stagnent dans les espaces vides, sur la chaussée et dans les drains. La diversité des eaux usées produites, l'insuffisance des infrastructures de collecte, de transport et de traitement engendrent de nombreux risques. La décharge des eaux usées non traitées dans l'environnement peut entraîner d'énormes modifications de l'écosystème qui les reçoit (Agendia et al. 2000). Ainsi, les ménages sont confrontés aux défis sanitaires qui sont étroitement liés à la dégradation de l'environnement par les eaux usées, les latrines sommairement construites et les ordures ménagères, qui affectent la santé par l'occurrence de plusieurs maladies identifiées. Les systèmes d'assainissement étant rudimentaires, on assiste à une pollution des eaux de surface, des eaux souterraines, du sol et de la qualité de l'air. La récurrence des maladies (paludisme, fièvre typhoïde, diarrhée, dysenterie amibienne) fortement dénombrées dans les formations sanitaires sont liées à l'hygiène défectueuse et l'insalubrité. Sur le plan bactériologique, Mpakam et al. (2006) mettent en évidence la contamination des eaux des puits traditionnels et des sources par des souillures issues des latrines traditionnelles environnantes ; raison de l'accentuation des maladies hydriques liées à l'insalubrité. Ces maladies ont

des conséquences au plan socio-économique car la maladie est un véritable problème de société et le malade un poids économique en termes de dépenses directes comme en termes de manque à gagner.

Différents ministères contribuent au quotidien à l'amélioration des conditions d'hygiène et de salubrité des ménages. La divergence des plans d'actions des acteurs constituant le comité interministériel semble être l'une des causes de la médiocrité de leurs performances dans la gestion des eaux usées et l'assainissement. Plusieurs ministères manquent de créativité ou d'actions et se limitent plus à des discours éloquents auprès des populations. Le manque d'activité complémentaire entre les ministères demeure un frein pour la mise en place d'une stratégie de gestion cohérente des eaux usées. À cause de la faiblesse des moyens financiers des autorités institutionnelles, les ménages ont adopté des solutions individuelles d'assainissement du milieu. Pourtant, la cible 6.2 des Objectifs du Développement Durable (ODD) stipule que tous les individus doivent avoir des conditions équitables à l'accès aux services d'assainissement et d'hygiène adéquats.

Il est évident que l'assainissement de la commune doit être considéré comme une composante intégrante dans les programmes de développement. Selon ONU-Habitat (2020), dans le monde, 6 personnes sur 10 n'ont pas accès à des installations sanitaires gérées de manière sûre ; au moins 892 millions de personnes continuent à pratiquer la défécation à l'air libre et plus de 2,4 milliards de personnes manquent d'installations sanitaires de base telles que les toilettes ou latrines. En revanche, l'OMS (2018) révèle que des services d'assainissement sûrs sont essentiels à la santé, à la prévention des infections, à l'amélioration et au maintien du bien-être mental et social. Il s'avère nécessaire pour les différents acteurs de mettre en place des stratégies pouvant résoudre les problèmes d'insalubrité liées aux eaux usées dans les quartiers de la commune dans le but de rendre l'environnement sain et agréable à vivre.

Afin de réduire et d'éviter à la population riveraine les risques sanitaires et environnementaux, l'amélioration de la qualité de la gestion des eaux usées au sein de la commune est nécessaire. Sur la base des problèmes identifiés, la mise sur en place d'une stratégie de gestion durable des eaux usées et d'assainissement efficace est urgente. Le succès de la maîtrise des techniques de gestion des eaux usées et de l'assainissement serait efficace avec la participation de toutes les couches de la société. Elle est possible à travers la sensibilisation, l'information, l'application des textes et la vulgarisation des méthodes idoines d'assainissement.

## **Conclusion**

L'accès de tous à l'hygiène et aux services d'assainissement sont des droits fondamentaux que vise l'ODD n°6. Malheureusement, le défaut d'éducation, le faible revenu mensuel des chefs de ménage, le poids des

traditions, l'incivisme et le sous équipement favorisent la mauvaise gestion des eaux usées dans les quartiers défavorisés et moyens à Bafoussam 1<sup>er</sup>. L'analyse des eaux usées montre les valeurs de DBO et DCO contenues dans leurs caractéristiques responsables d'une forte contamination par les matières oxydables et particulièrement les matières organiques. Par leurs paramètres, les eaux usées contiennent des substances chimiques dangereuses et pourraient avoir des répercussions sur la santé des ménages à travers les infections bactériennes, parasitaires et virales. Une bonne gestion des eaux usées par les acteurs passe par l'application des principes du développement durable et de préservation de l'environnement. Dès lors, il faut une action coordonnée et bien planifiée qui impose à la fois une conduite éco responsable et une réalisation des ouvrages publics d'assainissement ; deux attitudes qui conduisent à une gestion durable, équitable et soutenable des eaux usées saines pour l'écosystème et bénéfique pour la société.

### References:

1. AGENDIA. L., FONKOU. T., SONWA. D., KENGNE. Y., ZAMBO. A., (2000). *Collecte, épuration et évacuation d'eaux usées dans les lotissements SIC and Economic appraisal*, 263p.
2. ANONYME., (2000). *Programme fédérateur de recherche sur l'assainissement des eaux usées en Afrique subsaharienne*. Financé par la coopération à travers le programme CAMPUS, projet n°96313119b.32p
3. ATTAHI., (1996) : « *Le problème des déchets à Abidjan et son fondement historique* », BNETD, Abidjan, 29 p.
4. COMMUNAUTE URBAINE DE BAFOUSSAM., (2013). *Plan d'urbanisme directeur de la ville de Bafoussam, horizon 2026*. [Master plan of Bafoussam city. Horizon 2026.] Yaoundé, Breit Consulting Sarl. French, 25p.
5. DEFO. C., FONKOU. T., MABOU. P., NANA. P., YACOUBA. M. (2015). *Collecte et évacuation des boues de vidange dans la ville de Bafoussam, Cameroun (Afrique centrale)*. Vertigo- la revue électronique en sciences de l'environnement, 26p.
6. DONGMO. L., (1978). *Le dynamisme bamiléké : essor démographique, expansion spatiale et réussite économique d'un peuple de l'ouest Cameroun*. Paris, 2 tonnes, 1265p, thèse de doctorat.
7. MBOG. S., (2013). *Évaluation de la gestion des déchets liquides hospitaliers : cas des eaux usées du centre hospitalier universitaire (CHU) de Yaoundé*. Mémoire de master professionnel en science de l'environnement. Université de Yaoundé 41P

8. MINISTÈRE DE L'EAU ET DE L'ENERGIE., (2007). *Plan d'action 2008- 2015 pour le secteur de l'approvisionnement en eau potable et d'assainissement en milieu rural*, 61p.
9. MINISTÈRE DE L'EAU ET DE L'ENERGIE., (2007). *Stratégie Nationale : Gestion des déchets liquides*, 72P.
10. MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT., (2008). *Lois, ordonnances, décrets, arrêtés et décisions ; loi n°2008-005 du 30 mai 2008 portant loi-cadre sur l'environnement ; chapitre 2 section 8*, 16p.
11. MOUGOUE. B., (1982). Croissance urbaine périphérique : le cas de la Zone-Est de Yaoundé, Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université de Yaoundé I, 300 p.
12. MPAKAM. H., KAMGANG. K., KOUAM. K., BEMMO. N., EKODECK. E., (2006). *L'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les villes des pays en développement (cas de Bafoussam au Cameroun)*. Vertigo, Revue en Sciences de l'Environnement, Vol 7 n°2, Art 12, Septembre 2006, 10p.
13. NGNIKAM. E., TANAWA. E., (2006). *Les villes d'Afrique face à leurs déchets*, UTBM, 281 p.
14. OMS, (2018), *Lignes directrices relatives à l'assainissement et à la santé*, Genève, 220p.
15. ONU-Habitat., (2020). *Le suivi de l'eau et de l'assainissement dans le programme de développement durable à l'horizon 2030*, 8 p.
16. PROGRAMME D'APPUI AUX CAPACITÉS DÉCENTRALISÉES ET DU DÉVELOPPEMENT URBAIN., (2004). *Profil de la ville de Bafoussam*, Rapport UE/ PACCDU/Région Ouest et Nord-Ouest, Inédit, 100 p.
17. REOUNODJI. A., (2015). *Évaluation de la gestion des eaux usées de l'abattoir d'Etoudi : Impacts environnementaux et sociaux*. Faculté des sciences, Université de Yaoundé1, 80 P.
18. RODIER. J., (1996). *L'Analyse de l'Eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de la Mer*, 8e éd. Dunod, Paris, 855p.
19. SIMEU. M., TOUNA. M., (2018). *Les politiques de la ville en question : À la recherche d'une meilleure gouvernance urbaine en Afrique Subsaharienne*, Paris, l'harmattan, 302 P.
20. SIMEU. M., (2004). *Produire la ville dans l'Afrique des savanes. Acteurs, héritages et défis au Cameroun septentrional*. Montpellier, Éditions Démos, 409 p.
21. TCHOFFO. B., (2005). *Contribution à l'amélioration de la gestion des ordures ménagères dans la ville de Bafoussam : cas du quartier Djeleng V*, Mémoire de Maitrise, 71 p.

22. TCHOUATA. S., (2021). Gestion des eaux usées domestiques et assainissement à Bafoussam 1<sup>er</sup>. Mémoire de Master en Géographie, UY 1, 173 p.
23. TUTCHAMO. F., (2012). Contribution à la mise d'une décharge contrôlée à Bafoussam, Mémoire de Master professionnel en Urbanisme Aménagement et Développement Urbain, 112 p.
24. UNION EUROPÉENNE/ PROGRAMME D'APPUI AUX CAPACITÉS DÉCENTRALISÉES ET DU DÉVELOPPEMENT URBAIN., (2004). *Profil de la ville de Bafoussam*. UE/PACDDU, Région Ouest et Nord-Ouest, Rapport.100p.
25. WETHE. J., RADOUX. M., TANAWA. E., (2003). *Assainissement des eaux usées et risques socio-sanitaires et environnementaux en zone d'habitats planifiés de Yaoundé (Cameroun)*. Vertigo. La revue en Sciences de l'Environnement. Vol. 4, n°1, 12p.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Evaluation Agromorphologique des Différents Types de Port du Niébé (Fabaceae : *Vigna unguiculata* L. Walp) dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire**

*Anzara Guy Roland*

*Yao Kouakou Georges Abessika*

*Gbotto Ahou Anique*

*Akaffou Doffou Selastique*

UFR Agroforesterie,

Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

*Zoro Bi Irié Arsene*

Université Nangui Abrogoua,

UFR Des Sciences de la Nature, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p176](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p176)

Submitted: 29 March 2023

Accepted: 18 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Anzara G.R., Yao K.G.A., Akaffou D.S. & Zoro B.I.A. (2023). *Evaluation Agromorphologique des Différents Types de Port du Niébé (Fabaceae : Vigna unguiculata L. Walp) dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 176. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p176>

### **Résumé**

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., est une légumineuse alimentaire dont les feuilles et les graines sont très riches en protéines. Aussi, le niébé exerce une influence favorable sur la fertilité des sols grâce à la symbiose fixatrice d'azote avec les souches de rhizobium. Cependant, la production de cette espèce est caractérisée par de faibles rendements. En effet, très peu de données morphologiques et agronomiques des différents types de port du niébé existent et cela constitue le principal handicap à la production massive et régulière de cette espèce. Vingt-deux accessions de niébé ont donc été utilisées afin d'identifier les différents types de port et d'évaluer leur potentiel de production dans le département de Daloa, dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Douze paramètres relatifs aux stades phénologiques, à la croissance et au rendement ont été mesurés pour chaque accession. Les résultats ont montré que parmi ces accessions, deux types de port ont été

identifiés, le port érigé et le port rampant. Les gousses des accessions à port érigé ont atteint plus vite la maturité que celles à port rampant. Le port érigé est précoce et le port rampant est tardif avec des tiges et des feuilles plus grandes. Le poids des gousses et des graines est plus élevé pour les accessions à port rampant. Les résultats obtenus dans cette étude contribueront à mettre en place un programme d'amélioration génétique du niébé en vue de créer une variété précoce avec un haut rendement.

---

**Mots-clés:** Niébé, *Vigna unguiculata*, port érigé, port rampant, précoce, tardif

---

## **Agromorphological Evaluation of Accessions with a Creeping habit and a Upright habit of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) (Fabaceae) in the Center-West of Cote d'Ivoire**

*Anzara Guy Roland*

*Yao Kouakou Georges Abessika*

*Gbotto Ahou Anique*

*Akaffou Doffou Selastique*

UFR Agroforesterie,

Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

*Zoro Bi Irié Arsene*

Université Nangui Abrogoua,

UFR Des Sciences de la Nature, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., is a food legume whose leaves and seeds are very rich in protein. Also, cowpea exerts a favorable influence on soil fertility through nitrogen-fixing symbiosis with rhizobium strains. However, the production of this species is characterized by low yields. Indeed, very little morphological and agronomic data on the different cowpea habit exist and this constitutes the main handicap to the massive and regular production of this species. Twenty-two cowpea accessions were therefore used to identify the different habit and to assess their production potential in the department of Daloa, in the Center-West of Côte d'Ivoire. Twelve parameters relating to phenological stages, growth and yield were measured for each accession. The results showed that among these accessions, two habits were identified, the upright habit and the creeping habit. The pods of the erect accessions matured more quickly than those with creeping habit. The upright habit is early and the creeping habit is late with larger stems and leaves. The weight of pods and seeds is higher for creeping accessions. The results

obtained in this study will contribute to setting up a cowpea genetic improvement program in order to create a variety that is early and profitable.

---

**Keywords:** Cowpea, *Vigna unguiculata*, upright plant, creeping plant, early plant, late plant,

## Introduction

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. est une importante denrée de base des régions tropicales d'Afrique (Koko *et al.*, 2016). En effet, ses feuilles et ses graines sont très riches en protéines (Stoilova et Pereira, 2013). L'apport de la protéine du niébé fait de lui un aliment nutritif très important, surtout pour les populations à faible revenu qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale. Aussi, le niébé exerce une influence favorable sur la fertilité des sols grâce à la symbiose fixatrice d'azote avec les souches de rhizobium (Sanginga *et al.*, 2003). De plus, les déchets issus de la récolte à la fin du cycle de développement de la culture sont destinés à l'alimentation du bétail, particulièrement les ovins et caprins.

Malgré les avantages que présente le niébé, la Côte d'Ivoire est actuellement loin de couvrir ses besoins en niébé par sa propre production. Selon N'gbesso *et al.* (2013), très peu de données existent sur sa composition agronomique. L'insuffisance de données détaillées et consolidées sur les paramètres agromorphologiques des cultivars locaux est le principal handicap à la production massive et régulière de cette espèce. Par ailleurs, des travaux sur les techniques culturales notamment la densité de semis (Gore Bi *et al.*, 2020), l'association culturale (Kouamé *et al.*, 2020) et la connaissance de la phénologie florale (Assouman *et al.*, 2021b) ont été réalisés. Cependant, il serait donc nécessaire d'identifier les cultivars locaux pour évaluer leur potentiel de production. Toutefois, il existe des cultivars basés sur la taille, l'aspect et la couleur des graines (Nadjiam *et al.*, 2015 ; Assouman *et al.*, 2021a). Il existe également des cultivars axés sur le type de port de la tige. En effet, selon la position de la tige principale ainsi que de celle des ramifications secondaires, il y'a le port érigé, le port rampant et le port semi-rampant (Dagba et Remy, 1990). Si la plante à port rampant se comporte comme une plante de couverture permettant de réduire la prolifération des mauvaises herbes, la culture de celle à port dressé est plus aérée et offre une facilité de récolte manuelle à terme. L'utilisation rationnelle du niébé en Côte d'Ivoire exige une bonne connaissance des caractéristiques de chaque type de port.

L'identification et l'évaluation des différents ports du niébé s'avèrent donc nécessaire afin de les caractériser et évaluer leur potentiel de production. C'est dans cette optique que nous avons initié la présente étude visant à déterminer les paramètres morphologiques et agronomiques des différents



ports des accessions du niébé pour une meilleure utilisation des accessions de notre collection.

## 1. Matériel et méthode

### 1-1. Site d'étude

L'étude a été réalisée à l'Université Jean Lorougnon Guédé, dans le département de Daloa (Figure 1). La ville de Daloa est localisée dans la région du haut Sassandra, au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire entre le 6° et le 7° de latitude Nord et le 7° et 8° de longitude Ouest. Cette région a une superficie de 15200 km<sup>2</sup> pour une population estimée à 1.430.960 habitants (Ba, 2014). Le département de Daloa est délimité au Nord par les départements de Vavoua et de Zuénoula, au Sud par ceux d'Issia et de Sinfra, à l'Ouest par les circonscriptions départementales de Duékoué et de Bangolo et à l'Est par celle de Bouaflé. Les études antérieures relatives au sol de cette localité ont montré que le sol est très profond avec un dépôt actif d'humus (Koffie-Bikpo *et al.*, 2013). Aussi, les données climatiques ont indiqué deux saisons de durée inégales c'est-à-dire une saison pluvieuse et une saison sèche. La saison pluvieuse couvre la période de mars à novembre avec une moyenne annuelle estimée à 1159,33 mm. La saison sèche, débute en décembre et se termine dans le mois de février avec une température moyenne de 27,48 °C.

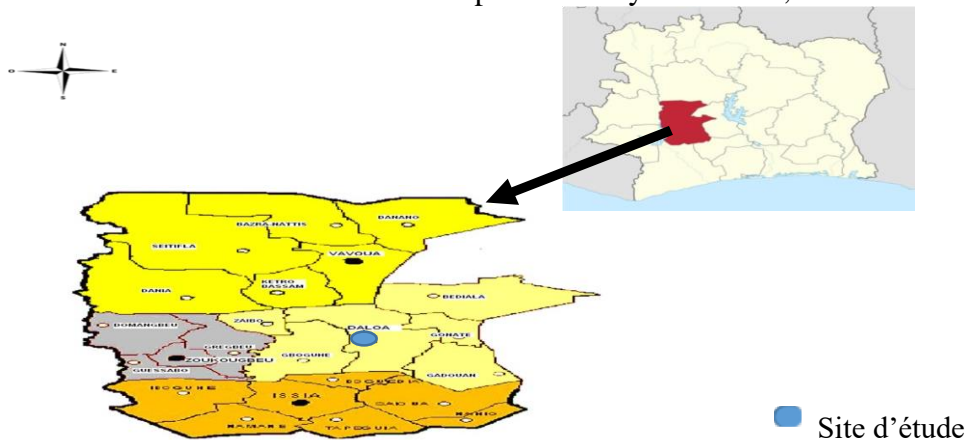


Figure 1. Présentation de la zone d'étude

### 1-2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude a été constitué de graines de 22 accessions de niébé (*Vigna unguiculata*). Ces accessions originaires du Nord, de l'Ouest et de l'Est de la Côte d'Ivoire sont issues de la banque de semences de la collection de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa (Côte d'Ivoire) (Tableau 1).

**Tableau 1.** Liste des différentes accessions utilisées pour l'étude

N <sup>0</sup>	Accessions	Localités	Zones	N <sup>0</sup>	Accessions	Localités	Zones
01	NKB	Korhogo	Nord	12	NGR	Guiglo	Ouest
02	NKR	Korhogo	Nord	13	NGB	Guiglo	Ouest
03	NKN	Korhogo	Nord	14	NGN	Guiglo	Ouest
04	NBB	Bonon	Ouest	15	NZN	Zuenoula	Ouest
05	NBR	Bonon	Ouest	16	NZR	Zuenoula	Ouest
06	NBN	Bonon	Ouest	17	NZB	Zuenoula	Ouest
07	NTR	Tafiré	Nord	18	NAB	Abengourou	Est
08	NTN	Tafiré	Nord	19	NAR	Abengourou	Est
09	NTB	Tafiré	Nord	20	NDR	Daloa	Ouest
10	NMR	Man	Ouest	21	NDB	Daloa	Ouest
11	NMB	Man	Ouest	22	NDN	Daloa	Ouest

### 1.3. Dispositif expérimental

L'essai a été réalisé sur une parcelle de 1360 m<sup>2</sup> (68 m x 20 m). Vingt-deux accessions ont été utilisées sur cette parcelle. Pour chacune des accessions, un dispositif complètement randomisé avec cinq répétitions a été réalisé. De cette façon, 110 points de semis ont été réalisés sur l'ensemble de la parcelle. Le semis a eu lieu en avril 2020 sur l'ensemble des parcelles. Deux graines ont été semées par poquet. Les points de semis ont été distants les uns des autres de 3 m sur une même rangée et entre les rangées avec 4 m de bordure. Deux semaines après semis, le démariage qui est de ne laisser qu'un plant par poquet a été fait. Les essais ont été réalisés en culture pure sans fertilisation. Trois traitements insecticides au Cypercal 50 EC ont été effectués pour lutter contre les insectes ravageurs. Le premier a lieu dès l'apparition des premières feuilles cotylédonaire, le second au début de la floraison mâle, et enfin le troisième au moment de la formation des premiers gousses. Un désherbage régulier a été effectué pour éviter toute compétition entre les adventices et les plantes d'intérêt.

### 1.4. Variables mesurées

Les observations ont été effectuées sur chaque plante. Les mesures des paramètres agromorphologiques ont débuté de la levée jusqu'à la récolte (Tableau 2). Douze paramètres ont été mesurés. Les quatre premiers ont concerné les durées des stades phénologiques des accessions à savoir le temps de germination, la date d'apparition des premières fleurs mâles et femelles et le temps de maturité des gousses. Le diamètre au collet, la longueur de la plante, le nombre de ramifications primaires et le nombre de feuilles par plante ont été les paramètres liés à la croissance. A cela, s'ajoutent le poids des gousses et des graines, le nombre des gousses et des graines. Le rendement par pied (ReP) a également été évalué pour chaque accession, calculé selon la formule suivante :  $ReP = PoGr \times NbFr$ .

**Tableau 2.** Méthodes de mesures des différents paramètres du niébé

<b>Paramètres mesurés chez le niébé</b>	<b>Méthodes de mesures</b>
Temps de germination (TeGe)	Le temps mis depuis la germination jusqu'à la levée
Date d'apparition de la première fleur mâle (DaFm)	Le temps mis depuis le semis jusqu'à l'ouverture de la première fleur mâle de chaque plante.
Date d'apparition de la première fleur femelle (DaFf)	Le temps mis depuis la date de semis jusqu'à l'ouverture de la première fleur femelle de chaque plante.
Date de la maturité des gousses (DmGo)	Le temps mis depuis le semis jusqu'à la maturation du premier fruit
Diamètre de la tige au collet (DiTc)	La mesure du diamètre de la tige de la plantule prise à l'aide d'une pierre à coulisse
Longueur de la plante (LoPl)	La longueur de la plante prise en mesurant la tige principale de chacune des plantes à l'aide du mètre-ruban. Cette longueur correspond à la distance entre le sol et l'extrémité supérieure de la plante
Nombre de ramification de la plante (NoRa)	Le nombre de ramifications primaires qui partent de la tige principale
Nombre de feuilles de la plante (NoFe)	Le nombre total de toutes les feuilles de la plante
Nombre de gousse par plante (NGoP)	Le nombre de gousse est déterminé en comptant l'ensemble des fruits matures d'une plante dès que le couvert végétal se dessèche.
Poids des gousses (PoGo)	Le poids des gousses séchées et déterminé à l'aide de la balance Roberval.
Nombre de graines (NoGr)	le nombre total de graines est déterminé en comptant l'ensemble des graines issues d'une gousse.
Poids des graines (PoGr)	Il s'agit du poids sec de gousses par plante à l'aide de la balance Roberval

### 1.5. Analyse des données

Toutes les données ont été statistiquement analysées en utilisant le logiciel Statistica version 7.1 (StatSoft, 2005). La comparaison des différents paramètres sur chaque type de port a été effectuée en utilisant le test *t* de Student. Aussi, pour la durée de maturation des gousses, du nombre de feuilles et du rendement, une comparaison des moyennes entre les différentes accessions par l'Analyse de la Variance (ANOVA) a été réalisée. Lorsqu'une différence significative est révélée entre les accessions pour un caractère donné, l'ANOVA est complétée par le test de la plus petite différence significative (ppds).

## 2. Résultats

### 2.1. Identification des différents types de port des accessions

A partir du 30<sup>e</sup> jour après semis, les différents types de port ont été déterminés pour l'ensemble de toutes les accessions. Deux types de ports ont été identifiés, le port érigé et le port rampant. Parmi ces accessions, 12 soit 54,54% sont à port érigé et 10 soit 45,46% sont à port rampant (Tableau 3). Les deux types de port se retrouvent presque dans les différentes zones de collecte de la Côte d'Ivoire. Ainsi, 50% de chaque type de port proviennent du Nord. Par ailleurs, 41,66 et 58,34% des accessions respectivement pour le port érigé et le port rampant sont originaires de l'Ouest. Cependant, toutes les accessions collectées à l'Est du pays sont à port érigé.

**Tableau 3.** Liste des différents ports des accessions

N <sup>o</sup>	Accessions	Zone	Type de port	N <sup>o</sup>	Accessions	Zone	Type de port
01	NKB	Nord	E	12	NGR	Ouest	R
02	NKR	Nord	E	13	NGB	Ouest	R
03	NKN	Nord	R	14	NGN	Ouest	R
04	NBB	Ouest	E	15	NZN	Ouest	R
05	NBR	Ouest	E	16	NZR	Ouest	E
06	NBN	Ouest	R	17	NZB	Ouest	E
07	NTR	Nord	R	18	NAB	Est	E
08	NTN	Nord	R	19	NAR	Est	E
09	NTB	Nord	E	20	NDR	Ouest	R
10	NMR	Ouest	E	21	NDB	Ouest	E
11	NMB	Ouest	E	22	NDN	Ouest	R

E : Erigé ; R : Rampant

### 2.2. Comparaison des deux types de port en fonction des stades phénologiques

Le temps de germination des graines, les temps d'apparition des fleurs et le temps de maturité des gousses ont été les paramètres mesurés pour les différents stades phénologiques des accessions. Les durées des principaux stades phénologiques des accessions étudiées sont enregistrées dans le Tableau 4. Le temps de germination a été identique pour le port rampant et le port érigé. Il est de 5 jours en moyenne pour les deux types de port. Cependant, l'apparition des fleurs mâles et femelles a été plus rapide chez le port érigé que celui à port rampant ( $P < 0,001$ ). Les fleurs mâles sont apparues un mois après le semis chez le port érigé tandis qu'elles sont apparues deux mois après le semis chez le port rampant. Chez les différents types de port, les fleurs femelles n'apparaissent qu'environ 10 jours après l'apparition des fleurs mâles.

Les résultats obtenus ont également montré que les gousses des accessions à port érigé ont atteint plus vite la maturité que celles à port rampant ( $<0,001$ ). Les gousses des accessions à port érigé sont arrivées à maturité deux

mois après le semis contrairement au port rampant qui sont arrivées à maturité trois mois après le semis. De la germination, à la maturité des gousses en passant par la floraison et la fructification, le port érigé a été considéré précoce et le port rampant tardif.

**Tableau 4.** Durée des stades phénologiques des accessions étudiées

Type de port	TeGe (j)	DaFm (j)	DaFf (j)	DmGo (j)
<b>Érigé</b>	5,55±0,62	31,40±1,58	39,91±1,67	60,08±2,72
<b>Rampant</b>	5,86±0,70	59,92±3,75	70,9±4,85	95,32±6,99
<i>t</i>	0,077	18,03	26,25	29,86
<i>P</i>	0,782	< 0,001	<0,001	< 0,001

TeGe : Temps de germination ; DaFm : Date d'apparition de la 1ere fleur mâle ; DaFf : Date d'apparition de la 1ere fleur femelle ; DmGo : Date de maturité de la gousse

### 2.3. Comparaison des deux types de port en fonction des paramètres de croissance

La comparaison des deux types de port en fonction des paramètres de croissance (le diamètre au collet, le nombre de ramification, le nombre de feuilles et la longueur de la plante) est présentée dans le tableau 5. Sur l'ensemble de ces paramètres, seul le diamètre au collet n'a enregistré aucune différence significative et a été identique pour les deux types de port ( $P = 0,10$ ). L'analyse portant sur le nombre de ramifications primaires émises par la tige principale a par contre montré que le port rampant est plus ramifié que le port érigé ( $P < 0,001$ ). Les accessions à port rampant ont été trois fois plus ramifiées que le port érigé.

Le nombre de feuilles portées par la plante et la longueur de la tige principale ont été plus élevés pour le port rampant. Le nombre de feuilles des accessions à port rampant représente le double de celles à port érigé. Il en est de même pour la longueur de la tige principale.

**Tableau 5.** Estimation des paramètres de croissance des deux types de port

Type de port	DiTc (cm)	NoRa	NoFe	LoPl (cm)
<b>Érigé</b>	5,36±1,00	2,18±0,72	43,16±8,47	45,38±11,87
<b>Rampant</b>	4,81±0,75	6,08±1,41	91,74±19,25	83,70±9,64
<i>t</i>	2,65	11,89	11,89	3,42
<i>P</i>	0,10	< 0,001	< 0,001	< 0,001

DiTc : Diamètre de la tige au collet ; NoRa : Nombre de ramification ; NoFe : Nombre de feuilles ; LoPl : Longueur de la plante

### 2.4. Comparaison des deux types de port en fonction des paramètres agronomiques

Parmi les paramètres agronomiques, seul le nombre de gousses par plante n'a pas varié pour les deux types de port ( $P = 0,067$ ). Le nombre de gousses portées par les différentes accessions est le même quel que soit le type de port. Par contre, le poids des gousses et des graines a varié et est plus élevé pour les accessions à port rampant. Cependant le nombre de graines dans les

gousses est plus nombreux chez les accessions à port érigé que celles à port rampant (Tableau 6).

**Tableau 6.** Estimation des paramètres agronomiques des deux types de port

Type de port	NGoP	PoGo (g)	NoGr	PoGr (g)
<b>Erigé</b>	10,38±1,60	7,29±1,38	70,55±10,02	4,45±1,15
<b>Rampant</b>	9,14±2,13	10,51±1,73	54,16±5,65	9,74±1,64
<i>t</i>	3,20	8,69	11,04	7,15
<i>P</i>	0,067	0,004	< 0,001	0,009

NGoP : Nombre de gousse par plante ; PoGo : Poids de la gousse ; NoGr : Nombre de graines ; PoGr : Poids des graines

## 2.5. Comparaison des différentes accessions en fonction de la durée de maturation des gousses, du nombre de feuilles et du rendement

L'analyse de variance réalisée entre les 22 accessions a révélé qu'il existe une différence significative pour tous les trois paramètres (Tableau 6). Les gousses des accessions à port rampant (NDN, NDR, NGB, NGN, NTN, NTR et NZN) ont une maturation tardive comparativement à celles des accessions à port érigé. Par ailleurs, la quasi-totalité des accessions à port érigé sont précoces que celles à port rampant. Le nombre de feuilles dénombrées chez les deux types de port pour toutes les accessions a montré des valeurs plus élevées chez les accessions NTN, NTR et NGR. Les accessions à port érigé ont produit un faible nombre de feuilles et ont présenté une faible envergure. Le rendement produit par huit accessions à port érigé (NKB, NZR, NKR, NDB, NBR, NBB, NAR et NAB) a également été faible. Les rendements les plus élevés ont été observés chez les accessions à port rampant. Parmi elles, les accessions NTN, NTR et NBR ont présenté les meilleurs rendements.

**Tableau 6.** Comparaison des accessions en fonction de la durée de maturation des gousses, du nombre de feuilles et du rendement

Accessions	Port	DmGo (j)	NoFe	Rendt
NAB	E	59,40±2,07 <sup>c</sup>	45,20±18,17 <sup>c</sup>	43,21±7,76 <sup>c</sup>
NAR	E	59,80±1,30 <sup>c</sup>	43,80±5,54 <sup>c</sup>	42,28±9,90 <sup>c</sup>
NBB	E	60,80±1,30 <sup>c</sup>	55,40±18,14 <sup>c</sup>	35,50±10,08 <sup>c</sup>
NBN	R	88,80±4,20 <sup>ab</sup>	80,80±13,66 <sup>b</sup>	111,49±11,46 <sup>a</sup>
NBR	E	57,40±2,30 <sup>c</sup>	46,00±11,06 <sup>c</sup>	31,22±11,75 <sup>c</sup>
NDB	E	58,80±2,22 <sup>c</sup>	45,40±5,02 <sup>c</sup>	44,88±11,27 <sup>c</sup>
NDN	R	101,40±3,50 <sup>a</sup>	92,80±16,61 <sup>ab</sup>	55,75±10,17 <sup>bc</sup>
NDR	R	99,40±6,42 <sup>a</sup>	89,60±9,68 <sup>ab</sup>	105,35±27,20 <sup>a</sup>
NKN	R	84,40±5,02 <sup>bc</sup>	77,00±25,00 <sup>b</sup>	89,77±27,45 <sup>ab</sup>
NKR	E	64,60±1,14 <sup>c</sup>	41,40±0,84 <sup>c</sup>	49,45±10,75 <sup>c</sup>
NMB	E	57,20±2,40 <sup>c</sup>	35,80±4,86 <sup>c</sup>	61,65±13,49 <sup>bc</sup>
NMR	E	60,80±1,92 <sup>c</sup>	38,00±10,04 <sup>c</sup>	54,51±7,78 <sup>bc</sup>
NGB	R	98,80±5,84 <sup>a</sup>	87,00±7,96 <sup>ab</sup>	97,27±20,24 <sup>ab</sup>
NGN	R	99,40±6,42 <sup>a</sup>	86,20±7,42 <sup>ab</sup>	87,68±19,56 <sup>ab</sup>
NGR	R	92,80±8,95 <sup>ab</sup>	97,00±23,18 <sup>a</sup>	55,67±34,89 <sup>bc</sup>
NTB	E	61,60±2,70 <sup>c</sup>	46,20±2,58 <sup>c</sup>	53,45±10,61 <sup>bc</sup>

NTN	R	95,00±3,70 <sup>a</sup>	107,80±17,13 <sup>a</sup>	107,08±24,2 <sup>a</sup>
NTR	R	95,00±2,34 <sup>a</sup>	112,20±29,65 <sup>a</sup>	92,94±19,74 <sup>ab</sup>
NZB	E	59,20±1,48 <sup>c</sup>	42,44±8,29 <sup>c</sup>	46,93±14,60 <sup>cd</sup>
NZN	R	98,00±2,34 <sup>a</sup>	87,00±8,18 <sup>ab</sup>	94,09±17,16 <sup>ab</sup>
NZR	E	58,60±1,81 <sup>c</sup>	39,20±1,48 <sup>c</sup>	43,05±13,58 <sup>c</sup>
NKB	E	62,40±2,79 <sup>c</sup>	39,20±9,73 <sup>c</sup>	48,64±118,90 <sup>c</sup>
<i>F</i>		113,51	19,52	9,38
<i>p</i>		< 0,001	< 0,001	< 0,001

Sur une même ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Newman-Keuls (SNK) au seuil de probabilité de 5%. DmGo : Date de maturité de la gousse ; NoFe : Nombre de feuilles ; Rendt : Rendement ; R : Rampant ; E : érigé ;

### 3. Discussion

Le travail a été réalisé dans le but de caractériser les différents types de port de *Vigna unguiculata* (L.) Walp afin d'évaluer leur potentiel de production. Le port érigé, le port rampant et le port semi-rampant sont les principaux types de ports qu'on retrouve chez le niébé (Gbaguidi *et al.*, 2015). Dans cette étude, deux types de port ont été identifiés. Le port érigé et le port rampant ont été identifiés avec respectivement 54,54% et 45,46%. Les résultats obtenus dans cette étude ne concordent pas avec ceux de Bouba *et al.* (2016) au Cameroun dont le port rampant est de loin le plus abondant avec plus de 60%. Dans notre cas, le cultivar à port rampant n'a pu être échantillonné lors des prospections effectuées à l'Est de la Côte d'Ivoire. Un échantillonnage des accessions dans d'autres zones de la Côte d'Ivoire notamment au Sud et au Centre pourrait nous situer sur la répartition et la proportion de chaque cultivar.

Les accessions à port rampant ont mis plus de temps à fleurir et à produire des gousses que celles à port érigé. La date de floraison et la date de maturité des gousses sont des indicateurs de la durée du cycle de la plante. La production des gousses matures des accessions à port rampant a été de trois mois. Elles ont été qualifiées d'accessions tardives. Le caractère rampant de ce type d'accessions permettant de couvrir très tôt le sol a pour avantage de faire l'économie d'une ou deux séances de sarclage et donc un gain dans le coût de la production des graines (N'Gbesso *et al.*, 2013). Le port érigé a mis deux mois à produire des gousses matures et a été qualifiée d'accessions précoces. Ces dernières sont recommandées en agriculture car cette précocité permet d'envisager trois à quatre cultures par an.

Les accessions à port rampant ont eu en revanche plus de feuilles que les ports érigés. Elles sont caractérisées par une plus grande production des feuilles. Aussi, la quantité de feuilles que présentent les accessions à port rampant est utile comme fourrage animale. En effet, certains paysans nigériens ont augmenté leur revenu annuel de 25%, en vendant du fourrage de niébé

durant la période la plus difficile de la saison sèche (Dugje *et al.*, 2009) lorsque le bétail n'a rien à paître.

La divergence entre les types de port a été également observée au niveau de la performance productive. L'examen des données fait apparaître que cette divergence est due à la différence des poids des gousses et des graines entre les deux types de port. Le poids des gousses et des graines est plus élevé pour les accessions à port rampant. Selon Muro *et al.* (1998), la présence des feuilles est indispensable pour l'activité photosynthétique nécessaire à la fructification. La corrélation positive entre le nombre de feuilles et le poids des fruits a été également rapportée par plusieurs études (Tsumuki *et al.*, 1989 ; Coulibaly *et al.*, 2019).

La comparaison des différentes accessions utilisées pour l'étude a permis d'observer que les accessions à port érigé sont plus précoces que les accessions à port rampant. Cependant les paramètres agronomiques sont plus élevés pour les accessions à port rampant. Ces résultats confirment la précocité du port érigé et le potentiel à haut rendement du port rampant.

## Conclusion

L'évaluation agromorphologique des différents ports du niébé ont permis de mettre en évidence les étapes phénologiques, la croissance et les performances de production de chaque type de port. Deux types de port ont été identifiés, le port érigé et le port rampant. Le port érigé est précoce et le port rampant est tardif avec une envergure plus développée. Ce dernier a présenté également les paramètres agronomiques plus élevés. Les études antérieures contribueront à mettre en place un programme d'amélioration génétique du niébé. Ce programme nous permettra d'obtenir des variétés du niébé précoces avec et à haut rendement.

## References:

1. Assouman, J.S.K., Diarrassouba, N., Yao, S.D.M. & Ossey, A.R. (2021a). Morpho-phenological Variability of Flowers Traits and Hybridization of Five Inbred Lines of Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] in Côte d'Ivoire. *Annual Research & Review in Biology*, 36 (11), 36-46. doi: 10.9734/arrb/2021/v36i1130449
2. Assouman, J.S.K., Diarrassouba, N., & Yao, S.D.M. (2021b). Preliminary study on morphological diversity of cowpea accessions [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] collected in the North of Côte d'Ivoire. *International Journal of Current Research in Bioscience and Plant* 8(9), 1-12. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcrbp.2021.809.001>
3. Ba, I. (2014). Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Rapport d'exécution et Présentation des principaux résultats, Côte d'Ivoire, 49 pages.



4. Bouba, D., Boukar, O., Kosma, P., Miafo, A.P.T., & Madi, A. (2016). Diversité Agrogenetique des Cultivars Locaux de Niébé (*Vigna unguiculata*) à l'Extrême-Nord du Cameroun. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17 (1), 225-268. Doi : <http://www.ijias.issr-journals.org/>
5. Coulibaly, N.D., Fondio, L., N'Gbesso, M. F.D.P., & Doumbia B. (2019). Evaluation des performances agronomiques de quinze nouvelles lignées de tomate en station au Centre de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (3), 1565-1581. doi :10.4314/ijbcs.v13i3.29
6. Dagba E., & Remy M. (1990). Milieu et port du niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walpers. *Revue de Cytologie et de Biologie végétale*, 13, 5-45.
7. Dugjie, I.Y., Omoigui, L.O., Ekeleme, F., Kamara, A.Y., & Ajeigbe, H. (2009). Farmers'Guide to Cowpea Production in West Africa., Ibadan (Nigeria): International Institute of Tropical Agriculture. 20, 12-14.
8. Gbaguidi, A., Assogba, P., Dansi, M., Yedomonhan, H., & Dansi, A. (2015). Caractérisation agromorphologique des variétés de niébé cultivées au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2), 1050-1066. doi : [Htt://ajol.info/index.php/ijbcs](http://ajol.info/index.php/ijbcs)
9. Gore, B.B.N., Koffi, A. M. H., Anzara, K.G., & Akaffou D. S. (2020). Comparing the Growth Performance and Yield Parameters of Two Cowpea Varieties (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) under Different Sowing Densities. *Journal of Experimental Agriculture International* 42(8), 01-07. doi: <http://dx.doi.org/10.9734/jeai>
10. Koffie-bikpo, C.Y., & Kra, K.S. (2013). La région du haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*. 2, 95 – 103.
11. Koko, C. A., Diomande, M., Kouame, B.K., Yapo, E.S.S., & Kouassi, J.N. (2016). Caractérisation physicochimique des graines de quatorze variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) de Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 17, 496-505.
12. Kouamé, N., Kouassi, N.J., Ayolie, K., Yao, K. B., & Yatty, K.J. (2020). Influence de l'association culturale sur la capacité de nodulation de trois espèces de légumineuses : Arachide, Niébé et Soja vert. *Journal of Applied Biosciences*. 145, 14930 – 14937. doi : <https://doi.org/10.35759/JABs.145.8>
13. Muro, J., Irigoyen, I., & Lamsfus, C. (1998). Effect of defoliation on onion crop yield. *Scientia Horticulturae*, 77,10.
14. Nadjiam, D., Doyam, A.D., Bedingam, D. (2015). Etude de la variabilité agromorphologique de quarante-cinq cultivars locaux de

- niébé (*Vigna unguiculata*, (L.)Walp.) de la zone soudanienne du Tchad. *Afrique SCIENCE*, 11 (3), 138 – 151
15. N’Gbesso, M.F.D.P., Zohouri, G.P., Fondio, L., Djidji, A.H. Konate, D. (2013). Etude des caractéristiques de croissance et de l’état sanitaire de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] en zone centre de Côte d’Ivoire. *International Journal of Biological Chemistry*, 7 (2), 457-467. doi: //ajol.info/index.php/ijbcs
  16. Sanginga, N., Dashiell, K.E., Diels, J., Vanlauwe, B., Lyasse, O., Carsky, R.J., Tarawali, S., Asafo-Adjei, B., Menkir, A., Schulz, S., Singh, B.B., Chikoye, D., Keatinge, D., & Ortiz, R. (2003). Sustainable resource management coupled to resilient germplasm to provide new intensive cereal-grain-legume livestock systems in the dry savanna. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100, 305–314. doi : [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00188-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00188-9)
  17. Stoilova, T., & Pereira, G. (2013). Assessment of the genetic diversity in a germplasm Collection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) using morphological traits. *African Journal of Agricultural Research*. 8 (2), 208-215. doi: 10.5897/AJAR12.1633
  18. Tsumuki, T., Kanehisa, K., & Kawada K. (1989). Leaf surface wax as a possible resistance factor of barley to cereal aphids. *Applied. Entomolgy and Zoology*, 24, 295-301. doi : <https://doi.org/10.1303/aez.24.295>



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

**Aspects Cliniques et Épidémiologiques des Pathologies Ano Rectale au Chu Communautaire de Bangui (République Centrafricaine) Durant la Période de 23/05/2022 au 23/03/2023**

***Oumarou Youssouf***

Centre Hospitalier Universitaire Communautaire de Bangui Service de Médecine Interne, Centrafrique

***Natalie Akélélo Boua***

***Ngboko Mirotiga Pétula Anicette***

***Camengo Police***

Centre hospitalo-universitaire Sino-Centrafricaine de Bangui, Centrafrique

***Service George***

Centre hospitalo-universitaire Maman Élisabeth Domitien, Centrafrique

***Tapande Yakossa Eva Elemence Épouse Maka***

Laboratoire national

***Ouimon Daniel***

Centre hospitalo-universitaire Pédiatrique de Bangui

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p189](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p189)

Submitted: 03 May 2023

Accepted: 25 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Youssouf O., Boua N.A., Anicette N.M.P., Police C., George S. Maka T.Y.E.E.É. & Daniel O. (2023). *Aspects Cliniques et Épidémiologiques des Pathologies Ano Rectale au Chu Communautaire de Bangui (République Centrafricaine) Durant la Période de 23/05/2022 au 23/03/2023*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 189.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p189>

## **Abstract**

Introduction : bien que minimisées en Afrique subsaharienne, les pathologies Ano rectales sont fréquentes et variées. Objectif : étudier les aspects épidémiologiques, cliniques et endoscopiques de la pathologie Ano rectale à Bangui. Patients et méthodes : Étude rétrospective à partir des dossiers de comptes rendus d'endoscopie digestive basse réalisée au CHU Communautaire de Bangui du 23/05/2022 au 23 /03/2023. L'âge, le sexe, les indications de l'examen ainsi que les lésions anales et rectales rencontrées ont été recueillis. La classification endoscopique de GOLIGHER a été utilisé pour

classer les maladies hémorroïdaires. Résultats : Au total, il avait 38 Anorectoscopies réalisées dont 28(73,7%) étaient des hommes et 10 femmes (26,3%) soit un sex-ratio de 2,8. L'âge moyen était de 45,6 ans  $\pm$ 13,3 avec des extrêmes de 22 et 86 ans. Les fonctionnaires représentent (42,10%) suivis des commerçants (21,1%) et des femmes au foyer (13,1%). L'indication la plus fréquente est la rectorragie (35,6%) suivie par les constipations (21,1%), la douleur abdominale (7,9%), la proctalgie (7,9%). La maladie hémorroïdaire occupe la première position avec 18 cas soit 47,36%, suivie d'aspect inflammatoire 10 cas soit 26,3%. La tranche d'âge de 41 à 60 ans présente dans 62% la maladie hémorroïdaire grade I de Goligher et 60 % grade II. Les 20 à 40 ans présentent 37,5% grade I et 30% grade II. Les hommes présentent 17 cas de maladies hémorroïdaires soit 94,44%, les femmes 1 cas soit 5,56%. Les fonctionnaires représentent 44,45% suivis des commerçants 33,15%.

Conclusion : Les pathologies Ano rectales sont fréquentes au niveau du CHU communautaire de Bangui dominé par la maladie hémorroïdaire des campagnes de sensibilisation et de prévention au profit de la population à risque notamment les fonctionnaires et les hommes doivent être mis en œuvre afin de les motiver à réaliser l'endoscopie digestive pour une meilleure prise en charge de ces pathologies.

---

**Mots-clés:** Pathologie Ano rectale, Bangui, République centrafricaine

---

## **Clinical and Epidemiological Aspects of Anorectal Pathologies in the Community Chu of Bangui (Central African Republic) During the Period from 05/23/2022 to 03/23/2023**

*Oumarou Youssouf*

Centre Hospitalier Universitaire Communautaire de Bangui Service de  
Médecine Interne, Centrafrique

*Natalie Akélélo Boua*

*Ngboko Mirotiga Pétula Anicette*

*Camengo Police*

Centre hospitalo-universitaire Sino-Centrafricaine de Bangui, Centrafrique

*Service George*

Centre hospitalo-universitaire Maman Élisabeth Domitien, Centrafrique

*Tapande Yakossa Eva Elemence Épouse Maka*

Laboratoire national

*Ouimon Daniel*

Centre hospitalo-universitaire Pédiatrique de Bangui

---

### **Abstract**

Introduction: although minimized in sub-Saharan Africa, Anorectal pathologies are developed and varied. Objective: to study the epidemiological, clinical, and endoscopic aspects of Ano rectal pathology in Bangui. Patients and methods: Retrospective study based on files of lower digestive endoscopy reports carried out at the Bangui Community University Hospital from 05/23/2022 to 03/23/2023. The age, the sex, the indications of the examination as well as the anal and rectal lesions encountered were reported. GOLIGHER's endoscopic classification was used to classify hemorrhoidal diseases. Results: In total, he had 38 Anorectoscopies performed, of which 28 (73.7%) were men and 10 women (26.3%) i.e. a sex ratio of 2.8. The average age was 45.6 years  $\pm$ 13.3 with extremes of 22 and 86 years. Civil servants represent (42.10%) followed by traders (21.1%) and housewives (13.1%). The most common indication is rectal bleeding followed (35.6%) by constipation (21.1%), abdominal pain (7.9%), and proctalgia (7.9%). Hemorrhoidal disease occupies the first position with 18 cases 47.36%, followed by the inflammatory aspect 10 cases or 26.3%. The age group of 41 to 60 years present in 62% of the hemorrhoidal disease grade I of Goligher and 60% grade II. The 20 to 40-year-olds present 37.5% grade I and 30% grade II. Men present 17 cases of hemorrhoidal disease, i.e. 94.44%, women 1 case, i.e. 5.56%. Civil servants represent 44.45% followed by traders 33.15%.

**Conclusion:** Ano rectal pathologies are performed at the service level dominated by hemorrhoidal disease representing more than 90% of men affecting more male officials and traders.

---

**Keywords:** Ano rectal pathology, Bangui, Central African Republic

## **Introduction**

Les pathologies Ano rectales désignent toutes lésions organiques et ou fonctionnelles de la partie anale et ou rectale, elles sont dominées par les maladies hémorroïdaires qui touche plus 30% de la population en France (H. Joubert et al, 2018), Il existe des **hémorroïdes externes** et des **hémorroïdes internes**, cette classification est importante pour la prise en charge thérapeutique. La maladie hémorroïdaire est due à une dilatation variqueuse et inflammation des veines hémorroïdales. Beaucoup d'études évoquent que la pathologie Ano rectale est relativement fréquente en Afrique (Bagny et al, 2016 ; DIA et al 2017).

Ces pathologies sont minimisées en Afrique au sud du Sahara probablement pour question de tradition et pudeur (Darie H et al, 1996).

La pathologie ano-rectale demeure un motif fréquent de consultation aussi bien en médecine générale qu'en gastroentérologie (Pfenninger JL et al, 2001 ; Tade AO et al, 2004). Plusieurs études ont été consacrées à la pathologie Ano-rectale en Afrique tropicale (Dia D et al, 2010- Okon JB et al 2012). (Katilé et al, 2019) au Mali ont trouvé que la pathologie Ano rectale est fréquente à Kayes. La maladie hémorroïdaire et la fissure anale ont été les principales pathologies rencontrées (Bagny et al,2016 et Katilé et al, 2019). En République centrafricaine aucune étude n'est réalisée depuis 2004, la seule et dernière est celle de (Yassibanda et al, 2004) qui avait noté une richesse symptomatique de ces pathologies. Nous avons voulu par ce travail, réactualiser les données de ces pathologies Ano rectales à Bangui au CHU communautaire, aussi pour partager notre expérience de travail réalisé avec un minimum de plateau technique.

## **Patients et methodes**

Il s'agissait d'une étude rétrospective réalisée du 23/05/2022 au 23 /03/2023 qui avait porté sur l'analyse des comptes rendus d'Anorectoscopie dans l'unité d'Anorectoscopie du Centre Hospitalo-universitaire communautaire de Bangui. Les examens avaient été réalisés après un lavement évacuateur du rectum et de l'anus, le matin même du jour de l'examen. Les données avaient été recueillies à partir du registre d'Anorectoscopie qui comportaient les renseignements pour chaque patient, entre autre, l'âge, le sexe, la profession l'indication de l'examen et la lésion retenue. Tous les comptes rendus bien remplis avaient été inclus. Ces données avaient été

traitées et analysés au moyen du logiciel Epi info version 6. Le comité d'évaluation et de validation des études cliniques de la FACSS (Faculté des Sciences de la Santé) de Bangui en République Centrafricaine faisant office de comité d'éthique avait donné son approbation.

### Resultats:

Du 23/05/2022 au 23 /03/2023 soit 11 mois 38, Anorectoscopies ont été réalisées représentant 28 homme (73,7%) et 10 femmes (26,3%) soit un sex-ratio de 2,8. L'âge moyen était de 45,6 ans  $\pm$ 13,3 avec des extrêmes de 22 et 86 ans

Les fonctionnaires sont plus représentés 16 (42,10%) suivi des commerçants 8 (21,1%) et des femmes au foyer 5 (13,1%). Les indications de l'examen anorectoscopiques sont respectivement : La rectorragie 15 cas (35,6%), les constipations 8 cas (21,1%), la proctalgie 4 cas (7,9%), douleur abdominale 3 cas (7,9%).

**Tableau 1.** Répartition des patients selon le type de lésions observées

Lésions	Effectif	Pourcentage (%)
<b>Maladie hémorroïdaire</b>	18	47,36
<b>Aspect inflammatoire de la muqueuse</b>	10	26,3
<b>Normale</b>	7	18,4
<b>Polype rectal</b>	2	5,3
<b>Fissure anale + rectite</b>	1	2,6
<b>Total</b>	38	100

La maladie hémorroïdaire occupe la première position avec 18 cas soit 47,36%, suivie d'aspect inflammatoire 10 cas soit 26,3%.

**Tableau 2.** Répartition des maladies hémorroïdaires selon le sexe

Sexe	Maladies hémorroïdaires	n(%)
<b>Masculin</b>		17 (94,44%)
<b>Féminin</b>		1 (5,56%)
<b>Total</b>		18 (100%)

Les hommes présentent 17 cas de maladies hémorroïdaires soit 94,44%, les femmes 1 cas soit 5,56%.

**Tableau 3.** Répartition des maladies hémorroïdaires selon la profession

Profession	Maladies hémorroïdaires	n(%)
Fonctionnaire		8(44,45%)
Commerçant		6(33,15%)
Fonctionnaire retraité		1(5,60%)
Eleveur		0(0,00%)
Cultivateur		0(0,00%)
Chauffeur		1(5,60%)

Elève ou Etudiant	1(5,60%)
Religieuse	1(5,60%)
Sans profession	0(0,00%)
<b>Total</b>	<b>18(100%)</b>

---

Les fonctionnaires représentent 44,45% suivi des commerçants 33,15%.

### **Quelques iconographies choisies, pour illustrer certaines lésions intéressantes des anorectoscopies**



**Figure 1.** Image illustrant la Maladie hémorroïdaire grade II de Goligher chez un sujet du sexe masculin de 42 ans pour une constipation



**Figure 2.** Image illustrant une rectite (aspect inflammatoire) de la muqueuse rectale chez un sujet du sexe masculin de 40 ans pour proctalgie





**Figure 3.** Image illustrant une polype sessile chez un sujet du sexe masculin de 62 ans avec sensation de proctalgie et constipation

## Discussion

Les pathologies Ano rectales en Centrafrique sont peu documentées (Yassibanda et al,2004). Nous avons réalisé une étude rétrospective pendant 11 mois du 23/05/2022 au 23/03/2023 au cours de laquelle 38 Anorectoscopies ont été réalisées dont 31 (81,58%) patients au moins présentaient une lésion. Cette étude montre que la pathologie Ano rectale est fréquente dans notre contexte, cette constatation a été déjà faite dans une étude antérieure réalisée à Bangui à l'Hôpital de l'Amitié Sino Centrafrique par (Yassibanda et al,2004). On note une prédominance masculine 28 homme (73.7%) et 10 femmes (26.3%) soit un sex-ratio de 2,8 qui est supérieur à celui, rapporté par (Yassibanda al,2004) qui était de 2,4 et de celui de (Katilé et al,2019) à 2,3. L'âge moyen était de 45,6 ans  $\pm$ 13,3 avec des extrêmes de 22 et 86 ans qui est supérieur à celui de (Katilé et al,2019) 36,32 et de (Yassibanda et al,2004) (36,28 ans) et comparable à celui de (Bagny et al,2016) à 41.8 $\pm$ 14,3 ans et d'autres séries africaines 41.8 $\pm$ 14,3 ans (Mahassadi KA et al ,2012 ; Ndjitoyap Ndam EC et al 1991 ; N'dri N et al, 1994). Nous avons retrouvé une prédominance masculine (sex-ratio = 1,6) comparable à la série de Nditoyap et al (1991), mais nettement inférieure à celle de Ndri et al (1994) en Côte d'Ivoire qui avaient trouvé 3,6. Ce jeune âge a été également retrouvé par d'autres auteurs en Afrique, 41 ans au Togo (Bagny et al,2016) et 36,33 ans au Mali (Maïga M.Y. et al,1995). Quant à la profession de nos patients, les fonctionnaires sont plus représentés (42,10%), supérieur à (29,1%) de (Yassibanda et al,2004). La rectorragie a été le signe fonctionnel qui a motivé le plus la réalisation de l'endoscopie (35,6%) comparable à celui de (Katilé et al,2019) à 38,8%. Ceci est conforme aux données de la littérature (PFENNINGER JL et al 2001 et Dia et al, 2010). Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'il existe une croyance populaire qui établit une association entre le

saignement et la gravité de la maladie et aussi par l'anxiété et le stress causés par la vue du sang, chez des sujets du sexe masculin pour qui le saignement par voie basse constitue un phénomène pouvant entraîner une baisse de libido. La pathologie la plus fréquemment rencontrée était la maladie hémorroïdaire (47,36) comme dans d'autres études africaines (Bagny et al, 2016 ; Dia et al, 2010) ; les maladies hémorroïdaires sont fréquentes chez les es fonctionnaires représentant 44,45% suivi des commerçants 33,15%. Cela pourrait s'expliquer par la position assise prolongée dans leurs activités, manque de pratique de sport, la consommation d'alcool et de plats épicés ainsi que le surpoids et l'obésité.

Notre étude a trouvé une fréquence de 5,3 pour les polypes comparables au 4.33% chez (Yassibanda et al, 2004) et supérieur, 2,79% de (Katilé et al,2019). Ces fréquences prouvent que ces pathologies sont dans une proportion relativement faible mais qui mérite une attention particulière du fait de risque potentiel de cancérisation. La sensibilisation pour un recours précoce aux soins modernes, la vulgarisation de la pratique de l'endoscopie pourraient améliorer ces fréquences.

## Conclusion

La pathologie Ano rectale est fréquente à Bangui. La maladie hémorroïdaire a été la principale pathologie rencontrée. Les endoscopies digestives doivent être proposées à tous patients présentant des symptômes Ano rectaux. Cette étude prouve aussi que les polypes rectaux sont relativement fréquents et nécessitent une polypectomie dont nous disposons actuellement le matériel nécessaire, mais les efforts sont en cours pour palier à cette insuffisance.

## References:

1. H. Joubert et 2018 Centre des maladies de l'appareil digestif Mentions légales | Conception: Maladies ano-rectales
2. BAGNY A, BOUGLOUGA O, DJIBRIL MA, DUSABE A, MBA KB,KAAGA LY et al (2010) Aspects psychopathologiques au cours des hématoméses au Togo : représentation et vécu chez les patients. J. Afr. Hépatol. Gastroentérol ; 4:216-219
3. DIA D, DIOUF ML, MBENGUE M, BASSENE ML, FALL S, DIALLO S et al. (2010) Pathologies anorectales à Dakar, analyse de 2016 examens proctologiques. Med Afr Noire ; 57 :241-244
4. DARIE H, KLOTZ F (1996). La pathologie anale et péri-anale en zone tropicale. Acta endoscopica ; 26, 9- 16.
5. PFENNINGER JL, ZAINEA GC. (2001) Common anorectal conditions : Part II. Lésions. Am Fam Physician ; 64 (1) : 77-88.

6. TADE AO, SALAMI BA, MUSA AA, ADENIJI AO. (2004) Anal complaints in Nigerians attending Olabisi Onabanjo University Teaching Hospital (OOUTH), Sagamu. Niger Postgrad Med J ; 11 (3) : 218-20
7. OKON JB, NDRI N, TOTH'O A, ASSI C, DIAKITE M, SORO D et al. (2012) Diagnostic des rectorragies au centre hospitalier universitaire de Cocody à Abidjan (Côte d'ivoire). Médecine et sante tropicale ; 22 :398-400
8. Katilé D1, Dicko MY2 , Kondé A3 , Mallé O4 , Sangaré D5 , Sanogo SD2 , Soumaré G6 , Diallo B7 , Sogoba G 8 , Traoré LI8 , Sangaré S8 , Konaté A2 , Diarra MT2 , Maïga MY2 . La Pathologie Anorectale à Kayes au Mali 2019 ;20 :113-115.
9. YASSIBANDA S, IGNALEAMOKO A, MBELESSO P, BOBOSSI GS, BOUA N, CAMEOGO-POLICE SM et al. (2004) La pathologie ano-rectale à Bangui République de centre Afrique. Mali Med ; 19(2) :12-14
10. MAHASSADI KA, SORO KG, KOUAKOU B, ANZOUA KI, BANGOURA DA. (2012) Les affections colo-proctologiques et leurs déterminants au CHU de Yopougon (Côte d'Ivoire). Rev int sc méd; 14: 73-77.
11. NDJITOYAP NDAME C, NJOYA O, MBALLA E, NSANGOU MF, NJAPOM C, MOUKOURI NYOLO E et al. (1991) Apport de l'endoscopie dans la pathologie digestive basse en milieu Camerounais, étude analytique de 720 examens. Med Afr Noire, 38 (12) :835-841
12. N'DRI N, KOUAKOU LOHOUES MJ, ATTIA KA, MOUSTAPHA OM, YASSIBANDA S, BOUGOUMA A, et al. (1994) La maladie hémorroïdaire en milieu africain : à propos de 552 cas colligés au CHU de Cocody. Med Chir Dig ; 23 : 233-4
13. MAIGA MY, TRAORE HA, DIALLO G, DEMBELE M, DEMBELE K, KALLE A, GUINDO A. (1995) Aspects cliniques et anatomopathologiques du cancer du canal anal au Mali : à propos de 9 cas. Méd Chir Dig;24 : 423-424



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Hypoglycemic Activity of Hydro-Acetic and Hydro-Methanolic Leaf and Bark Extracts of *Bauhinia rufescens* Lam in Mice**

*Lahat Niang*

Water, Energy, Environment and Industrial Processes Laboratory (LE3PI), at the Polytechnic School of Cheikh Anta Diop University of Dakar, Senegal

*Mahamat Seid Ali*

Faculty of Sciences and Techniques,  
Adam Barka University (UNABA), Abeche, Tchad

*Papa Guédel Faye*

*Nicolas Cyrille Ayessou*

*Mady Cisse*

Water, Energy, Environment and Industrial Processes Laboratory (LE3PI), at the Polytechnic School of Cheikh Anta Diop University of Dakar, Senegal

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p198](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p198)

---

Submitted: 09 February 2023

Accepted: 22 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Niang L., Ali M.S., Faye P.G., Ayessou N.C. & Cisse M. (2023). *Hypoglycemic Activity of Hydro-Acetic and Hydro-Methanolic Leaf and Bark Extracts of Bauhinia rufescens Lam in Mice*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 198.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p198>

---

### **Abstract**

The purpose of this study was to determine the hypoglycaemic effects of leaf and bark extracts of *Bauhinia rufescens* Lam, used in traditional medicine for diabetes in Senegal. Phytochemical screening of hydromethanolic and hydro-acetic extracts obtained from leaves and barks was carried out according to standard analytical methods. Experiments were carried out on normoglycemic and diabetic mice. These were obtained after the injection of a single dose of glucose (4 g/kg of body weight). The results showed that polyphenolic compounds, tannins, and flavonoids were the main phytochemical constituents of the extracts. Then the oral administration of the different extracts of *Bauhinia rufescens* Lam at doses of 500, 700, and 1000 mg/kg of body weight led to a significant reduction in blood sugar ( $p < 0.05$ ),

similar to the antidiabetic action of glibenclamide (10 mg/kg of body weight). Whatever the organ and the extraction solvent, the doses of 500 and 700 mg/kg of body weight induced dose-dependent hypoglycemia, just like glibenclamide. These results show that the metabolites revealed in the extracts could be responsible for their hypoglycemic effects. Thus, supported by a complete chemical study with a view to isolating the active substances responsible for the antidiabetic effect is possible. It will be allowed to formulate from a phytomedicine with potential for diabetes which makes possible their uses by populations for treatment of diabetes.

---

**Keywords:** *Bauhinia rufescens* Lam, hypoglycemia activities, glibenclamide

## Introduction

Plants are often used to fight against diseases linked to free radicals such as diabetes, cancer, and asthma (Halliwell, 2018) and degenerative diseases (Codonier-Franch *and al*, 2010). Diabetes is the most common endocrine disorder and the fastest-growing metabolic disorder in the world with an average annual growth rate of 1-2% (Wild, 2004). Therapeutic molecule uses, including insulin and oral hypoglycemic agents (biguanides, sulfonylureas), their regular administration generates adverse effects (Nissen and Wolski, 2007). The high cost of medicines, the inaccessibility of health care, and the effectiveness and availability of medicinal plants are pushing populations towards herbal medicine (Lu *and al*, 2011; Sen and Chakraborty, 2011). In Senegal, several plants used in traditional medicine for the treatment of diabetes such as *Bauhinia rufescens* have been listed (Niang, 2022), but not yet scientifically elucidated. In this context, we are interested to assess an glycemic activity of hydro-acetonic and hydro-methanolic extracts leaves and bark of *Bauhinia rufescens* Lam. This has been achieved in order to complete information and to project possible applications.

## Material and Methods

### *Collection and Identification of samples*

Leaves and trunk barks of *B. rufescens*, were collected in June 2019, in the region of Diourbel (central Senegal). The samples were identified and authenticated at the Laboratoire de Botany-Biodiversity of the Faculty of Sciences and Technology of Cheikh Anta Diop University. After washing with distilled water and oven drying at 50°C in the laboratory for two weeks, the leaves and barks were pulverized with an electric grinder (Kenwood, France). Thus, the sieved powders with a mesh size of 1mm, are then extracted with Soxhlet on a ratio of 10 g/100 mL of solvent.

### ***Extraction***

The extraction is performed with 70% (v/v) hydromethanol, (99.98%, Scharlau Chemie S.A, SPAIN) and 70% (v/v) hydro-acetone, (99.5%, Scharlab S.L, SPAIN) for two hours. After cooling, the mixture is clarified in a centrifuge (Hittich, Universal 16A, France) at 3000 rpm for 10 minutes then filtered under vacuum on Wattman No.1 paper. In the extracts, the traces of solvent are removed using a rotary evaporator (IKA® RV10 digital, France). The extracts are stored hermetically in sealed glass bottles at 4°C.

### ***Phytochemical Screening***

Standard phytochemical analysis methods were used to test for the presence of phytoconstituents in the extracts. Chemical tests were carried out on hydro-acetone and hydro-methanolic extracts using standard methods for the detection of tannins (Stiasny test followed by ferric chloride test), flavonoids (Shibata's test according to Karumi *and al*, 2004), steroids, and triterpenoids (Liebermann-Buchard test according to Miliuskas *and al.*, 2004) alkaloids (Valser-Mayer and Dragendorff's Reagents tests), saponins (foaming index) (WHO, 2013).

### ***Experimental animals***

Juvenile male Wistar albino mice from the Laboratory animal facility of Institut Pasteur of Dakar; weighing 18-34 g were used for *in vivo* studies of the glycemic activity of the extracts. The animals were kept in well aerated laboratory cages into groups of five mice in this same animal house and were allowed to acclimatize to the laboratory conditions for 2 weeks. The animals were maintained on standard animal feeds and drinking water *ad libitum* during the stabilization period. This research was carried out in accordance with the rules governing the use of laboratory animals as accepted internationally.

### ***Treatment with plant extract and technical collection of blood***

The mice are fasted for 12 hours before administration of the substances in milligrams per kilogram of body weight (b.w) orally using a loaded syringe. The sample is taken from the tail vein of the animal in order to have a drop of blood sufficient to determine the blood sugar level. The latter is measured using an Accu-Chek Active glucometer and test strips.

### ***Treatment of normoglycemic mice with plant extract and glibenclamide***

The guinea pigs are divided into 4 groups of 6 mice and 2 groups of 2 mice respectively for the extracts and the controls. Group 1 (negative control) receives distilled water (ED) at a dose of 10 mg/kg b.w. Commercially available Glibenclamide tablets were dissolved in distilled water and

administered orally to the mice at 10 mg/kg b.w which served as a positive control (Sharma *and al*, 2001). The hydro-methanolic extract leaf (EMF) and bark (EME), and hydro-acetonic extract of the leaf (EAF) and bark (EAE) were administered at doses of 500, 700, and 1000 mg/kg b.w.

**Treatment of hyperglycemic mice with plant extract and glibenclamide**

Diabetes mellitus was induced by oral administration of glucose to mice at a dose of 4 g/kg b.w (Ndoua *et al.*, 2015). Mice were divided into 4 groups of 6 mice and 3 groups of 2 mice respectively for extracts and controls. The different groups of mice received extracts, distilled water, and glibenclamide at the same doses as the normal glycemic mice. Thus, the glycaemia of the guinea pigs of each batch is measured before the administration of the substances or the distilled water then, after the treatment, at intervals of 30 minutes, for 2 hours and 30 minutes. The percentage of induction of hyperglycemia and the percentage of reduction of induced hyperglycemia of the animals are then calculated.

**Statistical Analysis**

All data were subjected to a one-way analysis of variance (ANOVA) with STATISTICA 7.1 to determine the significance. Means and standard errors (SE) of all data were calculated based on three replicates (n = 3). Comparisons among means were carried out using the Tukey HSD test at a significance level of P < 0.05.

**Results**

**Phytochemical screening**

Phytochemical screening of *Bauhinia rufescens* Lam extracts revealed a high presence of polyphenols, tannins, flavonoids, and traces of saponosides and Sterols-Terpenes but there is a low alkaloid content in the leaves and bark of the plant, the results of which are given in table 1.

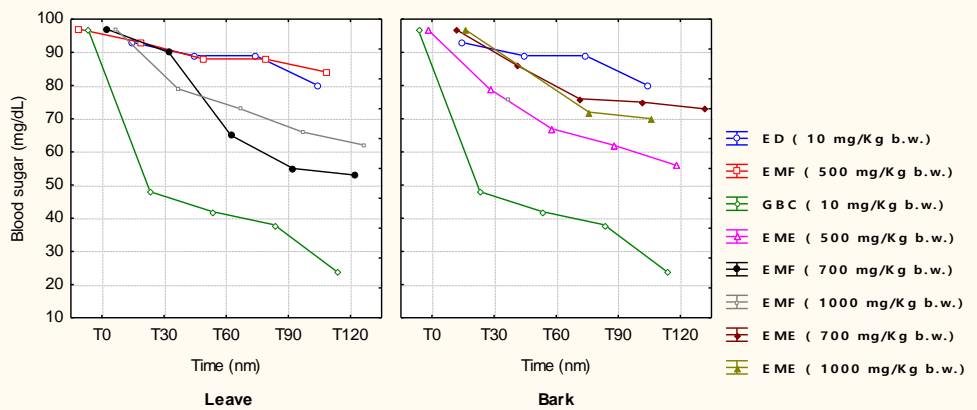
**Table 1.** Results of phytochemical screening of *B. rufescens* Lam extracts

Plant species		Alkaloids		Flavonoids	Tannins	Saponosides	Sterols Terpenes
		RM	RD				
<i>B.R.</i> <i>Lam</i>	<b>Fe</b>	-	+	++	++	+	+
	<b>E.T</b>	-	+	++	+	+	++

**Hypoglycemic activity of extracts in normoglycemic mice**

Glycemia results show that the administration of hydro-methanolic extracts of leaves and bark caused a significant reduction in the blood sugar levels of normoglycemic mice (Figure 2). Discount percentage in glycemia of mice varies according to the extraction solvent and the organ of the plant studied. In fact, the doses of 500 and 700 mg/kg b.w. give the best reduction

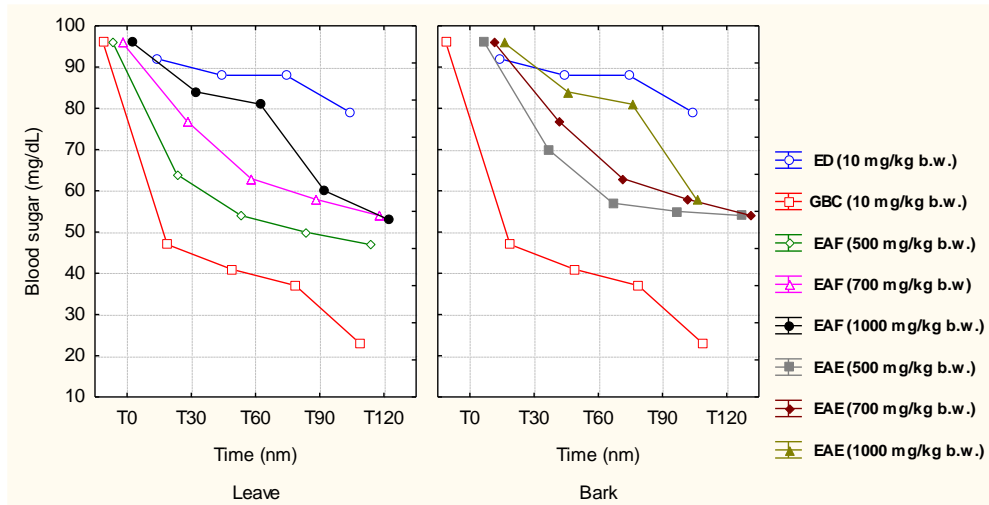
percentage with values varying respectively from 18.56 to 42.27% (barks) and 7.22 to 45.36% (leaves) within 2.5 hours after administration. The results reveal that the lowest percentage of reduction is obtained with the dose of 1000 mg/kg b.w. Distilled water (negative control) causes a gradual decrease in blood sugar with no significant difference. However, glibenclamide (positive control) reduces 76.04% of glycemia 2.5 hours after administration and 51.04% after 30 minutes.



**Figure 2.** Evolution of glycemia in normoglycemic mice treated with hydro-methanolic extracts of *B. rufescens* Lam

As with the hydro-methanolic extract, hydro-acetone extract of leaves and bark significantly reduced the glycemia (Figure 3) like glibenclamide at 30 minutes after administration. The reduction percentage in glycaemia of mice varies according to the extraction solvent and the organ of *B. rufescens* studied. Thus, the best percentage of glycemia reduction is obtained with the dose of 700 mg/kg b.w. with leaves extract (21.43 to 40.82%) and barks's extract (21.02 to 38.06%) after administration after 30 minutes. Under the same conditions, the percentage reduction obtained with glibenclamide changes from 50 to 74.89%.

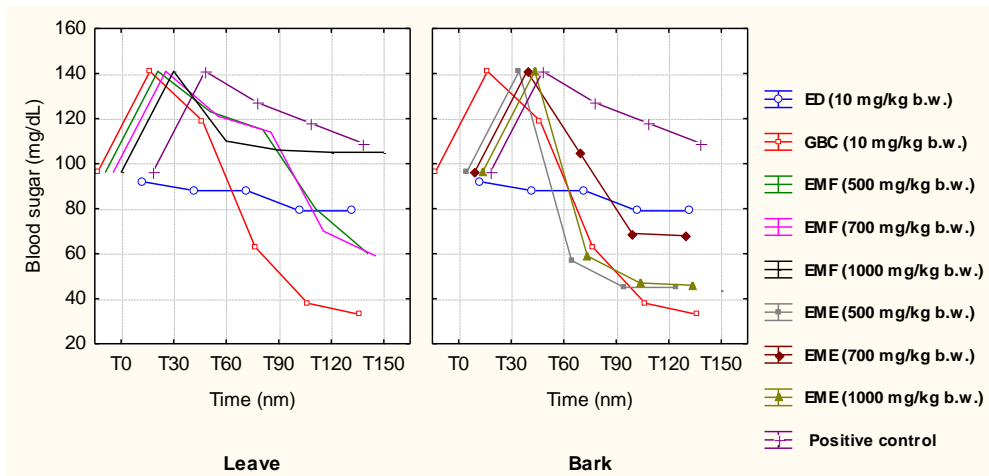




**Figure 3.** Evolution of glycemia in normoglycemic mice treated with hydro-acetonic extract of *B. rufescens* Lam

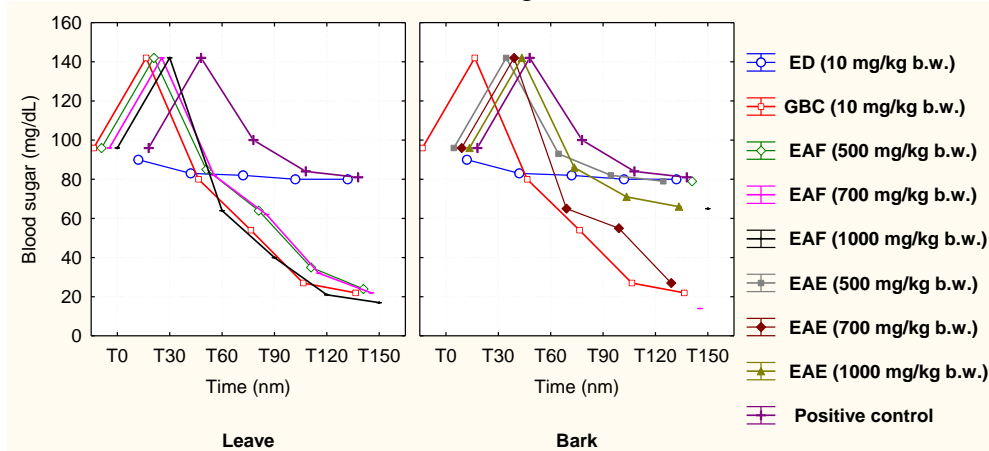
### Hypoglycemic activity of extracts in hyperglycemic mice

The administration of glucose at 4 g/kg b.w. led to hyperglycemia in mice with a level up to 141 mg/dL. The hydro-methanolic of leaves and barks extracts administered at doses of 500, 700, and 1000 mg/kg b.w. significantly reduced the glycaemia of mice 30 minutes after induction. (Figure 4). Positive control with Glibenclamide at a dose of 10 mg/kg of body weight reduced the glycemia of mice up to a rate of 33 mg/dL, corresponding to a percentage reduction of 76.60% after 2 hours. This decrease evolves with the extracts throughout the duration of the study to give levels of 60 mg/dL (500 mg/kg b.w.), 59 mg/dL (700 mg/kg b.w.), and 105 mg/dL (1000 mg/kg b.w.). The best reduction percentage is obtained with the dose of 700 mg/kg b.w. whatever the organ 50.34% (leaves) and 72.41% (bark) within 2 hours. The latter is close to that of the positive control (75.86%), unlike distilled water whose reduction rate remains low compared to the extracts.



**Figure 4.** Evolution of glycemia in hyperglycemic mice treated with hydro-methanolic extract of *B. rufescens* Lam

The administration of different doses of acetone extracts (500, 700, and 1000 mg/kg b.w.) and of glibenclamide at 10 mg/kg body weight 30 min after hyperglycaemia of the animals (142 mg/dL), significantly modifies ( $p > 0.05$ ) blood glucose (Figure 5). However, distilled water (control) does not cause any significant change in blood sugar levels in animals. The percentages of reduction of hyperglycemia induced by glucose with the extracts show that the doses 500 and 700 mg/kg b.w. have more effect of reduction on the blood glycemia of the hyperglycemic mice are 68.97% (24 mg/ dL; leaves) and 72.41% (14mg/dL; bark) respectively 2 hours after administration. These values are close to those of glibenclamide (reference substance) which shows a maximum reduction of 75.86% (79 mg/dL) after 2 hours.



**Figure 5.** Evolution of glycemia in hyperglycemic mice treated with hydro-acetonic extract of *B. rufescens* Lam

## Discussion

Phytochemical screening of various extracts from leaf and bark revealed the presence of secondary metabolites such as tannins, flavonoids, and alkaloids. These metabolites were known to show medicinal activities as well as exhibiting physiological activities (Sofowora, 1993). The presence of these phytochemical compounds in the plant materials suggests the potential medicinal value of their extracts in the prevention and/or cure of specific diseases (Razyid *et al.*, 2020). The presence of these metabolites is revealed in the ethanolic extracts bark with the presence of quinones (Chaibou *et al.*, 2020) and also in the methanol stem bark extract of *Bauhinia rufescens* Lam (Usman *et al.*, 2009; Agush *et al.*, 2013 ). These metabolites are also revealed in *Sclerocarya birrea* (Niang *et al.*, 2021), *Sebastiania chamaelea* (L.) (Mamadou *et al.*, 2014), and *Emilia sonchifolia* (L) (Essien *et al.*, 2020). These compounds are frequently encountered in plant extracts such as *Ziziphus mauritiana* Lam, (Folié *et al.*, 2017) *Bauhinia purpurea* L. and *Bauhinia variegata* L. (Pallavi *et al.*, 2020). These metabolites, particularly phenols, and flavonoids, are the main and most common components of plants with antioxidant activity (Khajapeer *et al.*, 2018).

Oral administration of glucose (4 g/kg b.w.) leads to hyperglycaemia in mice, then a gradual return to the initial value. Under the same experimental condition, methanolic and acetonic extracts at doses of 500, 700, and 1000 mg/kg b.w. of *B. rufescens* Lam reduce in a dose-dependent the glycemia of normal mice and the hyperglycemia induced by glucose in the same range with the positive control. In this study, it was observed in the methanolic extracts that the leaves have greater hypoglycemic activity than the bark in normoglycemic mice. However, the barks have a more reducing effect than the leaves with the acetonic extracts on the glycemia of the animals. Under the same experimental conditions, methanolic and acetonic extracts of *B. rufescens* Lam also leads to a dose-dependent reduction in the glycemia of normal mice and glucose-induced hyperglycemia. This hypoglycemic activity was observed with methanolic leaf extracts at a dose of 400 mg/kg b.w. (Aguh *et al.*, 2013). These results show that *B. rufescens* Lam has antidiabetic activity. Thus, this hypoglycemic effect could be explained by a stimulation of insulin secretion by the pancreas (Jackson and Bressler, 1981) and/or, probably, by an increase in peripheral glucose utilization (Yasodha *et al.*, 2008). In addition, the use of the leaves of *B. rufescens* Lam can be done in the traditional way with moderation by dietary habits to avoid any toxic effects from excess. In fact, the doses administered (500, 700, and 5000 mg/kg CP) during these experiences did not cause any mortality in the treated mice.

## Conclusion

Exploiting the biological potential of plant species is of major interest. The present study has demonstrated the hypoglycemic activity of hydro-acetonic and hydro-methanolic extracts leaves and bark of *Bauhinia rufescens* Lam. Results confirm that the two organs of *Bauhinia rufescens* Lam possess bioactive molecules endowed with therapeutic properties such as antioxidant and antidiabetic. Thus, *Bauhinia rufescens* Lam could therefore contribute to the management of diabetes. These results support, indeed, the motivation for the recourse to traditional medicine. From this perspective, a complete chemical study might be carried out in order to isolate the active substances and to elucidate their chemical structures and mechanism of action.

## References:

1. Aguh, B. I., Nock, I. H., Ndams, I. S., Agunu, A. H., & Ukwubile, C. A. (2013). Hypoglycaemic Activity and Nephro-Protective Effect of *Bauhinia rufescens* in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry*, 2: 249-255.
2. Antiochia, R., Gatta, T., Mazzone, E., Mannina, L., H. & Campanella, L. (2011). A Comparison among Three Different Analytical Methods to Test the Scavenging Properties of Different Integrators against Radicalic Stress. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 27: 25-32.
3. Chaibou, M., Hamadou, H. H., & Moussa, A.N. (2020). In Vitro Study of the Anthelmintic Effects of Ethanolic Extracts of *Bauhinia rufescens* Lam. (Fabaceae) and *Chrozophora brocchiana* (Vis) Schweinf (Euphorbiaceae) Two Plants Used as Antiparasitic in Azawagh Area in Niger. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 9: 944-948.
4. Codonier-Franch, P., Boix-Garcia, L., Simo-Jorda, R., Castillo-Villaescusa, C. D., Maset- Maldonado, J. H., & Valls-Belles, V. (2010). Is Obesity Associated with Oxidative Stress in Children. *International Journal of Pediatric Obesity*. 5: 56-63.
5. Essien, G.E., Sunday, T. P. H., & Udoette, I. M. (2020). In Vitro Antioxidant Analysis and Quantitative Determination of Phenolic and Flavonoid Contents of *Emilia sonchifolia* (L) D.C (Asteraceae) Leaf Extract and Fractions . *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 11: 44-52.
6. Folié, N. B. Y., Kouakou, L.P.M.S., Coulibaly, K., Sanogo, R. H., & Koné-Bamba, D. (2017). Composition en sels minéraux et en métabolites secondaires de *Ziziphus mauritiana* Lam., une plante antihyperglycémiant. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 44: 30-35.

7. Halliwell, B. (2018). Free Radicals and Antioxidants in Food and in Vivo: What They Do and How They Work Section II: The Role of Free Radicals and Antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 7-20.
8. Jackson J. E. H. & Bressler R. (1981). Clinical pharmacology of sulphonylurea hypoglycemic agents. Part I. DRUG, 212, 211 - 245.
9. Karumi, Y., Onyeyili, P.A. H., & Ogugbuaja, V.O. (2004). Identification of Active Principles of *M. Balsamina* (Balsam Apple) Leaf Extract. *Journal of Medical Sciences*. 4: 179-182.
10. Khajapeer, K.V., Biswal, R. H., & Baskaran, R. (2018). Evaluation of Anti-CML Activity of Methanol and Aqueous Extracts of *Benkara malabarica* (Lam.) Tirveng Plant Leaves. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 10: 1-7.
11. Kim S. H., Hyun S. H., & Choung S. Y. (2006). Anti-diabetic effect of *cinnamon* extract on blood glucose in db/db mice. *Journal of ethnopharmacology*, 104 (2): 119-123.
12. Lu, Y., Hernandez, P. H., & Edejer, T. (2011). The World Medicines Situation 2011 Medicine Expenditures.
13. Mahamat, S. A., Niang L, Ayessou N. C, Cisse M. H., & Diop C. M. (2021). Phytochemical Screening, Total Phenolic and Antioxidant Activity of Numerous Extracts from Leaves and Bark of *Bauhinia rufescens* Lam. *Food and Nutrition Sciences*. 12: 544 - 556.
14. Mamadou, R.S., Moussa, I., Sessou, P., Yehouenou, B., Agbangnan, P.D.C., Illagouma, A.T., Abdoulaye, A., Sohounhloúé, D.C.K. H., & Ikhiri, K. (2014). Etude phytochimique, activités antiradicalaire, antibactérienne et antifongique d'extraits de *Sebastiania chamaelea* (L.) Müll. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*. 37: 10-17.
15. Miliuskas, G., Venskutonis, P. R. H., & Van-Beek, T. A. (2004). Screening of Radical Scavenging Activity of Some Medicinal and Aromatic Plant Extracts. *Food Chemistry*, 85: 231-237.
16. N'doua, L. A. R., Abo K. J. C., Aousi S., Gbogbo M., Yapo A. P., H. & Ehile E. E. (2015). Effets hypoglycemique et antihyperglycemique de l'extrait ethanolique 70 % de racines de *Rauvolfia vomitoria afzel* (apocynaceae). *European Scientific Journal*. 151(2): 10-17.
17. Ngarnougber, C., Ngaryo, F. T. H., & Adamou, I. (2017). Caractérisation des ligneux de la savane sahélienne à *Acacia Sénégal* (L) Willd dans la région du Guéra, Tchad. *International Journal of Applied Research*. 3: 600-606.
18. NIANG, L. (2022) Caractérisation phytochimique, activité antioxydante et antidiabétique de deux plantes médicinales: *Sclerocarya birrea* (a.rich.) Hochst et *Bauhinia rufescens* Lam Thèse de doctorat, Génie des Procédés et Environnement, Université Cheikh

- Anta Diop de Dakar, Sénégal.
19. Niang, L., Mahamat, S. A., Ayessou, N. C., Cisse, M. H., & Diop, C. M. (2021). Antioxidant Activity of Hydro-Acetic, Hydro-Methanolic and Aqueous Leaf and Bark Extracts of *Sclerocaria birrea* L. (A. Rich.) Hochst. *Food and Nutrition Sciences*. 12: 429-438.
  20. Nissen S. E., & Wolski K. (2007). Effect of *rosiglitazone* on the risk of myocardial infarction and death from cardiovascular causes. *New England Journal of Medicine*, 356 (24): 2457-2471.
  21. Olapade E. O. (1995). Food and herbs for diabetes mellitus and hypertension. National Cures Series , 1: 3-6.
  22. Pallavi, S.M.A., H., & Baheti, A.M. (2020). Pharmacognostic and Phytochemical Investigations of *Bahunia Variegata* Leaves (Kovidra). 4, Article ID: 000205.
  23. Rasyid, Z. A., Farida, A., Daud, S. H., Wiwin, S., Wijaya, K. I. H., & Tangke, A. E. (2020). Bioactivities of Forest Medicinal Plants on Kutai Ethnic (Indonesia) of *Tapak Lemam* (*Hippobroma Longiflora* (L) G. Don). *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 11: 91-98.
  24. Sakine, M. N. A., Mahmout, Y., Gbenou, J., Agbodjogbe, W. H., & Moudachirou, M. (2011). Inventaire ethnobotanique des plantes du Tchad utilisées contre le diabète: Effet anti- hyperglycémiant des extraits de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poiret et de *Colocynthisvulgaris* (Schrad.). *Phytothérapie*, 9: 268-273.
  25. Sharma V. K., Kumar S., Patel H. J. H., & Hugar S. (2001). Hypoglycaemic Activity of *Ficus glomerata* in alloxan induced diabetic rats. *International Journal of Pharmaceutical Sciences, Reviewand Research*. 1(2): 18-21.
  26. Sen, S., H., & Chakraborty, R. (2011). The Role of Antioxidants in Human Health. ACS Symposium Series, 1083: 1-37.
  27. Sofowora, A. (1993). Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa. 2nd Edition, *Spectrum Books Limited, Ibadan*, 14-34.
  28. Usman, H., Abdulrahman, F. I., Abdu-Kaita, I. H., & Khan, I.Z. (2009). Phytochemical and In- Vitro Antibacterial Effects of the Partitioned Portions of *Bauhinia rufescens* Lam Stem Bark Extract. *African Journal of Biomedical Research*. 12: 210-218.
  29. Wild S. G., Roglic A., Green R. H., & King H. (2004). Global prevalence of diabetes estimated for the year 2000 and projection for 2030. *Diabetes Care* 27:1047-1054.
  30. World Health Organization (2013). WHO Traditional Medicine Strategy: 2014-2023. *World Health Organization, Geneva*, 1- 4.
  31. Yasodha K. J., Jayaveera K. N., Ravindra R. K., Rupesh K. H., & Raghavendra D. (2008). Anti- diabetic activity of aqueous extract of *Tali-num cuncifolium* in rats. *Pharmacologyline*, 2: 198 - 206

## **Acteurs dans le Processus de Diffusion et d'Adoption des Variétés Améliorées d'Avocats dans le Département du Bamboutos (Cameroun)**

*Mitterand Telesphore Fopa*

*Achille Jean Jaza Folefack*

Département de Socio-Economie Rurale et Vulgarisation Agricole,  
Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles,  
Université de Dschang, Dschang, Cameroun

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p209](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p209)

Submitted: 11 January 2023

Accepted: 29 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Fopa M.T. & Jaza Folefack A.J. (2023). *Acteurs dans le Processus de Diffusion et d'Adoption des Variétés Améliorées d'Avocats dans le Département du Bamboutos (Cameroun)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 209.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p209>

### **Résumé**

Le présent article examine les acteurs impliqués dans le processus de diffusion et d'adoption des variétés améliorées d'avocats à l'Ouest Cameroun. L'étude a été réalisée entre 2019 et 2022 dans le département de Bamboutos, choisi en raison d'une multitude de projets et d'acteurs qui y sont impliqués pour valoriser et promouvoir la filière avocats. L'étude a pour objectif d'identifier les acteurs engagés dans la vulgarisation et la culture des avocats greffés ainsi que les rôles joués par chaque acteur. La technique d'échantillonnage non probabiliste dite boule de neige a permis d'identifier 106 producteurs. Deux ONG et trois OP identifiés de façon raisonnée ont aussi été enquêtées grâce aux questionnaires, entretiens et observations de terrain. Les données collectées de sources primaire et secondaire ont été analysées par la technique de statistique descriptive avec l'utilisation des logiciels SPSS et Excel. Les résultats révèlent que deux catégories d'acteurs que sont les acteurs du secteur formel (l'IRAD, les OP (GIC promise, SCOOP Mangwa, RELESS) ; les ONG (Graine de vie, RECROSAF) et ceux du secteur informel (agriculteurs, pépiniéristes et intermédiaires) sont impliqués dans la diffusion des variétés améliorées d'avocats. Il ressort de l'analyse des rôles joués par

chaque acteur, deux types d'interactions. Ce sont, les interactions intragroupes et les interactions intergroupes. Celles-ci se font à travers trois catégories d'activités à savoir : les activités fortement réalisées (la sensibilisation sur la culture des avocats ( 88,88 % ), le suivi et formation sur l'itinéraire technique (88,88% ), la production des plants greffés ( 77,77%° et la vente des plants ( 88,88 % ) ), les activités moyennement réalisées (production des greffons (55,55 %), la vente des greffons (55, 55%), la formation en greffage (44,44%) et une activité faiblement réalisée (la création parc à bois (11,11%). L'analyse des interactions entre les différents acteurs impliqués fait ressortir deux types d'interactions notamment : les interactions intragroupes et interaction intergroupe qui se font à travers trois catégories d'activités, ente autre : les activités fortement réalisées (la sensibilisation sur la culture des avocats ( 88,88 % ), le suivi et formation sur l'itinéraire technique (88,88% ), la production des plants greffés ( 77,77%° et la vente des plants ( 88,88 % ) ), les activités moyennement réalisées (production des greffons (55,55 %), la vente des greffons (55, 55%) et la formation en greffage (44,44%) et une activité faiblement réalisée (la création parc à bois (11,11%). Au niveau de l'adoption. En rapport aux superficies emblavé, On a identifié trois catégories de producteurs : les grands producteurs (15%), les moyens producteurs (43%) et les petits producteurs (42%). Les contraintes liées à la diffusion et l'adoption sont principalement d'ordres managériaux, économiques et techniques. L'étude recommande une redéfinition des rôles des acteurs du secteur formel et une assistance technique aux acteurs informels.

---

**Mots-clés:** Acteur, diffusion, adoption, variétés améliorées d'avocatsiers, Bamboutos

---



## **Stakeholders in the Popularisation and Adoption of Improved Avocado Varieties in Bamboutos Division (Cameroun)**

*Mitterand Telesphore Fopa*

*Achille Jean Jaza Folefack*

Département de Socio-Economie Rurale et Vulgarisation Agricole,  
Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles,  
Université de Dschang, Dschang, Cameroun

---

### **Abstract**

This paper examines the actors involved in the process of dissemination and adoption of improved avocado varieties in West Cameroon. The study area is the Bamboutos division, chosen because of a multitude of projects and actors involved in that division to enhance and promote the law sector. The study aims to identify the actors involved in the popularization and culture of graft lawyers as well as the roles played by each actor. The snowball non-probability sampling technique enabled the identification of 106 producers. Furthermore, two NGOs and three FOs were purposively selected. In all selected groups, investigations were made through questionnaires, interviews, and field observations. The data collected from primary and secondary sources were analyzed by the technique of descriptive statistics with the use of the SPSS software and Microsoft Excel. The results reveal that two categories of actors are involved in the dissemination of improved varieties of avocado trees, namely: actors in the formal sector consisting of IRAD, POs (GICpromise, SCOOP Mangwa, RELESS) and NGOs (Graine de life, RECROSAF) and actors in the informal sector made up of farmers, nurserymen, and intermediaries. The analysis of the interactions between the different actors involved highlights two types of interactions, namely: intra-group interactions and inter-group interaction, which take place through three categories of activity, namely: activities that are strongly carried out (awareness of the culture of lawyers (88.88%), monitoring and training on the technical route (88.88%), the production of grafted plants (77.77% and the sale of plants (88.88%), moderately carried out activities (production of scions (55.55%), sale of scions (55.55%) and training in grafting (44.44%).) and a poorly carried out activity (the creation of a wood yard (11.11%)). In terms of adoption, there are three categories of producers: large producers (15%), medium producers (43%), and small producers (42%). The constraints related to dissemination and adoption are mainly managerial, economic, and technical. The study recommends a redefinition of the roles of actors in the

formal sector and technical assistance to informal actors

---

**Keywords:** Actor, diffusion, adoption, improved varieties of avocado trees, Bamboutos

## Introduction

Comptant parmi les fruits les plus consommés au monde, l'avocat (*persea americana*) connaît un véritable essor et est devenu en quelques années, l'or vert du marché mondial des fruits (Hebdo, 2020). En Afrique centrale comme Afrique de l'Ouest, le fruit tropical est l'un des plus importants en milieu rural et occupe une place de choix dans le secteur fruitier (Agriculture and Food Authority [AFA], 2017 ; FAO, 2016). La production mondiale est dominée par les USA qui produisent 77% de la production totale ensuite l'Afrique qui produit 12 % (CIRAD ,2013). Au niveau du continent Africain, le Kenya et l'Afrique du Sud sont les deux meilleurs producteurs avec un taux respectif de 30 et 15 % (FAO, 2022).

Cependant, la production de l'avocat, dans les grands pays producteurs, résulte d'une synergie multi-acteur. Tel est le cas de l'agriculture contractuelle au Kenya (AFA, 2017 ; Bijman, 2008 ; Johnny et al, 2019). Ce système implique des organismes de recherche, des agriculteurs, des organisations non gouvernementales (ONG), des acteurs gouvernementaux et d'autres partenaires de terrain (Adekunle et al., 2012 ; Schut et al., 2015 ; Touzard et al., 2014). Ces acteurs interagissent de manière fréquente et non linéaire pour permettre la génération et la diffusion des innovations techniques, organisationnelles et institutionnelles (Bashangwa Mpozi, 2019 ; Hounkonnou et al., 2012 ; Johnny et al, 2019).

Environ 50% de la population camerounaise vit en milieu rural avec l'agriculture comme principale activité (FAO, 2008). Les produits tirés de cette activité servent aussi bien à l'autoconsommation qu'à l'obtention de revenus monétaires. C'est le cas notamment de l'agriculture fruitière dont les avocats définissent une part importante en particulier dans le département de Bamboutos. En effet, les avocats jouent un rôle important dans l'alimentation des hommes et des animaux. Depuis cette dernière décennie, la culture des avocats tend à devenir une culture commerciale au même titre que le café ou le cacao en procurant des revenus non négligeables aux producteurs ruraux. Malheureusement, l'expansion de la filière avocats demeure réfractaire et moins compétitive. Par ailleurs, la faible productivité de la filière, adjointe à l'essor des agro-industries et à la demande croissante des pays voisins, contribue à accentuer le déficit entre l'offre et la demande intérieure. Ce gap de production est d'autant plus préoccupant que la production nationale et les rendements d'avocat obtenus en milieu rural restent faibles. De ce fait, le Cameroun passé d'un État d'exportateur net des avocats à un État de

stagnation ; ce qui détériore davantage sa balance commerciale déjà déficitaire (Gergely, 2002). Malgré ses différents potentiels pédoclimatiques qui lui prédispose de produire une gamme variée d'avocats en particulier dans le département de Bamboutos, le problème de pénurie et de qualité des fruits persiste.

De ce fait, la question de la productivité des avocats dans le Bamboutos connaît actuellement regain en matière de politique de vulgarisation. Les acteurs de la diffusion et de l'adoption des VAA sont au cœur de la valorisation de ce précieux fruit qui est susceptible de rehausser l'économie locale. À cet effet, une faible implication des différents acteurs pourrait compromettre la productivité. Dès lors, il y'a nécessité d'une redéfinition des politiques d'intervention avec un accent sur les activités de coordination, de planification et de collaboration (Melatchio *et al.*, 2021). Wani et Ali (2015) définissent la diffusion comme le processus par lequel une technologie se propage dans une population d'organisation. Kee (2017) définit l'adoption comme la décision acceptation ou le rejet d'un nouveau produit ou service. Quels sont les acteurs impliqués dans le processus de diffusion et d'adoption des variétés améliorées d'avocatsiers dans le Bamboutos ainsi que leurs rôles? La présente étude contribuera ainsi à la littérature en analysant ces acteurs et leurs services rendus en termes de diffusion et d'adoption des semences améliorées d'avocatsiers.

## **Matériels et Méthodes**

Le département des Bamboutos est situé en plein cœur des Hautes Terres de l'Ouest Cameroun. Il est compris entre 1.000 et 1.600 mètres d'altitude et est très propice pour la culture des avocatsiers de race guatémaltèque (Gaillard, 1987). Le climat connaît 2 saisons bien marquées : une saison des pluies qui va de mars-Avril à Octobre, et une saison sèche qui va de Novembre à Mars. La pluviométrie est de l'ordre de 1700 à 2000 mm d'eau par an atteignant 2500 mm d'eau au sommet des massifs avec des températures variant entre 15°C 30°C. Ces températures favorisent ainsi la réduction des chutes de fleurs et des fruits d'avocats, favorisant la nouaison et l'augmentation du volume des fruits. L'ensoleillement est plus élevé, 1.800 à 2.200 heures/an. Les sols ferrallitiques de nature basaltique couvrent la presque totalité du territoire. Encore appelés des sols des monts, ils sont légers, poreux et aérés. Ces sols sont facilement drainables et réduisent le développement du *Phytophthora cinnamomi* principal champignon destructeur des avocatsiers dans les zones tropicales humides. Ces sols possèdent un pH nettement basique sur toute l'épaisseur du profil et possèdent une capacité d'échange en surface assez forte, en raison d'une matière organique abondante. Ce qui accélère le développement racinaire des avocatsiers. Ces caractéristiques pédoclimatiques sont très propices pour la

culture des avocats de qualité (Gaillard et Godefroy 1974 ; Huguenin et *al.* 1975)

### **Collecte et traitement des données**

Les données de l'étude ont été collectées de la période de Mars 2020 à Mai 2021 dans le département du Bamboutos. Ce département a été choisi de façon raisonnée sur la base des savoirs antérieurs en termes de productivité des avocats fondés sur les critères suivants : l'importance de la production des avocats, l'existence des organisations de producteurs dans la localité, l'existence d'au moins un acteur privé qui appuie la diffusion des Variétés améliorées d'Avocats (VAA). Les arrondissements choisis de façon raisonnée pour cette étude sont : Mbouda, Galim, Batcham et Babadjou, des localités du département des Bamboutos. La méthode d'échantillonnage utilisée est la méthode non probabiliste dite boule de neige qui a permis d'enquêter 115 acteurs regroupés en quatre catégories et impliqués dans le processus de diffusion et d'adoption des VAA.

La collecte des données primaires s'est faite grâce aux questionnaires adressés aux producteurs, les entretiens adressés aux leaders des organisations et les observations de terrain. Les données de source primaires collectées ont fait l'objet d'analyse descriptive par le logiciel SPSS et Excel et l'analyse de contenu. Elles ont été complétées par les informations issues des sources secondaires

### **Résultats et discussion**

Cette section s'organise autour de trois grands axes. La première porte sur l'identification des acteurs impliqués dans la diffusion et l'adoption des VAA. Le second est circonscrit à l'analyse des services et activités rendus par ces acteurs ainsi que les relations qui existent entre eux et le troisième explique les facteurs qui entravent le processus de diffusion et d'adoption des VAA ainsi que les perspectives d'améliorations.

#### **Identification des acteurs impliqués dans la diffusion des VAA**

L'analyse des acteurs permet de mieux comprendre l'environnement dans lequel se déploie la culture des VAA, de visualiser les divers rôles et les liens entre acteurs dans le but d'identifier les opportunités d'innovations et les possibilités d'amélioration de ces innovations et en fin de faire de proposition sur les politiques agricoles de la filière (Nsubuga, 2017). Deux catégories d'acteurs sont impliquées dans la diffusion des VAA. Les acteurs du secteur formel 7% (État, OP et ONG) et ceux du secteur informel ou les acteurs locaux 93 % (pépiniéristes, les agriculteurs et intermédiaires) (figure1)

#### **Les acteurs du secteur formel**

Cette catégorie regroupe deux groupes d'acteurs à savoir les acteurs étatiques et les acteurs non étatiques.

Au niveau des acteurs étatiques, on a premièrement le Ministère de L'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (MINEPAT) qui prévoit construire une unité agro-industrielle d'extraction d'huile d'avocat qui permettra de « Développer l'économie locale et aider les agriculteurs qui s'y intéresseront à tirer de meilleurs profits des potentialités de leur localité » (MINEPAT, 2015). Il priorise 10 variétés d'avocats à cultiver. Deuxièmement, on a l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) qui intervient dans la production des plants greffés (4%) et la création des parcs à bois. Tel est le cas du parc à bois de Fombot qui est le premier verger expérimental installé à l'Ouest du Cameroun en 1974. Ce parc à bois a servi de prélèvement des greffons pour multiplier les premières semences cultivées à l'Ouest du Cameroun et a stimulé la culture des VAA dans d'autres départements environnant comme le Bamboutos la Menoua (Ducelier et Rey, 1989)

Les acteurs formels non étatiques sont constitués de trois Organisations Paysannes (OP) (GIC Promise, Le Réseau Local d'Economie Sociale et Solidaire (RELESS) et la SCOOP MANGWA AVOCADO) et deux Organisations Non Gouvernementales (ONG) (Le Réseau des Compétences Sans Frontières (RECOSAF) et Graine de vie) qui interviennent à 3% dans la production des semences.

### **GIC PROMISE**

GIC PROMISE naît du Programme de Consolidation et de Pérennisation du Conseil Agropastoral (PCP-ACEFA). Créé en 2015 dans l'arrondissement de Batcham, Ses missions s'articulent particulièrement autour de la production et de la distribution des plants aux membres ainsi que la programmation des ventes groupées et la formation sur l'extraction artisanale d'huile d'avocats. Son principe est fondé sur le slogan « *Tous au pied de l'avocatier pour penser à notre avenir* ».

### **Le RELESS**

Le Réseau Local d'Economie Sociale et Solidaire (RELESS) a été créé en 2015. Il a une double action à savoir la production des plants et la création des vergers de ses membres. En effet, les producteurs s'associent pour créer les pépinières communes dans différents villages où résident les membres. Leur principe est fondé sur le slogan « *ensemble on est plus fort* ». Dans leur plan d'action, les membres de l'OP définissent ensemble les modalités et le nombre de plants à produire en fonction des cotisations et du nombre de plants de chaque membre. Une fois les plants produits, ils se regroupent pour créer ensemble les vergers de chaque membre en fonction de sa cotisation. Le reste

des plants sont vendus et les bénéfices sont partagés entre les membres de l'OP.

### **SCOOP MANGWA AVOCADO**

Elle est la première coopérative des producteurs d'avocats dans le Bamboutos. Ses objectifs sont les suivants : identifier l'ensemble des espaces disponibles ou espaces globale pour la culture des avocats, identifier les variétés à valoriser ainsi que les superficies pour chaque variété, distinguer les avocats par rapport au marché (avocat d'usine et avocat de table pour la sous-région) et lutter contre les guis d'Afrique, des plantes parasites qui vivent sur les branches des avocatiers. Cela est possible grâce à la détermination de la taille de ces parasites et à la mise en place un programme d'identification des vergers.

### **Le Réseau des Compétences Sans Frontières (RECO SAF)**

Le RECO SAF est une ONG créée en 1994. Elle vise le développement rural dans la région de l'Ouest-Cameroun et la promotion de l'agroécologie. Aussi, elle ambitionne, dans le cadre de la vulgarisation des avocats, structurer la filière avocat pour un développement durable. Par ailleurs, elle vise également la production des semences, la transformation de l'avocat et la création des coopératives des producteurs d'avocats (RECO SAF, 2014a).

### **Graine de vie**

Graine de Vie est une ONG qui a pour objectif la compensation de l'empreinte écologique des habitants des pays industrialisés grâce à la plantation d'arbres dans des pays en voie de développement. Elle travaille dans le cadre de la compensation carbone à travers la plantation d'arbres dans des projets à grande échelle dont les pépinières et les plantations sont créées et gérées par elle-même. Dans les Bamboutos, ses actions sont a priori accentuées sur la culture des VAA. Question d'atteindre ses objectifs et d'améliorer la qualité de la production des avocats, pour permettre aux agriculteurs de bénéficier du fruit de leur travail. Elle organise les séances de travail qui permet aux participants sans distinction d'âge et de sexe de s'imprégner des techniques et connaissances sur la pratique du greffage d'avocatiers. Pour une bonne compréhension, les formateurs à travers les travaux en ateliers mettent l'accent sur la phase pratique qui se matérialise par la distribution des porte-greffes et des greffons pour la formation en greffage d'avocatiers.

De manière générale les activités de ces OP/ONG sont focalisées sur la production et la distribution des semences aux membres ainsi que les conseils. Ce service de conseil permet d'atténuer les risques liés à la production. Également il favorise l'accès aux informations fiables en ce qui

concerne les intrants, le marché et la formation sur l'itinéraire technique (Yang et al., 2014 ; Prager et Creaney, 2017). C'est l'adoption efficiente de ces types de services qui permettront de révolutionner la culture des VAA dans les Bamboutos. Ces activités sont financées a priori par les cotisations des membres. Ce résultat corrobore ceux de (Angbo-Kouakou et al. 2016) sur les plates-formes d'innovation plantain en Côte d'Ivoire.

À côté de ces acteurs étatiques, on a les acteurs du secteur informel notamment : les agriculteurs, les pépiniéristes et les intermédiaires.

## **Les acteurs informels**

### **Les pépiniéristes**

Les pépiniéristes sont des semenciers spécialistes dans la production d'arbres ornementaux, fruitiers sélectionnés, marcottés et/ou greffés. Ils sont impliqués à 69% dans la production des semences de VAA. Ce sont généralement les hommes qui se sont formés dans le tas chez un ami ou un membre de la famille. Avec l'avènement des avocatiers greffés, ce métier a pris de l'ampleur dans le Bamboutos et a stimulé plusieurs catégories d'emplois. L'on peut mentionner la collecte et la vente des noyaux qui étaient, la production et la vente des porte-greffes, le métier de greffeurs et d'emballeurs. À côté de ces pépiniéristes, on constate l'émergence des associations qui regroupent les jeunes producteurs des plants en l'absence de tout appui extérieur. Ceci peut être expliqué par la forte implication des jeunes et leur nouvelle vision dans la filière avocat. Comme association, on peut citer : pépinière paysanne, SOCAPLAN, pépinière semence avenir, agro bio-industrie, etc. Ce même constat avait été fait par (Bierschenk et al., 2000) sur la production des fruits de la passion au Burundi et au Kenya. Les greffons utilisés par ces pépiniéristes sont à 95% issus des vergers des agriculteurs puisque le parc à bois ne dispose pas une grande quantité de plants.

### **Les agriculteurs**

Les agriculteurs représentent 19% en production de semence des VAA. Ce sont en particulier les pionniers dans la culture des avocats greffés qui sont devenus pépiniéristes par le phénomène d'apprentissage social, défini par Simonet (1985) comme un processus propre à chaque individu lui permettant de modifier de manière durable son comportement face à une situation nouvelle. Ils le sont devenus pour plusieurs raisons. Premièrement les vergers qu'ils disposent dans le village attirent l'attention des autres agriculteurs qui viennent vers eux solliciter les semences et les conseils pour créer leur part de verger. Deuxièmement ayant pris goût de la culture des avocats greffés, ils ont sollicité étendre leurs vergers et dans l'optique de réduire les coûts de production, ils ont décidé de produire eux-mêmes leurs semences et troisièmement, ils disposent déjà les plants matures sur lesquels ils peuvent

prélever les greffons. Au vu de ces atouts, plusieurs producteurs se sont formés en greffage et certains même après s'être formés, ont formé les membres de leur famille (femmes et enfants) pour faciliter le travail et faire de la pépinière un métier familial. C'est alors que beaucoup de producteurs au sens de Bashangwa Mpozi, (2019) sont devenus agri-pépinieristes. Ce métier s'est étendu dans les bassins de production et est devenu le gagne-pain de plusieurs familles donc le chef de famille est producteur d'avocats greffés. On constate ainsi que la culture des avocats a modifié le comportement de plusieurs agriculteurs dans les bassins de productions. Il ressort ainsi l'impact de l'influence sociale de la culture des VAA dans le comportement de la population environnante. Car la présence des agri-pépinieristes a induit d'autres agriculteurs et leurs familles dans le métier de pépinieriste. Il s'agit-là du conformisme social au sens de (Asch, 1956 ; Vallerand).

### **Les intermédiaires**

Les intermédiaires sont des personnes ayant pour rôle la commercialisation des plants dans les différentes localités. Ils représentent 5%. Ils sont constitués des commerçants d'intrants agricoles, des vendeurs des semences d'arbres fruitiers et des fleuristes. Ils résident généralement dans les villages des producteurs et jouent le rôle de relais entre les producteurs, les pépinieristes, les OP/ONG et l'IRAD. Ce résultat corrobore avec celui de Burt (2004) qui a montré que les intermédiaires permettent une accélération de la diffusion des innovations et des idées, et peuvent créer un consensus entre différents acteurs. Dans le contexte la diffusion des VAA, en plus de faciliter la commercialisation des semences d'avocats, ils sensibilisaient les agriculteurs à intégrer les avocats dans leur système de culture dans l'optique d'accroître leurs clientèles. Ceci à travers les radios communautaires comme radio Batcham, les affiches dans les différents débits de boisson et les marchés ruraux.

### **Les acteurs de l'adoption**

Il s'agit ici des acteurs qui sont directement impliqués dans la culture des VAA. Ils sont répartis en trois catégories selon le classement du Fonds International de Développement Agricole (FIDA 2008) notamment : les grands, moyens et petits producteurs.

### **Les grands producteurs**

Les grands producteurs sont les agriculteurs qui ont des superficies supérieures à trois hectares et représentent 15% des enquêtés. Selon les résultats des enquêtes, ils sont a priori des commerçants ou hommes d'affaires qui se sont engagés dans cette culture. Leur objectif de production est la commercialisation au niveau extérieur (Gabon, Tchad et Kiossi) et la



transformation. C'est pourquoi certains d'entre eux disposent des petites unités d'extraction d'huile chez eux ou dans leurs vergers. Ces derniers leur permettent de mieux exploités les fruits issus des pertes post récoltes et de réduire les couts de production. Notons également que les variétés préférées sont les variétés les plus résistantes (Anaheim) qui peuvent faire environ 4 à 6 jours après la récolte avant de murir, ce qui facilite son exportation. En plus, ils disposent des sites d'élevages porcins et de volailles. Car l'association avocats élevage permet au producteur de réduire les couts d'amendement liés aux fientes qui constituent la fumure de fond très important pour la culture des avocats. Créer un verger sur une vaste superficie nécessite un lourd financement au vu des prix élevés des intrants (semences, engrais, fientes et suivis techniques). Ceci marque l'importance du niveau de richesse sur l'adoption des innovations agricole. En effet, le niveau de richesse est un facteur important dans l'adoption des innovations. Selon Anderson et al. (2005), plus un individu possède un chiffre d'affaires élevé, plus il est susceptible d'investir à nouveau pour accroître ce chiffre d'affaires. La vente des fruits avec cette catégorie de producteurs se fait directement en champs et sur caution. En effet un mois avant les récoltes, les commerçants grossistes déjà abonnés aux producteurs verser leurs cautions pour garantir les fruits. Une fois en maturité ils viennent directement en champs récolter et les transportent directement avec leurs camions. C'est pourquoi la plupart de ces grands vergers sont généralement accessibles pour faciliter la commercialisation et les couts de transports. Après cette catégorie viennent les moyens producteurs.

### **Les moyens producteurs.**

Cette catégorie regorge les producteurs dont les superficies des vergers sont comprises entre un et trois hectares. Elle représente 43% des producteurs. Leur objectif de production est la commercialisation dans les centres urbains et les marchés locaux. Toutefois, cela ne les empêche pas de vendre au niveau extérieur. Mais la différence au niveau de la commercialisation avec les grands producteurs est que les moyens producteurs passent par les intermédiaires ou les collecteurs pour vendre aux grossistes. Ces collecteurs achètent généralement en champs et transportent avec les motos ou les pickups pour livrer aux grossistes à des points stratégiques ou les points de collecte. Les producteurs de cette catégorie sont plus les commerçants et les agriculteurs qui cultivent les avocats en association avec les cultures vivrières dans le but de diversifier leurs sources de revenus. En fin il existe les petits producteurs qui disposent quelques plants dans leurs champs ou les jardins de case. Donc l'objectif de production vise plus la consommation. Ce sont les excédents qui sont vendus en détail sur le marché local ou acheté par les collecteurs pour aller revendre aux grossistes.

## **Les petits producteurs**

Cette classe regroupe a priori les producteurs qui ont pour activité principale l'agriculture et donc les superficies d'exploitation ne dépassent pas un hectare. Les champs sont généralement les jardins de case ou quelques avocats greffés sont semés juste pour la consommation. Toutefois les excédents sont généralement vendus en détail ou chez les collecteurs qui achètent avant d'aller revendre aux grossistes. Ils représentent 42% dans le cadre de cette étude. Ces résultats corroborent avec ceux de (Horticultural Crops Development Authority [HCDA] ,2010 ; Stanford, 1998) qui ont montré que la production d'avocats est dominée par les petits exploitants agricoles, qui constituent 85 % de l'ensemble des producteurs de fruits au Kenya. Cela se justifie par le fait qu'au Kenya les petits producteurs bénéficient des subventions octroyées par le gouvernement pour la culture des avocats.

En définitive il ressort que la culture des VAA dans le département du Bamboutos est dominée respectivement par les moyens producteurs (43%), les petits producteurs (42%) et les grands producteurs (15%).

## **Typologie des relations entre les acteurs**

Dans l'optique de mieux vulgariser et stimuler l'adoption des VAA, les acteurs sont appelés à collaborer pour bénéficier des services des uns et des autres. C'est ainsi qu'on a deux catégories de relations à savoir : les relations intragroupes et les relations intergroupes.

### **Les relations intra**

Ces relations concernent les acteurs se trouvant au sein d'une même catégorie. Au niveau des producteurs et pépiniéristes, les relations sont celles d'entraides et d'assistances qui se caractérisent par les échanges d'expériences pendant les réunions d'association, les visites dans les vergers et pépinières et les lieux de rencontre publique comme les débits de boissons.

Dans les OP, les interactions entre les producteurs se font généralement pendant les réunions que beaucoup brillent par leurs absences. Au cours de ces réunions, ils organisent leurs activités et débattent sur les problèmes rencontrés dans les vergers pour trouver les pistes de solutions. C'est dans ce contexte que Jaza (2016) stipule que faire partie d'une association et interagir avec les autres membres peuvent provoquer les améliorations et les changements des comportements des membres. On note au sein de ses OP la mauvaise gestion caractérisée par les détournements des fonds par les leaders. Ce qui entraîne généralement la dislocation du groupe voire même la démission des membres.

Au niveau de l'IRAD, on a les activités opportunistes des agents de production qui impacte négativement sur la qualité et la quantité des plants

produits. Ceci se traduit par la création des pépinières individuelle au détriment de la production du centre de recherche. Ce comportement a pour conséquence, la réduction de la quantité et la qualité des plants produites au niveau de l'IRAD et le mauvais suivi des agriculteurs en champs. Face à cette situation, les agriculteurs sont parfois obligés de se retourner vers les pépiniéristes locaux et leurs collègues agriculteurs pour le service de conseils.

Au niveau des ONG, on observe un dynamisme absolu entre les membres qui se caractérise par les partages des tâches lors des activités de sensibilisation, le renforcement des capacités lors des séminaires et les séances de formation des agriculteurs et des pépiniéristes dans les villages. Selon Jaza *et al.* (2020) ; Diop (2018), il s'agit de l'impact des supports des techniciens et professionnels d'un domaine (interaction avec les agents de développement et autres) et de la qualité des relations sociales entre les parties concernées (populations et agents).

### Les relations intergroupes

Les relations intergroupes concernent la coopération entre les groupes d'acteurs. L'objet relationnel observé sur le terrain entre ces deux groupes est plus basé sur le transit des semences. Ces interactions sont résumées sur la figure 1

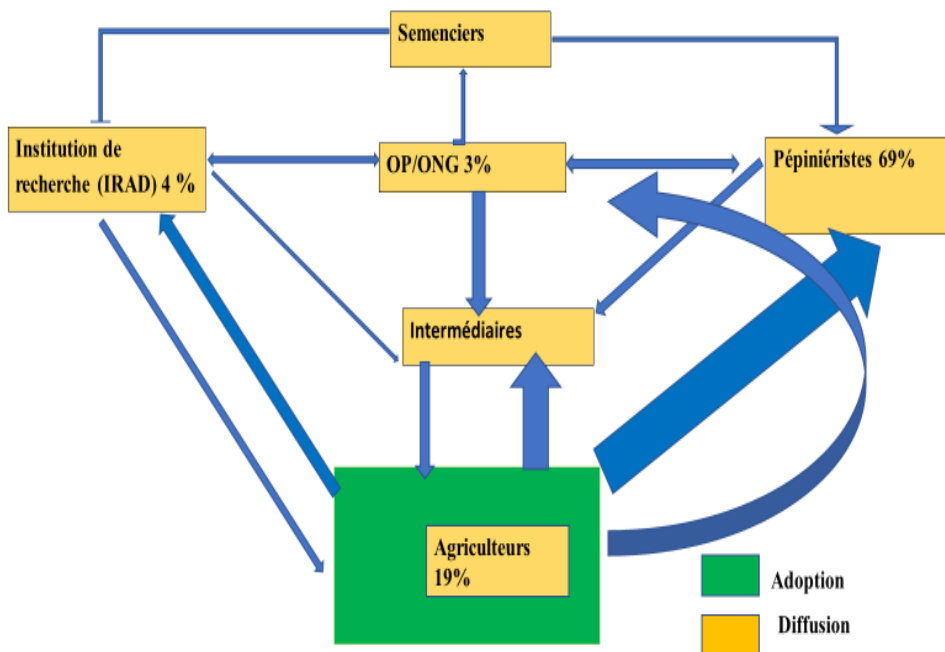


Figure I. Présentation des interactions intergroupes

Source : Fopa, 2021

Il ressort de cette figure que cinq principaux acteurs sont en interaction dans la diffusion et d'adoption des VAA. Ces acteurs sont de deux catégories à savoir les acteurs du secteur formel (IRAD et OP/ONG) et ceux du secteur informel (pépiniéristes et agriculteur et intermédiaires) qui de façon directe ou indirecte s'influencent mutuellement à travers certains services et activités menés.

Pour ce qui est du secteur informel, la coopération est plus accentuée entre le trio agriculteurs- intermédiaires- pépiniéristes où on observe une forte collaboration entre ces derniers. On constate que les pépiniéristes sont les plus impliqués dans la production des semences avec un taux de 69%, suivie des agriculteurs 19% et qui mutuellement ont une forte collaboration fondée sur les échanges et l'achat des plants et greffons. Cette forte collaboration a transformé certains pépiniéristes en agriculteurs et certains agriculteurs en pépiniéristes. Cela se justifie par le fait qu'à l'Ouest Cameroun, la production des semences d'arbres fruitiers (safoutiers, colatiers, goyaviers, agrumes, etc.) et bois d'œuvre (sapins eucalyptus, pins, etc.) a été toujours l'œuvre des pépiniéristes locaux. Avec l'avènement de la cherté des avocats dans les marchés locaux marqués par les prix élevés en période de grande production (mars à juin) couplée aux pénuries à partir septembre, beaucoup de producteurs ont constaté que la culture des avocats est un domaine porteur. C'est ainsi qu'ils ont jugés nécessaire qu'en cultivant les VAA, il ne pouvait pas perdre, surtout qu'ils ont observé leurs confrères et voisins du village et de champs se faire de l'argent. Dès lors, ils se sont lancés dans la culture des avocats. Ne connaissant pour fournisseur unique que les pépiniéristes, ils ont passé les commandes qui ont motivé les pépiniéristes à produire davantage. Cette situation a stimulé la production excessive des semences par les pépiniéristes et par conséquent leurs vulgarisations dans les villages via les prospectus. C'est dans ce contexte que les producteurs se sont rabattus chez eux pour se ravitailler. Dans un second temps (19%) des producteurs produisent eux-mêmes leurs semences. Ce fort taux se justifie par le fait qu'une fois les plants observés dans les champs des voisins, certains agriculteurs vont vers eux pour solliciter les semences. Au vu des fréquences et la pression mise sur ces derniers plusieurs producteurs se sont formés en greffage et sont devenus pépiniéristes d'autant plus qu'ils disposent déjà les arbres sur lesquels ils peuvent prélever les greffons. Dès lors, ils ont engagé leurs propres productions des semences et le ravitaillement des potentiels voisin ou amis qui venaient leur demander les semences. Par cette méthode, la plupart des producteurs sont devenus les grands producteurs des semences et des greffons. C'est de cette façon que des avocats greffés se sont propagés inconsciemment dans les villages d'où la prédominance de la vulgarisation privée et du secteur informel.

Plusieurs agriculteurs étant devenus agri-pépiniéristes ont fait du métier de pépiniériste leur gagne-pain dans le souci de multiplier les sources de revenus. Au vu de la concurrence entre les agri-pépiniéristes et les pépiniéristes, ces derniers ont créé les points de vente des semences dans les points stratégiques comme les carrefours et les boutiques phytosanitaires d'où les 6,6% qui se ravitaillent chez les vendeurs d'intrants. Il apparaît clairement que la culture de variétés améliorées d'avocats a fait naître de nouveaux métiers et de nouveaux acteurs dans sa chaîne de valeur. On observe que 3 % des producteurs se ravitaillent dans les OP/ONG. Ces OP regroupent plus les premiers adoptants qui ont trouvé utile de s'organiser pour vulgariser davantage la culture des VAA. Tel est le cas du RELESS, GIC Promise et SCOOP Mangwa. Au vu de cette situation, beaucoup de producteurs ne se sont plus intéressés aux structures étatiques comme l'IRAD, d'où sa faible sollicitation pour les semences (4%) et par conséquent la nécessité d'étudier les relations entre les acteurs du secteur formel et informel.

Les relations entre les deux groupes sont de très faibles proportions parce que l'objet relationnel qui les lie est produit en faible quantité par les acteurs du secteur formel (7%). Également parce que beaucoup de producteurs n'adhèrent pas aux OP.

En outre, l'IRAD en tant que structure étatique ayant pour devoir régalien l'identification, la multiplication et la diffusion des semences de variétés améliorées, est l'acteur central parce qu'il est perçu comme essentiel par d'autres acteurs, mais aussi par ce qu'il est le pont entre le secteur informel et les acteurs étatiques. (Lacroix, 2003 ; Wasserman et Faust, 1994) parle de (in-degree centrality ou de centralité de degré) et de (betweenness centrality ou centralité d'intermédiation) pour caractériser ce rôle d'acteur central. Malheureusement ses actions limitées défavorisent une cohésion et une collaboration forte entre les différents acteurs. Pourtant dans les grands pays producteurs, l'État et leurs centres de recherches agricoles travaillent en collaboration avec les autres pays plus expérimentés pour booster leurs productions. Par exemple le gouvernement du Kenya, en collaboration avec des partenaires tels que United States Agency for International Development (USAID) et l'ambassade du Royaume des Pays-Bas, a mis en œuvre plusieurs programmes visant à améliorer la production d'avocats de qualité et la performance globale du secteur à l'exportation en fournissant aux agriculteurs des plants de qualité, en les formant aux bonnes pratiques agricoles et en les mettant en relation avec des exportateurs (Johnny et al., 2019). Ce qui a favorisé les agriculteurs d'adhérer aux groupes d'agriculteurs contractuels de 0,5 % (Omolo et al., 2021 ; (Horticulture Validated Report, 2014). Il est donc clair que la collaboration positive entre l'État et les agriculteurs dans la production des fruits a fait naître un nouvel acteur dans la commercialisation et par conséquent l'évolution de la filière. Il est donc important pour le

gouvernement et en particulier le MINADER de multiplier les recherches et les mécanismes d'interaction multi acteurs intégrant particulièrement les agriculteurs dans le processus de diffusion, car ils sont au centre de la filière.

Malheureusement on constate une faible interaction entre les acteurs formels, entre les acteurs formels et informels et une très forte collaboration entre les acteurs informels. Les relations qui existent entre les acteurs du secteur formel et informel en termes de vulgarisation se font généralement dans le cadre des projets de très courtes durées et prennent fin au terme du projet du projet. Cette situation ne peut pas permettre le décollage de la filière avocat qui nécessite un soutien continue au niveau des agriculteurs. Sans une forte interaction entre les deux types d'acteurs, il est difficile de connaître un tournant positif dans la filière avocat comme c'est le cas dans les grands pays producteurs. Raison pour laquelle on propose une nouvelle dynamique de réseaux d'acteurs qui considère les acteurs informels comme étant le pilier de l'innovation des VAA. C'est pour cela que plusieurs auteurs estiment que les problèmes agricoles multidimensionnels exigent des interactions à différents niveaux impliquant des acteurs multiples qui sont directement ou indirectement liés au(x) problème(s) ou à sa solution potentielle (Houkonnou et *al.*, 2012; Ortiz et *al.*, 2013 ; Schut et *al.*, 2014b ). Ainsi la participation à la recherche des solutions constitue un facteur de succès (Giller et *al.* , 2011). Ces solutions devraient éclairer les différentes dimensions du problème, solutions techniquement réalisables, acceptables du point de vue socio-culturelles et économiquement accessible aux bénéficiaires. Sur ce, il faudrait que tous les acteurs soient au même niveau de considération y compris les agriculteurs, les pépiniéristes et les intermédiaires qui constituent la base de la filière avocat.

Ces solutions pourront aussi passer par la dynamique de réseau d'acteurs fondée sur les plates-formes d'innovation qui considèrent toutes les catégories d'acteurs comme étant les piliers de l'innovation de la filière avocat dans le Bamboutos. C'est dans cette logique que Granovetter (1973) parle de lien entre les acteurs dans les filières agricoles. Pour lui, il existe les relations fortes (dites homophile ou strong ties) qui favorisent l'innovation ou les relations faibles dites (hétérophiles ou weak ties) qui défavorisent l'innovation. Pour certains auteurs, ces plates-formes ont pour objectif de créer des cadres de transfert, de vulgarisation, de co-construction de co-production des technologies ou de concertations entre acteurs pour relever et soutenir les filières agricoles (Adekunle et Fatunbi 2012), (Klerkx, Van mierlo et Leeuwis 2012), (Kilelu et al. 2013), (Schut et al., 2015). Mais aussi l'accès aux intrants agricoles, l'accroissement de la productivité des cultures stratégiques et le soutien à l'écoulement de ces produits sur les marchés locaux et régionaux (PNIA 2010). Il est donc important pour le cas de la filière avocat dans le Bamboutos, une nécessité de coopération pas seulement entre

les deux catégories d'acteurs sus mentionnés, mais également avec les commerçants, les transformateurs et les structures de recherches.

### Analyse des services rendus dans la diffusion et l'adoption des VAA

Plusieurs activités sont menées dans le cadre de la vulgarisation des VAA comme le présente le tableau 1 : Services rendus dans la diffusion et l'adoption des VAA

**Tableau 1.** Services rendus dans la diffusion et l'adoption des VAA

Acteurs	Services rendus								
	Pplan	Pgrfon	Vtegrfon	Cpbois	Scult	Sfitech	Fgrefg	Vteplan	Pfruit
IRAD	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Graine de vie	+	+	-	-	+	-	+	+	-
GIC PROMISE	+	+	+	-	+	+	-	+	-
RECO SAF	+	-	-	-	+	+		+	-
RELESS	+	-	-	-	+	+	-	+	-
SCOODMANG WA	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Pépinieristes	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Agriculteurs	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Intermédiaires	-	-	+	-	+	+	-	+	-
Totaux	7	5	5	1	8	8	4	8	1
Pourcentage	77,77	55,55	55,55	11,11	88,88	88,88	44,44	88,88	11,11

**Source :** Enquête de terrain

Pplan= production des plants greffés, Pgrfon= Production des greffons, Cpbois= Création parc à bois, Scult = Sensibilisation sur la culture des avocats, Sfitech = Suivis et formation sur l'itinéraire technique, Fgrefg = Formation en greffage, Vteplan = vente des plants =, Pfruit = Production des fruits, Vtegrfon =Vente des greffons, + = Oui, - = Non

Il ressort du tableau 1 que huit activités sont menées par huit acteurs dans le cadre de la diffusion des VAA dans le département des Bamboutos. Il s'agit de la production des plants greffés, la Production des greffons, la Création du parc à bois, la sensibilisation sur la culture des avocats, le suivi et formation sur l'itinéraire technique, la formation en greffage, la vente des plants et la vente des greffons. Ces activités sont menées par les acteurs publics (IRAD) et les acteurs privés (OP/ONG, pépinieristes, agriculteurs et les intermédiaires). Elles sont classées en trois catégories entre autres : les activités fortement réalisées, les activités moyennement réalisées et les activités faiblement réalisées.

L'analyse du tableau 1 montre que les activités hautement réalisées sont la sensibilisation sur la culture des avocats (88,88 %), le suivis et formation sur l'itinéraire technique (88,88%), la vente des plants (88,88 %) et la production des plants greffés (77,77%°. Ces services sont plus rendus parce qu'elles sont en amont de la vente des plants. Les agriculteurs aiment acheter leurs semences où ils vont être suivis et moins dépenser. C'est la raison pour

laquelle la plupart des acteurs qui produisent les avocats greffés sensibilisent les agriculteurs pour faire leurs publicités. En plus de cela, ils associent à cette sensibilisation les fiches techniques et les suivis en champs pour davantage attirer la clientèle.

Les activités moyennement réalisées sont : production des greffons (55,55 %), la vente des greffons (55, 55%) et la formation en greffage (44,44%). Ces trois activités sont complémentaires. Le prélèvement des greffons impacte sur le rendement des agriculteurs. En effet l'objectif de base de la création du verger par les agriculteurs est la production des fruits. Or le prélèvement des greffons sur les avocats modifie automatiquement ou impacte sur la fleuraison et réduit la quantité des fruits. Ce qui fait que les agriculteurs prélèvent les greffons dans trois conditions : premièrement lorsqu'ils sont butés lors de l'achat de certains intrants en particulier les engrais, deuxièmement quand ils ont un travail de greffage bon marché à faire et troisièmement lorsqu'ils veulent greffer leur propre plant. Sinon à la base leurs vergers ne sont pas créés pour produire les greffons. Ce sont les contraintes d'ordre économiques qui les induisent souvent à cette tâche.

Les activités faiblement réalisées sont : la création parc à bois (11,11%) et la production des fruits. En effet, la création du parc à bois est une activité qui vise généralement trois objectifs à savoir ; l'expérimentation sur l'adaptabilité des nouvelles variétés, la production des portes greffes et la multiplication des greffons. Or comme précédemment indiqué, l'objectif principal des agriculteurs est la production des fruits. Ce qui justifie le fait que l'IRAD de Foubot chez qui les premiers adoptants et les premiers pépiniéristes se sont ravitaillés en plants et en greffons soit le seul acteur purement impliqué dans cette activité. Également cette faible proportion d'acteurs impliqués dans la production des fruits (11,11%) est due au fait que les acteurs privés ne sont pas encore impliqués seuls les agriculteurs y sont fortement impliqués.

À la lecture du tableau 1 on peut constater que l'État apparait comme l'acteur qui fournit le plus de services (100%) en matière de vulgarisation des VAA à travers l'IRAD. Mais cela est loin d'être une réalité sur le terrain. Ceci se justifie par le fait que seuls les producteurs qui achètent les plants à l'IRAD bénéficient d'un accompagnement technique sur le terrain. Mais, peu sont les agriculteurs qui y prennent leur plant à cause des prix élevés (1500 et 2000 FCFA) ou encore la distance et les tracasseries à faire pour se procurer des plants comparativement aux prix faibles et plus concurrentiels (1000 à 1500 FCFA) de pépiniéristes et des agri-pépiniéristes qui sont à proximité des bassins de production. C'est dans ce sens que Hounkonnou et *al.* (2012) déclare que les contraintes institutionnelles limitaient les agriculteurs à utiliser les technologies qui étaient censées améliorer leurs moyens de subsistance.



D'où l'implication plus accentuée des acteurs privés tels que les agriculteurs, les intermédiaires et les OP/ONG.

### **Les agriculteurs**

Au vu de l'apport économique des VAA, plusieurs agriculteurs ont fait de la production des fruits et des plants d'avocats greffés leur activité familiale. Les catégories sociales représentées dans ces fonctions sont majoritairement les retraités en zones rurales et les agriculteurs ou chefs de famille qui disposent de vastes superficies agricoles. En plus de la production des fruits et des plants, ils se sont engagés dans la sensibilisation des populations locales et des villages environnants à travers les radios communautaires, les cartes de visite, les affiches dans les débits de boissons, les marchés ruraux et les lieux publics. Pour intensifier davantage cette vulgarisation, plusieurs se sont imprégnés des téléphones androïdes pour créer les groupes Whatsapp qui leur servent de vulgariser leurs produits. Il s'agit là d'un nouveau système agricole innovant qui mérite une attention particulière de la part des acteurs de développement et du pouvoir public dans la définition de politiques agricoles. Car ce système permet aux agriculteurs de diversifier leurs sources de revenus en milieu rural tout en créant de nouveaux emplois. Dugué *et al.* (2017a) avaient constaté ce type d'innovation dans le système de culture sénégalais à travers l'association de l'arboriculture aux cultures maraichères pour diversifier leurs sources de revenus. Ce sont de systèmes innovants qui demeurent peu connus et peu soutenus alors qu'ils sont capables de générer des effets positifs sur le développement agricole (Assefa, 2005). Pour cela, il leur faut une reconnaissance et une intégration dans les politiques agricoles mises en place par l'État. Cette reconnaissance permettrait aux chercheurs, aux agriculteurs et d'autres acteurs de développement local de créer un cadre d'échange qui favorisera la reconception de nouveaux systèmes de vulgarisation et d'apprentissage entre acteurs des filières agricoles. (Duru *et al.* 2014).

La possession des grands vergers en production couplée à la production des plants greffés par certains producteurs et pépiniéristes leur confère une haute visibilité et une très grande considération par les agriculteurs du village. À cet effet, leurs champs en production sont considérés comme des champs de références et des échantillons pour vendre leurs plants. Notons cependant que la maîtrise de l'activité de production par ces agriculteurs et pépiniéristes résulte de leur ancienneté dans la culture des avocats greffés. C'est pourquoi ils sont généralement surnommés dans les zones rurales de (*IRAD, ingénieur, avocatier*) au vu de leur implication dans ce secteur d'activité. Deveze (1993) qualifie cela d'innovation endogène par ce qu'elle est une réaction adaptative innovante émanant d'une expérimentation spontanée faite par les paysans; en fonction de contraintes et des opportunités

auxquelles ils font face. En effet, les paysans adaptent l'innovation en fonction de leurs objectifs et les facteurs de production disponibles dans leurs exploitations. Ils réorientent ainsi les solutions proposées dans le but de trouver satisfaction à leurs besoins réels (Bashangwa-Mpozi, 2019).

### **Les intermédiaires**

Le rôle des intermédiaires n'est pas à négliger à travers les relais et la cohésion qu'ils créent entre les autres acteurs. Ils créent les dépôts où sont exposés et vendus des plants d'avocatiers collectés chez les pépiniéristes et des agriculteurs. Ces dépôts sont généralement les points de rencontre et de repère entre les différents acteurs (commerçants, pépiniéristes, agriculteurs et producteurs d'huiles d'avocats) pour passer les commandes des plants et des fruits. Ces intermédiaires sont généralement des hommes disposant des voitures pickups bien adaptés qui peuvent accéder dans les grands bassins de productions mêmes les plus enclavés. En plus des semences, ils interviennent également dans la commercialisation des fruits, mais leurs prix restent généralement bas.

Il ressort également de la figure 1 que les intermédiaires sont au centre de la diffusion, car ils facilitent le transit des plants et greffons entre toutes les catégories d'acteurs. Ce rôle stimule un réseautage intensif entre les acteurs. C'est dans ce contexte que certains auteurs estiment que l'interaction et le renforcement des liens au niveau des parties prenantes favorisent la disponibilité et la circulation des semences dans un environnement plus large (Klerkx et al., 2010). Cela passerait par un gain d'intérêt pour la recherche fondé sur l'analyse des réseaux (Chiffolleau, 2005), car les liens entre acteurs sont essentiels du fait que les gens bougent et amènent des technologies et des idées avec eux (Gault, 2008).

### **Les OP/ONG**

Les OP et ONG sont plus concentrées dans la production, la sensibilisation et la vente des plants, mais l'ONG graine de vie est plus active à travers ses actions comme l'organisation des séminaires de formation en greffage par quartier dans les villages

### **Facteurs influençant le processus de diffusion et d'adoption des VAA et perspectives de durabilité**

Plusieurs facteurs entravent le processus de diffusion et d'adoption des VVA. Ces facteurs sont d'ordres organisationnels, économiques, fonciers et techniques. Ils sont fonction des catégories d'acteurs qui y interviennent.

## **Au niveau des OP**

Les problèmes sont plus d'ordres organisationnels. La participation des institutions de soutien privé notamment des OP/ONG a été moindre. En effet on a constaté une grande faiblesse dans l'organisation de ces OP qui font que certains agriculteurs ne voient même pas l'intérêt d'y adhérer. Ceci s'explique par les faibles financements et les détournements de fonds observés au sein de ces organisations, le mauvais partage des plants entre les producteurs et le partage inégal des bénéfices issus de la vente des plants dans certains OP. Ceci corrobore les résultats de Sebuliba-Mutumba et *al.*, (2017) qui a montré que l'action collective est souvent compromise en l'absence de réglementations sociales fortes qui peuvent favoriser la solidarité sociale. Ces auteurs constatent qu'un bon fonctionnement est possible en cas de règles institutionnelles fortes, d'adhésion aux règles écrites qui permettent de réguler les comportements de membres du groupe afin de leur permettre d'atteindre leurs objectifs (Geels, 2004 ; Gomez-Haro et *al.*, 2011). Ceci veut dire que l'efficacité des organisations paysannes nécessite une réglementation ainsi qu'une bonne exploitation des ressources humaines et financières (Sebuliba-Mutumba et *al.*, 2017). Il s'agit donc d'une innovation organisationnelle qui va modifier non seulement le fonctionnement, les modalités de gestion et de prise de décision, mais également doit améliorer les activités de vulgarisation et d'adoption (Gaglio, 2011).

## **Au niveau des agriculteurs**

Elles concernent surtout les facteurs de productions plus particulièrement le manque de moyen financier, l'indisponibilité des terres et la non maîtrise de l'itinéraire technique.

Le manque de moyen financier et l'inaccessibilité au crédit sont des facteurs limitants l'adoption des VAA. La culture des avocats nécessite des moyens financiers et un retour sur investissement à long terme. En plus de cela, nous avons les risques liés aux facteurs climatiques et aux marchés en fluctuations. Face à cette situation, les institutions financières telles que les banques et les micros finances sont réticentes au crédit. L'argument avancé est que les banques n'acceptent pas de prêter l'argent aux agriculteurs, parce qu'ils n'ont pas de garanties hypothécaires. Face à cette situation, Bashangwa-Mpozi et *al.*, (2015a) avaient constaté que les producteurs burundais faisaient recours aux ressources locales à leur portée pour financer la production du fruit de la passion. Tel est le cas des agriculteurs qui font recours à l'argent de l'épargne issu de la vente des autres cultures ou des activités secondaires pour subventionner la création de leurs vergers. Toutefois, ce moyen de financement n'est pas suffisant pour prendre en charge différents intrants nécessaires pour la culture des VAA ou pour assurer une production durable. Ces mécanismes expliquent les faibles proportions de ménages enquêtés qui

ont eu accès au crédit (25 %) . Les crédits reçus proviennent des associations tontines (92 %) (Formes traditionnelles d'épargne et de crédit) qui permet de combler le vide (Ashta & Salimata, 2012). Cette forme de crédit aide les petits agriculteurs à ne plus dépendre de crédits octroyés par les commerçants ou les collecteurs qui les maintiennent dans la dépendance et l'achat des fruits aux bas prix. Tout comme le problème financier, le problème foncier est un facteur limitant dans l'adoption des VAA.

Dans le domaine agricole et plus particulièrement la pratique des cultures qui nécessitent de vastes superficies, le capital physique et plus particulièrement le facteur de production comme la terre joue un rôle très primordial pour des investissements à long terme. À cet effet, l'insécurité foncière influencerait énormément sur l'adoption de nouvelles technologies notamment si cette dernière implique des investissements fixes et à long terme. Dès lors, Il existe une corrélation positive entre la superficie des terres disponibles et la probabilité d'investir pour ces cultures. Or il ressort de nos résultats que 77% des agriculteurs n'ont pas accès aux terres pour créer ou étendre leur verger. Plusieurs producteurs résolvent ce problème par les « *migrations agricoles* » en allant dans les autres régions ( Est, centre et Sud-Cameroun) pour créer leurs vergers. Également les producteurs- locataire de terrain se méfient de cultiver les VAA sur leur parcelle, car plusieurs de leurs collègues ont vu leurs champs récupérés par les bailleurs après de lourds investissements dans les avocats greffés.

Par ailleurs on constate au niveau de la sécurisation foncière que les agriculteurs n'ayant pas de titre foncier utilisent les VAA pour en faire des marqueurs de territoire. Ces résultats ne corroborent pas avec ceux de Passannet et al. (2017) qui a montré que la non possession du titre foncier était un facteur limitant sur la culture des mangues au Tchad. Dans la même logique, Udry (2010), stipule que les agriculteurs en incertitude sur le droit de propriété sont moins motivés à réaliser des investissements. À ce propos (Hailu *et al.*, 2014) stipule qu'ils seront par conséquent moins disposés à adopter une technologie qui leur imposera plus d'investissement à long terme.

### **Au niveau de l'État**

Plusieurs facteurs institutionnels peuvent influencer positivement ou négativement l'adoption d'une nouvelle culture dans les milieux ruraux. Parmi ces facteurs, on peut citer les incitatifs financiers en réponse aux politiques de soutien à la culture, à la recherche et la vulgarisation. Dans le département des Bamboutos, il n'existe pas de politique spécifique pour promouvoir la culture des avocats greffés. Les observations du terrain montrent de timides interventions qui se limitent seulement à la production très limitée des plants par IRAD. D'autre part, sous la direction du MINADER, on observe dans le cadre du programme ACEFA une intervention qui se limite au financement de

la production de 1500 à 5000 dans l'arrondissement de Batcham à travers l'OP GIC promise. Également, l'intervention de l'ONG graine de vie dans l'arrondissement de Mbouda sur la formation en greffage et la création des pépinières. Toutefois la vulgarisation des VAA reste faible malgré ces actions. Car depuis 2015, le MINADER a mis sur pieds le projet de construction d'une usine d'extraction d'huile d'avocat ce qui a stimulé massivement les agriculteurs à intégrer les avocats greffés dans leurs systèmes de cultures. Mais cette usine peine à fonctionner par manque de matière première qui ne satisfait même pas la consommation de table. En outre, ce projet ne dispose pas des vergers pour sa propre production d'avocat alors qu'à côté on a la subvention de la culture du café déjà abandonné par les agriculteurs. Notamment, 78 % des agriculteurs ne connaissent pas les variétés d'avocats sollicités par cette usine. De même les informations sur l'itinéraire technique, sur la connaissance des différentes variétés et les modes d'utilisation des intrants, etc. ne sont pas diffusées si oui dans le tas par les producteurs des plants. Or la connaissance d'une nouvelle technologie est efficace si et seulement si elle est diffusée. Dès lors, la sensibilisation et la transmission de l'information ont un rôle à jouer dans les décisions d'adopter une nouvelle technologie en agriculture (Baumüller 2012). S'intéresser à tout le système serait un moyen efficace de promouvoir la . Donc l'innovation de service des conseils agricoles couplé avec l'innovation organisationnelle favoriserait le développement de la culture des VAA dans le Bamboutos,

La culture des VAA étant déjà une réalité, il est important que la recherche vienne appuyer cette filière, car beaucoup de questions demeurent sans réponse. Et seule la recherche permettrait d'éviter des effets négatifs de développement de la culture des avocats et de chercher à maximiser les intérêts que différents acteurs peuvent tirer de cette culture. À l'absence de la recherche publique sous la direction du MINADER, la recherche universitaire devrait s'intéresser à cette problématique, car il existe très peu de données scientifiques sur les avocats en générale au Cameroun. Les recherches devraient s'orienter aussi sur les modalités de valorisation de ses graines, de sa peau, de ses feuilles, car tout semble valorisable sur les avocats. D'autres recherches devraient s'intéresser à l'organisation des filières, aux marchés régionaux et internationaux, etc.

## **Conclusion**

Cette étude avait pour objectif d'apporter un éclairage sur les acteurs impliqués dans le processus de diffusion et d'adoption des variétés améliorées d'avocats, mais aussi de ressortir les services rendus par ces derniers à partir du cas du département de Bamboutos. L'étude est partie de l'identification des principales catégories d'acteurs et leurs particularités pour montrer que les actions menées se regroupent autour de plusieurs services que sont la

production des plants greffés, la production des greffons, la création parc à bois, la sensibilisation sur la culture des avocats, le suivi et la formation sur l'itinéraire technique, la formation en greffage, la vente des plants et des greffons.

L'analyse des relations entre les acteurs fait ressortir deux principaux types de relation à savoir les relations intragroupes et inter-groupe avec pour objet relationnel le transit des semences. Malgré les synergies d'acteurs observés, l'on constate les difficultés d'ordres managériaux, socioéconomiques et techniques qui entravent le processus de diffusion et par conséquent influence sur l'adoption. Par ailleurs, trois catégories d'acteurs sont impliquées dans l'adoption. On note ici : les grands producteurs, les moyens producteurs et les petits producteurs.

Ces producteurs sont confrontés aux problèmes d'ordres techniques. Une coopération plus accentuée entre les acteurs formels et informels favoriserait l'essor des VAA dans le Bamboutos.

#### References:

1. Adekunle A. A., Fatunbi A. O.( 2012) Approaches for setting-up multi-stakeholder platforms for agricultural research and development », *World Applied Sciences Journal*, 16 (7), 981-988,.
2. Adekunle A.A. et al. (2012). *Agricultural innovation in sub-Saharan Africa: experiences from multiple stakeholder approaches*. Accra, Ghana: Forum for Agricultural Research in Africa (FARA).
3. Angbo-Kouakou E., Temple L. , Synhia Mathé S. , Assemien A.( 2016).plateformes d'innovation comme dispositif d'orientation des trajectoires technologiques des filières agricoles. Cas de la filière banane plantain en Côte d'Ivoire. OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr
4. Asch, S. E. (1956). Studies of independence and conformity: I. A minority of one against a unanimous majority. *Psychological monographs: General and applied*, 70(9), 1.
5. Ashta, Arvind and Fall, Ndeye Salimata(2012), Institutional Analysis to Understand the Growth of Microfinance Institutions in West African Economic and Monetary Union. Corporate Governance, Vol. 12 Iss: 4, pp.441 - 459, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1433063>
6. *Assefa, A. (2005) Traditional Conflict Resolution and Challenges in Ethiopia The Experience of Oromo in Ethiopia. A Report on Ethiopia Workshop, .*
7. Augustin Schinzoumka A., Passannet, Aghofack-Nguemezi J. &GATSING D. (2017). Diversité de variétés, de production et de conservation de mangues au Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(3): 1145-1164

8. Auteur inconnu. (2008). Les paradoxes de l'avocatier à l'Ouest. Le Messager, page inconnue
9. Auteur inconnu. (2020, Janvier). *L'avocat, le nouvel or vert pour les pays africains. Ecofin Hebdo N°130*
10. Bashangwa-Mpozi B., Ndimanya P. & Lebailly, P. (2015a). Analyse des contraintes de développement du FP au Burundi. Cas de la commune Matongo province Kayanza. *Les Cahiers de l'Association Tiers-Monde n° 30-2015 : XXXes*
11. Bierschenk T., Chauveau JP. & Olivier de Sardan JP. (éds.) (2000). *Courtiers en développement, les villages africains en quête de projets*. Paris: Karthala.
12. Bijman, J. (2008) Contract farming in developing countries: an overview. Working Paper, Wageningen University
13. Chiffolleau Y. (2005). Learning about innovation through networks: the development of environment friendly viticulture. *Technovation 25*, 1193–1204.
14. CIRAD (2013). Dossier du mois AVOCAT. Septembre 2013 n°214.FruiTrop
15. Diop, J. (2018). Dynamiques locales et construction territoriale: approche socio-anthropologique du processus de développement local dans la Commune rurale de Fandène (Thiès – Sénégal) [Thèse de doctorat, Université Rennes 2, France]. <NNT: 2018REN20016>. <tel-01818853>
16. Ducelier D. et Rey J.Y. (1989). comportement de dix cultivares d'avocatiers à l'Ouest Cameroun. *Fruits*, Feb. 1 989, vol. 44, n° 2, p. 81-90.
17. Dugué, P., Kettela, V., Michel, I., & Simon, S. (2017). Diversité des processus d'innovation dans les systèmes maraîchers des Niayes (Sénégal): entre intensification conventionnelle et transition agroécologique.
18. Duru, M., & Therond, O. (2014). Un cadre conceptuel pour penser maintenant (et organiser demain) la transition agroécologique de l'agriculture dans les territoires. *Cahiers agricultures*, 23(2), 84-95.
19. Edna G. Johnny, Jane Kabubo-Mariara, Richard Mulwa, George M. Ruigu. (2019). Smallholder Avocado Contract Farming in Kenya: Determinants and Differentials in Outcomes. *Revue africaine de revue économique*, Volume VII, Numéro 2, Juillet 2019
20. FAO. (2008). Deuxième rapport sur la situation des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Cameroun.83Pfar north region, Cameroon. *RJOAS*, 3(51), 44-51. DOI
21. FAO. (2022). Analyse du marché des principaux fruits tropicaux en 2020. Rome.<http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/fruits->

- tropicaux/fr/ consulté le 14/06/20200 (Major Tropical Fruits: Preliminary results 2020).
22. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).(2016). Rome FAOSTAT Database; International Monetary Fund (IMF), Washington, D.C., International Financial Statistics Database; United Nations Statistics Division.
  23. Gaglio, G. (2011). *Sociologie de l'innovation*. Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.gagli.2011.01>
  24. Gaillard J.P. (1987). L'avocatier, sa culture, ses produits. Paris: Maison Neuve et Larose.
  25. Gaillard J.P. and Godefroy J. (1974). L'avocatier. Paris: Maison Neuve et Larose.
  26. Gault F. (2008). Science, Technology and Innovation Indicators: Opportunities for Africa. *The African Statistical Journal*. Volume 6, pp 141.
  27. Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 33(6-7), 897-920.
  28. Giller, K. E., Corbeels, M., Nyamangara, J., Triomphe, B., Affholder, F., Scopel, E., & Tittonell, P. (2011). A research agenda to explore the role of conservation agriculture in African smallholder farming systems. *Field crops research*, 124(3), 468-472.
  29. Giller, K. E., Tittonell, P., Rufino, M. C., Van Wijk, M. T., Zingore, S., Mapfumo, P., ... & Vanlauwe, B. (2011). Communicating complexity: integrated assessment of trade-offs concerning soil fertility management within African farming systems to support innovation and development. *Agricultural systems*, 104(2), 191-203.
  30. Gómez-Haro, S., Aragón-Correa, J. A., & Córdón-Pozo, E. (2011). Differentiating the effects of the institutional environment on corporate entrepreneurship. *Management Decision*.
  31. Hailu, B. K., Abrha, B. K., & Weldegiorgis, K. A. (2014). Adoption and impact of agricultural technologies on farm income: Evidence from Southern Tigray, Northern Ethiopia. *International Journal of Food and Agricultural Economics (IJFAEC)*, 2(1128-2016-92058), 91-106.
  32. Horticultural Crops Development Authority (2010). Export Statistics in Volumes and Values for Fresh Fruits, Vegetables and Flowers for the Year 2010
  33. Horticulture Validated Report (2014) Accessed from <http://www.agricultureauthority.go.ke/wp-content/uploads/2016/05/Horticulture-Validated-Report-2014-Final-copy.pdf> (March 26, 2018)



34. Hounkonnou, D., Kossou, D., Kuyper, T. W., Leeuwis, C., Nederlof, E. S., Röling, N., ... & van Huis, A. (2012). An innovation systems approach to institutional change: Smallholder development in West Africa. *Agricultural systems*, 108, 74-83. <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2016-03.04>
35. Huguenin, B. Boher, B. Haury, A. et Laville, E. (1975). Etude de phytophthora cinnamomi de l'avocatier au Cameroun. *Fruits*, vol.30, pp. 525-533.
36. Jaza, F. A. J. (2016). Descriptive and logistic regression approaches for analyzing the factors affecting the adoption of cocoa agroforests by farmers in the centre region of Cameroon. *RJOAS*, 5(53), 125-134. DOI <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2016-05.17>
37. Jaza, F. A. J., TCHOUA, L. V. et MULUH, G. A. (2020, September). Determinants of adoption of agri-environmental practices by maize producers organised in cooperatives in the Centre region of Cameroon. *Int. J. Biol. Chem. Sci., International Formulae Group*, 14(7), 2434-2451. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i7.6>
38. Kee, K. F. (2017). Adoption and diffusion. In C. Scott, & L. Lewis (Eds.), *International encyclopedia of organizational communication*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
39. Kilelu C. W., Klerkx L., Leeuwis, C. (2013). Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: contributions and tensions in a smallholder dairy development program. *Agricultural systems*, 118, 65-77.
40. Klerkx L., Aarts N. & Leeuwis C. (2010). Adaptive Management in Agricultural Innovation Systems: The Interactions between Innovation Networks and Their Environment'. *Agricultural Systems* 103: 390–400.
41. Klerkx L., Van Mierlo B., Leeuwis, C. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions », In *Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic* (pp. 457-483). Springer Netherlands.
42. Lacroix M. (2003). Littérature, analyse de réseaux et centralité : esquisse d'une théorisation du lien social concret en littérature. *Recherches sociographiques* 44 (3), 475-497.
43. MacNeil, M. K., & Sherif, M. (1976). Norm change over subject generations as a function of arbitrariness of prescribed norms. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34(5), 762.
44. Melachio M., Fongang G.H. , Tchouamo I.R. (2021). Problématique de l'accompagnement socioprofessionnel des jeunes dans le secteur agropastoral à l'Ouest-Cameroun : enjeux et stratégies des acteurs. *RAID*, 17

45. Omolo, P., Tana, P., Mutebi, C., Okwach, E., Onyango, H., and Okach, K. O. (2011). Analysis of avocado marketing in Trans-Nzoia District, Kenya. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 3(7), 312-317.
46. Ortiz, I., Burke, S., Berrada, M., & Cortés, H. (2013). *World Protests 2006-2013. Initiative for Policy Dialogue and Friedrich-Ebert-Stiftung New York Working Paper*, (2013).
47. PNIA, "Programme National D'Investissement Agricole, Document de plaidoyer 2010-2015, agriculture.gouv.ci. Rapport d'Expertise AISA, 118 p, Ministère en charge de l'Agriculture de Côte d'Ivoire (MINAGRI), 2010.file:///C:/Users/Utilisateur/Downloads/PNIA%20VERSION%20FINALE.pdf
48. Prager K. & Creaney R. (2017). Achieving on-farm practice change through facilitated group learning: Evaluating the effectiveness of monitor farms and discussion groups. *Journal of Rural Studies*, 56, 1-11.
49. RECOFAC. (2014a). Culture et transformation d'avocats dans la localité de Bapi, Région de l'Ouest Cameroun, dossier de présentation du projet.
50. Schut M., Klerkx L., Sartas M., Lamer S D., MC Campbell M., Ogbonna I., Leeuwis C. (2015). Innovation platforms: experiences with their institutional embedding in agricultural research for development », *Experimental Agriculture*, 1-25.
51. Schut M. *et al.* (2015). RAAIS: Rapid Appraisal of Agricultural Innovation Systems (Part I). A Diagnostic Tool for Integrated Analysis of Complex Problems and Innovation Capacity'. *Agricultural Systems* 132: 1-11.
52. Schut, M., Rodenburg, J., Klerkx, L., van Ast, A., & Bastiaans, L. (2014). Systems approaches to innovation in crop protection. A systematic literature review. *Crop Protection*, 56, 98-108.
53. *Sebuliba-Mutumba R., Kibwika P., and F Kyazze F. (2017). Poultry farmer perceptions of agricultural advisory services involving value addition and marketing in Wakiso district Uganda African Journal of Rural Development (AFJRD), vol. 2, issue 4*
54. Stanford, L. (1998). Mexico's Empresario in Export Agriculture: Examining the Avocado Industry in Michoacán. Prepared for: AGR07: La Intermediación en las Cadenas Internacionales de Mercancías Agrícolas at the 1998 meeting of the Latin American Studies Association, Chicago, Illinois, September 24-26 1998.
55. Touzard J.M., Temple L., Faure G et Triomphe B. (2014). Systèmes d'innovations et communautés de connaissance dans le secteur

- agroalimentaire. *Innovations*, 43, 13-38p. DOI: 10.3917/inno.043.0013.
56. Vallerand, R. J. (2015). *Psychology of Passion : A dualistic model*. New York, NY : Oxford University Press.
  57. Wani, T. A., & Ali, S. W. (2015). Innovation diffusion theory. *Journal of general management research*, 3(2), 101-118.
  58. Wasserman S. and Faust K.,(1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.
  59. Yang H., Klerkx L. & Leeuwis C. (2014). Functions and limitations of farmer cooperatives as innovation intermediaries: Findings from China. *Agricultural Systems*, 127, 115-125.

## Knowledge of Information Security Awareness and Practices for Home Users: Case Study in Libya

*Hamida Asker, MSc*

Nalut University, Libya

*Abdalmonem Tamtam, PhD*

Nalut University, Libya, Dublin City University, Ireland

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n15p238](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n15p238)

Submitted: 19 January 2023

Accepted: 30 May 2023

Published: 31 May 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Asker H. & Tamtam A. (2023). *Knowledge of Information Security Awareness and Practices for Home Users: Case Study in Libya*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (15), 238.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n1p238>

### Abstract

The abundance of information available through the internet, mobile applications, and cloud computing has made it convenient for users to access a wide range of information. However, this convenience comes at a cost, as this information is constantly at risk of being compromised by cybercriminals and hackers. While the recognition of the potential dangers of information security is increasing in developed countries, in regions like Libya in North Africa, the level of protection for this information is insufficient. The purpose of this study is to examine the various factors that may influence or affect users' practices and awareness at home. The investigated factors are policy, behavior, training, knowledge of IT, and education. To accomplish the goals of this study, a quantitative methodology was implemented. Specifically, a survey was created to assess the correlation between key factors and security awareness and practices in the home environment. The survey attracted 220 respondents and was analyzed using Bivariate/Pearson Correlation to determine the relationship between the independent variable and the dependent variable. The results of the study showed a moderate positive correlation between policy, knowledge of IT, and education with security awareness and practice, but the behavior factor had a low correlation. These results indicate that the security awareness and practice level of employees at home is mostly at a moderate level. It is hoped that the present study provides

an initial step in focusing on security training sessions among higher education employees to emphasize the importance of security training and increase knowledge of information security. It is hoped that the findings of this study will serve as a starting point for further research and a focus on providing security information for the public, which will help disseminate new knowledge on the importance of security training and increase awareness of information security.

---

**Keywords:** Security awareness, Security practice, Information security, home users

## 1. Introduction

With the increasing dependence on information systems, it has become clear that the protection of these systems is a necessity for every user. The lack of security awareness and user practices is the weakest link in information security (Halim et al., 2008). Several studies have emphasized the need to increase the security awareness of users within the organization by focusing on policies and procedures related to technology. Additionally, educating employees on information security through training programs is crucial to create a security culture among users (Ishak et al., 2014; Fakeh et al., 2012). It is essential to protect information assets from internal threats. However, the threat posed by the human element in information systems is considered a more significant issue in information security. Research reveals that unintentional security incidents from insiders often occur, which could cause great devastation to information assets compared to outsider attacks. In addition, researchers have found that the majority of threats to information systems can be attributed to the weak experience and awareness levels of users regarding how to deal with internal and external security attacks on information assets (Parsons et al., 2014; Roy, 2010; Colwill, 2009).

The success of information security depends on suitable information security practices by end users. The weakness in user security practices constitutes a larger threat to an organization's security than any weakness in information security. Therefore, the biggest challenge in information security is to transform users from the weakest link to the defense line by enhancing security practices (Rhee et al., 2009; Asker and Tamtam, 2020). According to Huang et al. (2011), users could be the biggest vulnerability in information systems security, even with several security methods in place. These methods depend on how users utilize them. Many studies focus on different approaches to encourage users to adopt information security practices.

Technology usage mainly occurs in two locations: the workplace and home. Many programs and initiatives have been proposed to improve security awareness among users. Most of these initiatives are directed toward

organizations, while some national programs are aimed at home users. This indicates that education about information security is more prevalent in the workplace rather than in the home environment. Few research studies have focused on staff security awareness in both the workplace and home, highlighting the strong need to investigate security awareness in these two areas (Talib et al., 2010).

The present study aims to identify the effect of policy, behavior, IT knowledge, and education on employees' security awareness and practice levels at home. This study specifically focuses on employees' security awareness and practice at home, where they use Information Communication Technologies (ICTs) for personal use (Kritzinger and Von Solms, 2010). In this study, employees are also considered as home users.

In this study, the problem is to identify the effect of policy, behavior, training, IT knowledge, and education on employees' security awareness and practice in the workplace.

### **1.1 Study Questions:**

1. How do the factors of policy, behavior, IT knowledge, and education influence security awareness and practice for home users?
2. What is the current level of awareness and practice of information security among home users?

### **2. Related Works:**

Information Security Awareness of computer users (ISA) is critical in determining their security-related behavior in both the workplace and at home (Jaeger, 2018). Threats to computer systems continue to be a problem, as stated by Edwards (2015). Home computer users need to be more aware of the malicious attacks that could target them. It is a well-known fact that the strength of security is only as effective as its weakest link, which is often the end user (Schneier, 2011). To counter the threats faced by end users, there has been an increasing focus on information security awareness, education, and information dissemination.

According to a survey on the security perception of beginner internet users in the UK, 43% of participants did not understand the threats, while 38% of participants did not know how to use security packages. Additionally, 35% of them were unaware of how to protect their computers. As the number of internet users increases, there has been a widespread focus on information security awareness and practices, encompassing both end users in organizations and home users. However, it is worth noting that organizations prioritize enhancing their defense by providing security awareness and practices, while home users are often left as attractive targets for hackers (Ishak et al., 2014; Furnell and Evangelatos, 2007).

Several initiatives and strategies have been proposed to enhance information security awareness for end users. Most of these initiatives have focused on organizational users, while a few have been directed toward home users (Talib et al., 2010; Kritzinger & Von Solms, 2010; Furnell & Evangelatos, 2007). Home users are particularly vulnerable to being targeted by cybercriminals due to various factors. For instance, they may lack awareness of the risks and threats associated with internet usage. Shockingly, 95% of home user accounts have been exposed to internet attacks, and approximately one out of every 600 downloaded files from the internet contains malicious software (PDF). These findings indicate that novice users are more likely to encounter internet security threats due to a lack of security awareness in recognizing and protecting against such threats. To address this issue, the study proposed the e-awareness model, which consists of an e-awareness portal and an enforcement component. The model aims to improve the security awareness of home users by familiarizing them with the risks they may encounter on the internet (Kritzinger & Von Solms, 2010).

In their study, Furnell & Evangelatos (2007) presented important reasons and factors that can make home users more prone to computer attacks and threats. For instance, attackers target users who lack security awareness and are more susceptible to online scams. They have realized that attacking home users is easier. Therefore, it is crucial to educate home users about information security awareness. Unlike organizations, home users lack an understanding of the significance of security awareness and often lack the financial resources required to provide security awareness programs.

One of the most significant mechanisms for securing organizational information assets is the formulation and application of an information security policy. The security policy serves as the foundation of any security system by defining the strategies of an organization's information security approach through a written document. It outlines the overall policies of the organization and aims to define employees' rights and responsibilities within the organization (Doherty et al., 2009).

The importance of the human factor in computer security has been highlighted by (Parsons et al. 2010). Their study focused on the impact of human behavior on providing secure information systems. The authors examined the influence of individual differences, cognitive abilities, risk perception, and personality traits on the behavior of employees within organizations, which in turn affects information security awareness. The study suggests that both security and flexibility are crucial factors that users require in information systems. However, the best way to enhance information security is by improving all aspects of information security, starting with technical measures, information security awareness, security behavior of employees, and establishing security policies within organizations. The

endeavor of security awareness is to change behavior and promote good security practices among users by instilling a sense of responsibility in employees regarding their role in protecting information assets. According to (Tsohou et al. 2010; Schultz, 2004), security training is an ongoing process and a significant factor in improving security awareness within an organization. It helps increase employees' security awareness, enhances their understanding of security issues, and ensures they are aware of threats and how to protect their information assets. Prior research has demonstrated that implementing awareness training programs improves security effectiveness.

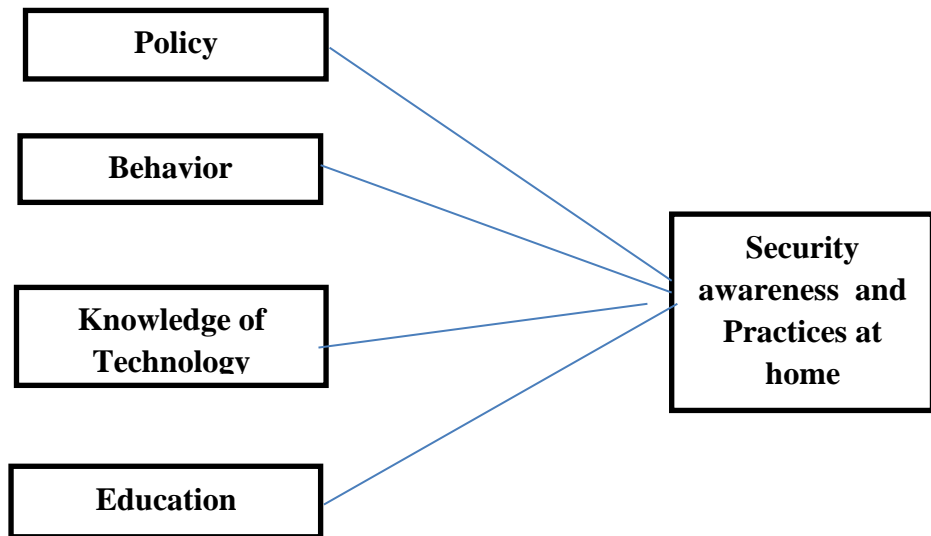
Nowadays, access to information and proficiency with technology are becoming increasingly important. An inclusive society will require everyone to have high levels of knowledge and skills. Additionally, knowledge of technology is crucial as information is organized and communicated using technology, which can influence human behavior. With knowledge, users can respond appropriately to situations, make informed decisions, and take timely actions to prevent inappropriate events from occurring in the workplace and at home. For example, having knowledge of specific technologies related to security and privacy when using the internet can help users avoid potential harm (Fakeh et al., 2012).

The education level merges all security skills and efficiencies from different specializations into a common source of knowledge. Additionally, it provides a foundation of concepts, issues, and principles that shape IT security professionals (Wilson & Hash, 2003).

Several studies indicate the necessity of promoting information security education to enhance the information security awareness of employees, (who are also considered home users). Applying security education is significant for an organization's security management practices. Education can impact employees' knowledge, and information security education can be implemented through campaigns, briefings, discussions, speeches, and seminars to enhance information security within an organization (Fakeh et al., 2012; Takemura, 2010; Hight, 2005).

In summary, based on the existing literature, there is sufficient justification to conduct research on the proposed key factors that influence the security awareness and practice of employees in the home environment. These key factors include policy, behavior, training, knowledge of technology, and education. The conceptual framework for security awareness and practice illustrates the relationship between the identified factors and security awareness and practice. Figure 1 illustrates the conceptual framework of the factors that influence information security awareness and practices in the home environment.





**Figure 1.** A conceptual framework for security awareness and practice

According to Specops Software's report in (2020), the United States has recorded the highest number of cyber-attacks, with 156 incidents occurring between May 2006 and June 2020. Notably, the year 2018 witnessed the most attacks, with a total of 30 incidents taking place throughout that year. One of the most recent cyber-attacks in the United States happened in May 2020 and was discovered by the National Security Agency (NSA). The agency found that Russian hackers were exploiting a vulnerability in a widely used email server to gain access to sensitive information from American organizations.

The United Kingdom has experienced the second-highest number of cyber-attacks after the United States, with 47 significant attacks between May 2006 and June 2020. This includes the large-scale cyber-attacks that targeted the digital platforms of the Labour Party during the 2019 general election. India ranks third in the number of significant cyber-attacks, with 23 incidents. In June 2020, India faced a high-profile attack where malware was used to target nine human rights activists by logging their keystrokes, recording their audio, and stealing their personal information.



Figure 2. Significant Cyber Attacks Per Country 2006-2020

### Methods:

The purpose of this study is to identify and describe the relationship between employees' security awareness and practice, the dependent variable, and to investigate the relationship between the factors defined in the conceptual framework of information security awareness and users' security awareness and practice at home.

Approximately 202 questionnaires were collected from participants in Nalut city, which is located at the western end of the Nafusa Mountains in Libya. The survey utilized a three-point Likert scale, with "1 = No, 2 = Not Sure, and 3 = Yes." Section 1 gathered information related to the respondents, while Section 2 focused on obtaining information about security awareness and practices at home. These questions aimed to assess the level of information security awareness and practice. Section 3 collected information regarding the factors that influence information security awareness and practices at home.

#### 4. Findings:

The data was analyzed using SPSS version 28. The analysis included descriptive statistics and correlations to identify the key factors for evaluating information security awareness and practice among users at home in the Nalut area.

##### 4.1 Demographic information:

The table below presents the distribution of demographic information including gender, age group, education, and job role.

**Table 1.** Frequencies of demographic information

Demographic factor		Frequency	Percent
Gender	Male	89	44.1%
	Female	113	55.9%
Age Group	Below20	3	1.5%
	20-24	18	24.3%
	25-29	49	34.7%
	30-34	70	33%
	35-39	29	14.4%
	40 and above	33	16.3%
Education Level	Certificate	24	11.9%
	Diploma	70	34.7%
	Bachelor	60	29.7%
	Master	43	21.3%
	PhD	5	2.5%

##### 4.2 Descriptive Analysis:

###### 4.2.1 Security Awareness at home

The results of the descriptive statistics for each item of security awareness at home are presented in Table 2.

**Table 2.** Descriptive Statistics for Security Awareness

Items	Home	
	Mean	±Std. Deviation
I am aware of the vulnerabilities associated with sharing devices.	2.65	.669
I am aware of the encryption that can prevent unauthorized access to confidential information.	2.50	.748
I am aware that it is important to back up my files.	2.67	.648
I am aware that information security is necessary to protect my information.	2.80	.492
I am aware of virus protection software that requires frequent updates.	2.73	.580

Respondents were asked about their security awareness at home using a Likert scale with "1 = No, 2 = Not Sure, and 3 = Yes". The results revealed an overall mean of 2.67 and a standard deviation of 0.62 for home users. The statement with the highest mean was "I am aware that information security is necessary to protect my information" with a mean of 2.80. On the other hand, the statement with the lowest mean was "They were aware of encryption that can prevent unauthorized access to confidential information" with a mean of 2.50. This difference may be attributed to the fact that encryption is considered an advanced level of security protection procedures.

#### 4.2.2 Security Practice at the home

The results of descriptive statistics for each item of security practice at home are presented in Table 3.

**Table 3.** Descriptive Statistics for Security Practice

Items	Home	
	Mean	±Std. Deviation
I log off my computer whenever I leave it.	2.72	.656
I regularly back up my data.	2.51	.761
I do not download or install unauthorized copies of software.	2.63	.642
I make sure the antivirus software is enabled and updated.	2.64	.663
I use firewall protection	2.67	.640

Respondents were asked about their security practice at home using a Likert scale of "1 = No, 2 = Not Sure, and 3 = Yes". The results revealed an overall mean of 2.63 and a standard deviation of 0.67 for home users. The highest mean score was obtained for the statement "Respondents log off their computer whenever they leave it" with a mean score of 2.72. The second highest mean score was for the statement "Respondents use firewall protection" with a mean score of 2.67. On the other hand, the lowest mean score was obtained for the statement "Respondents regularly backup their data" with a mean score of 2.51 at home. This difference may be due to the fact that in a home setting, backing up data is not considered as crucial as in an organizational context, where it is an important policy and procedure for disaster recovery and protecting information systems.

#### 4.2.3 Policy

The results of descriptive statistics for each item for policy at home are presented in Table 4.

**Table 4.** Descriptive Statistics for Policy

Items	home	
	Mean	±Std. Deviation
Team related to security is needed.	2.55	.691
I know who to contact if my computer is hacked or infected.	2.61	.698
My computer is configured to automatically update.	2.60	.663
I have policies on which websites I am allowed to visit.	2.26	.854
There are guidelines regarding information security that I can refer to.	2.27	.852

Respondents were asked about the policies at their homes using a three-point Likert scale of "1 = No, 2 = Not Sure, and 3 = Yes". The results revealed an overall mean of 2.45 and a standard deviation of 0.75 for home users. The highest mean score was obtained for the statement "Knowing who to contact if my computer is hacked or infected" with a mean score of 2.61. This was followed by the statement "Having my computer configured to automatically update" with a mean score of 2.60. On the other hand, the lowest mean score was obtained for the statement "Having policies regarding the allowed websites to be visited" with a mean score of 2.26.

#### 4.2.4 Behavior factor

The results of the descriptive statistics for each item of the behavior factor at home are presented in Table 5.

**Table 5.** Descriptive Statistics for Behavior

Items	Home	
	Mean	±Std. Deviation
I'll make sure that when I delete a file from the computer or USB stick, the information is totally removed.	2.65	.645
I feel that my PC is safe.	2.50	.700
I often take information from the office and use a computer at home to work on it.	2.52	.748
I do not share my password.	2.56	.704
I use the same password both for work and home accounts.	2.48	.774

Respondents were asked about their behavioral practices in using computers at home using a three-point Likert scale of "1 = No, 2 = Not Sure, and 3 = Yes". The results revealed an overall mean of 2.54 and a standard deviation of 0.71 for home users. The highest mean score was obtained for the statement "Ensuring that the information is completely removed when deleting a file from the computer or USB stick" with a mean score of 2.65. This was followed by the statement "Not sharing their password at home" with a mean

score of 2.56. On the other hand, the lowest mean score was obtained for the statement "Using the same password for both work and home accounts" with a mean score of 2.48.

#### 4.2.5 Knowledge of IT

The results of descriptive statistics for each item of knowledge of IT at home are presented in Table 6.

**Table 6.** Descriptive statistics for knowledge of IT factor

Items	Home	
	Mean	±Std. Deviation
I have installed, updated, and enabled, antivirus software on my computer.	2.63	.695
I know what the risk is when opening e-mails from unknown senders; especially if there is an attachment.	2.61	.684
I know what an email scam is and how to identify it.	2.45	.726
I know how to use antivirus software and how to scan for viruses.	2.57	.731

Respondents were asked about their knowledge of IT at home using a three-point Likert scale of "1 = No, 2 = Not Sure, and 3 = Yes". The results revealed an overall mean of 2.54 and a standard deviation of 0.72 for home users. The highest mean score of 2.63 for home users was obtained for two statements: "Having installed, updated, or enabled antivirus software on their computers." On the other hand, the lowest mean score was obtained for the statement "Knowledge about what an email scam is and how to identify it" with a mean score of 2.45. This may be attributed to the fact that users are not familiar with the threats posed by email scams.

#### 4.2.6 Education

The results of descriptive statistics for each item of education at home are presented in Table 7.

**Table 7.** Descriptive Statistics for Education

Items	Home	
	Mean	±Std. Deviation
I know what social engineering (phishing) attack is.	2.50	.781
I know what to do if my computer is infected with a virus.	2.56	.697
I never found a virus or a Trojan on my computer.	2.49	.755
My computer has no value to hackers, they do not target me.	2.47	.761
I always download and install software on my computer.	2.64	.641

Respondents were asked about their education at home using a three-point Likert scale of "1 = No, 2 = Not Sure, and 3 = Yes". The results revealed an overall mean of 2.53 and a standard deviation of 0.72 for home users. The highest mean was obtained for the statement "Users always download and install software on their computers" with a mean score of 2.64. The second highest mean was obtained for two statements: "Knowledge about what a social engineering (phishing) attack is" and "Knowledge about what to do if their computer is infected with a virus" both with a mean score of 2.56. The lowest mean was obtained for the statement "Users never found a virus or a Trojan on their computer" with a mean score of 2.50. This may be attributed to the fact that virus threats are common when using the internet.

### 4.3 Correlation Analysis

In this study, a Pearson correlation analysis was conducted to investigate the correlation between the independent variables (policy, behavior, knowledge of technology, and education) and the dependent variables (security awareness and security practice) at home. Correlation analysis is a statistical method used to describe the strength and direction of the linear relationship between two variables (Pallant, 2013). The degree of correlation measures the strength and significance of the relationship between variables. This was done by performing a bivariate association and calculating the Pearson correlation coefficient with significant levels. The Pearson correlation coefficient can range from -1 to 1, with -1 indicating a strong negative correlation, 0 indicating no correlation, and 1 indicating a strong positive correlation. Burn (2000) provides a guide to explain the strength of the relationship between two variables ( $r$ ), as shown in Table 8.

**Table 8.** Burn Guideline of Correlation Strength

Absolute Value of Correlation Coefficient	Remarks on Correlation ( $\rho$ )	Nature of Relationship
0.90 - 1.00	Very high correlation	Very strong relationship
0.70 - 0.90	High correlation	Marked relationship
0.40 - 0.70	Moderate correlation	Substantial relationship
0.20 - 0.40	Low correlation	Weak relationship
Less than 0.20	Slight correlation	Relationship so small as to be negligible

Source: Burn (2000).

#### 4.3.1 Independent Variables and Security Awareness at Home

Table 9 represents an outline of the relationships between the independent variables (policy, behavior, education, and knowledge of technology) and the dependent variable (security awareness) in the home. In general, the results revealed that there is a moderate positive relationship

between policy, education, and knowledge of IT except behavior has a low positive relationship and the correlation value were (R = .393\*\*)

**Table 9.** Summary of correlations of variables Policy, Behavior, Education, Knowledge of IT, and Security Awareness at Home (Dependent variable) of the study model

Independent variables	Correlation coefficient	Strength of relationship
Policy	.403**	Moderate
Behavior	.393**	low
Education	.526**	Moderate
Knowledge of IT	.518**	Moderate

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

### 4.3.2 Independent Variables and Security Practice at Home

Table 10 represents an outline of the relationships between the independent variables (policy, behavior, education, and knowledge of technology) and the dependent variable (security practice) at home. The results showed that there are significant moderate relationships between policy, behavior, education, and knowledge of IT with security practice at home.

**Table 10.** Summary of Correlations of Variables Policy, Behavior, Education, Knowledge of IT and Security Practice at Home (Dependent variable) of the study model

Independent variables	Correlation coefficient ®	Strength of relationship
Policy	.430**	Moderate
Behavior	.472**	Moderate
Knowledge of IT	.541**	Moderate
Education	.602**	Moderate

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

Information security awareness for home users must be continuously developed through security awareness campaigns and training programs, in order to increase the level of awareness and practices among home users. This will not only help employees to practice proper security behavior in their homes but also increase their IT knowledge.

### Conclusion

Technology users need to enhance their information security awareness and practice to develop a greater awareness of the importance of adopting good security habits in their daily activities. This study reviewed the existing knowledge on security awareness and practice, focusing on five key factors: policy, behavior, knowledge of IT, and education. A survey instrument was designed to assess the perception of these independent variables and their relationship with the dependent variable. The study findings revealed that all factors (policy, behavior, education, and knowledge of IT) demonstrated moderate positive associations with security awareness



and practice in the home. However, only behavior showed a low positive correlation with security awareness at home. Overall, the respondents exhibited a moderate level of security awareness and practice in the home. It is recommended that users enhance their knowledge of security awareness at home.

### References:

1. Asker, H., and Tamtam, A. 2020. "An investigate of the information security awareness and practice level among third level education staff, case study in Nalut Libya" *European Scientific Journal*. Vol. 16. No. 15. pp. 20- 33
2. Colwill, C. 2009. "Human factors in information security: The insider threat–Who can you trust these days?" *Information security technical report*. Vol. 14. pp. 186- 196
3. Doherty, N. F., Anastasakis, L., and Fulford, H. 2009. "The information security policy unpacked: A critical study of the content of university policies". *International Journal of Information Management*, 29(6), pp. 449-457.
4. Edwards, k. 2015. Examining the Security Awareness, Information Privacy, and the Security Behaviors of Home Computer Users. *Thesis Degree of Doctor of Philosophy*, College of Engineering and Computing Nova Southeastern University.
5. Fakeh, S. K. W., Zulhemay, M. N., Shahibi, M. S., Ali, J., and Zaini, M. K. 2012. "Information Security Awareness Amongst Academic Librarians". *Journal of Applied Sciences Research*, 8(3), pp. 1723-1735.
6. Furnell, S., and Evangelatos, K. 2007. "Public Awareness and Perceptions of Biometrics". *Computer Fraud & Security*, 2007. 1, pp. 8-13.
7. Halim, A. Abu Bakar, A. Hamid, H. and Alwi, N. 2008. "A Study of Information Security Awareness Among USIM Staff". Technical Report. USIM.
8. Huang, D. L., Patrick Rau, P. L., Salvendy, G., Gao, F., and Zhou, J. 2011. "Factors affecting perception of information security and their impacts on IT adoption and security practices". *International Journal of Human-Computer Studies*, 69(12), pp. 870-883.
9. Hight, S. D. 2005. "The importance of a security, education, training and awareness program", November 2005. Retrieved on 10 March 2022 from: [http://www.infosecwriters.com/text\\_resources/pdf/SETA\\_SHight.pdf](http://www.infosecwriters.com/text_resources/pdf/SETA_SHight.pdf).
10. Ishak, I.S., Ishak, I.S., Abu Hassan, R., Suradi, Z., and Mansor, Z. 2014. "Information Security Awareness and Practices In Malaysian

IHLs: A Study at UNISEL". DOI: 10.15224/978-1-63248-034-7-29  
*Conference: Second Intl. Conf. on Advances in Computing, Electronics and Electrical Technology - CEET 2014, At Kuala Lumpur.*

11. Jaeger, L. (2018, January). Information security awareness: literature review and integrative framework. In *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*
12. Kritzinger, E., and von Solms, S. H. 2010. "Cyber security for home users: A new way of protection through awareness enforcement". *Computers & Security*, 29(8), pp. 840-847
13. Parsons, K., McCormac, A., Butavicius, M., Pattinson, M., and Jerram, C. 2014. "Determining employee awareness using the Human Aspects of Information Security Questionnaire (HAIS-Q)". *Computers & Security*, 42, pp.165-176.
14. Parsons, K., McCormac, A., Butavicius, M., and Ferguson, L. 2010." Human factors and information security: individual, culture and security environment". (No. DSTO-TR-2484). *Defence Science and Technology Organization Edinburgh (AUSTRALIA) Command Control Communications and Intelligence Div. Technical Report*
15. Roy Sarkar, K. 2010. "Assessing Insider Threats to Information Security Using Technical, Behavioral and Organisational Measures". *Information Security Technical Report*. Vol. 15. pp. 112-133.
16. Rhee, H. S., Kim, C., and Ryu, Y. U. 2009. "Self-efficacy in information security: Its influence on end users' information security practice behavior". *Computers & Security*, 28 (8), pp. 816-826.
17. Schneier, B. 2011. "Secrets and lies: digital security in a networked world". *John Wiley & Sons*. ISBN. 0-471-25311-1.
18. Specops company 2020. "Which Country Has the Highest Number of Significant Cyber-Attacks". Retrieved on 10 March 2022 from: <https://specopssoft.com/blog/countries-experiencing-significant-cyber-attacks/>
19. Schultz, E. 2004."Security Training and Awareness Fitting a Square peg in a Round Hole". *Computers & Security*, 23 (1), pp. 1-2.
20. Talib, S., Clarke, N. L., & Furnell, S. M. 2012. "Establishing A Personalized Information Security Culture". *International Journal of Mobile Computing and Multimedia Communications (IJMCMC)*, 3(1), pp. 63-79.
21. Talib, S., Clarke, N. L., and Furnell, S. M. 2010. "An analysis of information security awareness within home and work environments". In *Availability, Reliability, and Security, 2010. ARES'10 International Conference on* (pp. 196-203). IEEE

22. Tsohou, A., Karyda, M., Kokolakis, S., and Kiountouzis, E. 2010. "Analyzing information security awareness through networks of association". In *Trust, Privacy and Security in Digital Business* (pp. 227-237). Springer Berlin Heidelberg.
23. Takemura, T. 2010. "A quantitative study on Japanese workers' awareness to information security using the data collected by web-based survey." *American Journal of Economics and Business Administration*, 2(1), pp. 20- 26.
24. Wilson, M., and Hash, J. 2003. "Building an information technology security awareness and training program". NIST Special publication, 800, 50.