

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

*April 2022*

**European Scientific Institute, ESI**

*The content is peer reviewed*

**ESJ Natural/Life/Medical Sciences**

*April 2022 edition vol. 18, No. 14*

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

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

---

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

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

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

---

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

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

*Sincerely,*

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

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

*Editor in Chief*

---

# International Editorial Board

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Anita Lidaka,**  
Liepaja University, Latvia

**Rania Zayed,**  
Cairo University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Adil Jamil,**  
Amman University, Jordan

**Habib Kazzi,**  
Lebanese University, Lebanon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Evelio Velis,**  
Barry University, USA

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Emrah Cengiz,**  
Istanbul University, Turkey

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Marco Mele,**  
Unint University, Italy

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

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

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

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

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

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

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

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

**Vera Komarova,**  
Daugavpils University, Latvia

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

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

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

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

**Georges Kpazai,**  
Laurentian University, Canada

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

**Natalia Sizochenko,**  
Dartmouth College, USA

**Michele Russo,**  
University of Foggia, Italy

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

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

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

**Murtaz Kvirkvaia,**  
Grigol Robakidze University, Georgia

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

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

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

**Aelita Skarbaliene,**  
Klaipeda University, Lithuania

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Marija Brajcic,**  
University of Split, Croatia

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

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

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

**Fatma Koc,**  
Gazi University, Turkey

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

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

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

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

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

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

**Amarjit Singh,**  
Kurukshetra University, India

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

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

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

**Rokia Sanogo,**  
University USTTB, Mali

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

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

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

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

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

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

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

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

**Eyal Lewin,**  
Ariel University, Israel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Ilknur Bayram,**  
Ankara University, Turkey

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

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

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

**Camille Habib,**  
Lebanese University, Lebanon

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Gamal Elgezeery,**  
Suez University, Egypt

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

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

**Seka Yapi Arsene Thierry,**  
Ecole Normale 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 Cecilia Prado-Carpio,**  
Technical University of Machala, Ecuador

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

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

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

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

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

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

**Aristide Yemmafou,**  
University of Dschang, Cameroon

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

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

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

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

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

**Satoru Suzuki,**  
Panasonic Corporation, Japan

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

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

**Nasreen Khan,**  
SZABIST, Dubai

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Elham Mohammadi,**  
Curtin University, Australia

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

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

**Yue Cao,**  
Southeast University, China

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Hadi Sutopo,**  
Kalbis Institute, Indonesia

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Abu Hamja,**  
Aalborg University, Denmark

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Enriko Ceko,**  
Wisdom University, Albania

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

**Mauro Berumen,**  
Caribbean University, Mexico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Monica Butnariu,**

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

**Davide Calandra,**

University of Turin, Italy

**Nicola Varrone,**

University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy

**Luis Angel Medina Juarez,**

University of Sonora, Mexico

**Francesco D. d'Ovidio,**

University of Bari "Aldo Moro", Italy

**Sameer Algburi,**

Al-Kitab University, Iraq

**Braione Pietro,**

University of Milano-Bicocca, Italy

**Mounia Bendari,**

Mohammed VI University, Morocco

**Stamatios Papadakis,**

University of Crete, Greece

**Aleksey Khlopytskyi,**

Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

**Sung-Kun Kim,**

Northeastern State University, USA

**Nemanja Berber,**

University of Novi Sad, Serbia

**Krejsa Martin,**

Technical University of Ostrava, Czech Republic

**Magdalena Vaverkova,**

Mendel University in Brno, Czech Republic

**Jeewaka Kumara,**

University of Peradeniya, Sri Lanka

**Antonella Giacosa,**

University of Torino, Italy

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

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

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

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

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

**Usama Konbr,**  
Tanta University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Salwa Alinat,**  
Open University, Israel

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

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

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

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

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

**Manotar Tampubolon,**  
Universitas Kristen, Indonesia

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

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

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

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

European Scientific Journal, ESJ  
April 2022 edition Vol.18, No.14

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

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

# Table of Contents:

**Hormesis Effect of Radon in Rats of the Krushinsky-Molodkina  
Line.....1**

*Nikolaishvili Marine*

*Nanobashvili Zakharia*

*Mitagvaria Nodar*

*Chkadua Gvantsa*

*Bilanishvili Irina*

*Nozadze Ekaterine*

*Rtveladze T.*

*Museliani Tea*

*Dondoladze Khatuna*

*Jikia Gogi*

**Facteurs De L'adoption Et De L'abandon Du Coton Et De L'anacarde  
Dans Le Departement De Sinematiali (Nord De La Cote D'ivoire).....18**

*Trazie Bi Kouamé Marc*

*Vanga Adja Ferdinand*

**Interactive-Invention Instructional Strategy and Secondary School  
Students' Achievement in Selected Electromagnetic Concepts in Ibadan  
North Local Government Area (LGA), Nigeria.....38**

*Enyeneokpon Ukoh Edidiong*



**Proposal Of Optimized Solutions For Joint Use And Hybridization Of Energy Storage Systems And Combined Cycles Or Renewable Energy Plants.....56**

*Rafael Olavarria Rodriguez-Arango*

**Richesse De La Flore Ligneuse Exploitable Et Planification Des Émissions Du CO2 Dans Une Forêt De Production Du Mayombe Congolais.....75**

*Félix Koubouana*

*Irène Marie Cécile Mboukou Kimbatsa Née Goma*

*Leckoundzou Ayessa*

*Saint Fédriche Ndzai*

*Benicia Marietta Bissanga*

*Donatien Nzala*

**Etude de la filière du Moringa oleifera dans cinq (5) marchés de la Communauté Urbaine de Niamey (CUN).....99**

*Nadia Arouna Amadou*

*Rahila Hama Garba*

*Mahamane Sabiou Sani Maazou*

*Ousseini Zakaria*

*Haoua Sabo Seini*

**Milieu Institutionnel, Sexe Et Stabilité Émotionnelle/Névrosisme Chez Des Orphelins Et Enfants Vulnérables Du Fait Du VIH À Abidjan.....116**

*Amalaman Franck Severin Ando*

**The Impact of Dental Hypersensitivity on the Patients Quality of Life. A  
Questionnaire-Based study.....131**

*Alexandra Mihaela Stoica*

*Monica Monea*

*Timea Dako*

*Oana Elena Stoica*

*Liana Beresescu*

**Connaissance Des Normes De Gestion Des Ressources En Eau  
Souterraine Dans La Vallée Du Fleuve Niger Au Bénin.....143**

*Maman Abdou Razak*

*Baco Mohamed Nasser*

**Dynamique d'occupation et d'utilisation des sols et la hausse de la nappe  
dans la basse vallée du Dallol Maouri.....162**

*Rabilou Abdou Mahaman*

*Yahaya Nazoumou*

*Guillaume Favreau*

*Boukari Issoufou Ousmane*

**Inventaire Et Identification Des Dégâts Des Insectes Infestant Les Plants De Manioc (Manihot Esculenta Crantz) À Deux Et Huit Mois Après Plantation Et Essai De Lutte Biologique Dans La Localité De Daloa (Côte d’Ivoire).....180**

*Boyé Mambé Auguste-Denise*

*Boumi Demin Marcos*

*Kouadio N’Gonian Serge*

*Acka Franck Borel*

*Kouadio Yatty Justin*

*Niaba Pierre Valérie*

**Susceptibilité D’adaptation d’Anopheles Coluzzii Aux Conditions Écologiques De Ponte Et De Développements Larvaires Des Culex Et Aedes.....195**

*Binta Djimde*

*Youssouf F. Keit*

*Alpha Seydou Yaro*

*Mouneri Maiga*

*Bernard Sodio*

**Perceptions des risques climatiques dans la zone soudanienne du Bénin: Cas des producteurs de maïs du Département de Borgou.....212**

*Houéfa Valerie Sounouke*

*Coovi Mandela Mahuwetin Houngnibo*

*Joseph Bessou*

*Ibouraïma Yabi*

**Bilan D'activités De 10 Ans De Pratique D'endoscopie Urologique Au Niger : Résultats, Défis Et Perspectives.....228**

*Halidou, M.*

*Kodo A.*

*Diongolé H.*

*Zakou A.R.H.*

*Adamou H.*

*Doucthi M.*

*Amadou S.*

**Post-Harvest Management Practices Of Bambara Groundnut (Vigna Subterranea (L.) Verdc) Seeds In Burkina Faso.....239**

*Ouili Amidou*

*Ynoussa Maiga*

*Adjima Ouoba*

*Hervé Nankangre*

*Cheik Omar Tidiane Compaore*

*Mahamadi Nikiema*

*Mahama Ouedraogo*

*Aboubakar Sidiki Ouattara*



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Hormesis Effect of Radon in Rats of the Krushinsky-Molodkina Line**

***Nikolaishvili Marine,***

Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Radiobiology,  
Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Georgia

***Nanobashvili Zakharia,***

Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Neurophysiology,  
Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Georgia

***Mitagvaria Nodar,***

Academician/Professor, Secretary at Department of Physiology and  
Medicine, Georgian National University  
Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Cerebral Circulation and  
Metabolism, Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Georgia

***Chkadua Gvantsa,***

Doctor of Biological Sciences, Director of Ivane Beritashvili Center of  
Experimental Biomedicine, Georgia  
Associate Professor at Georgian National University, Faculty of Medicine,  
Georgia

***Bilanishvili Irina,***

Doctor of Biology, Main Scientist at Ivane Beritashvili Center of  
Experimental Biomedicine Laboratory of Neurophysiology, Georgia

***Nozadze Ekaterine,***

Doctor of Biology, Head of the Laboratory of Membranology, Ivane  
Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Georgia

***Rtveladze T,***

PhD Student, Laboratory of Cerebral Circulation and Metabolism,  
Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Georgia

***Museliani Tea,***

Doctor of Biology, Chief Researcher at the Department of Radiobiology  
Laboratory, Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine  
Assistant Professor at European University, Georgia

***Dondoladze Khatuna,***

PhD Student/Researcher, Laboratory of Radiobiology, Ivane Beritashvili  
Center of Experimental Biomedicine

Invited Lecturer at European University, Georgia

***Jikia Gogi,***

Doctor of Biology, Senior Researcher at Laboratory of Radiobiology,  
Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine

Assistant Professor at David Agmashenebeli University of Georgia,  
Faculty of Medicine and Dentistry, Georgia

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p1](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p1)

Submitted: 24 November 2021

Accepted: 09 February 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Nikolaishvili M., Nikolaishvili Z, Nodar M., Chkadua G., Bilanishvili I., Nozadze E., Rtseladze T., Museliani T., Dondoladze K., & Jikia G.,(2022). *Hormesis Effect of Radon in Rats of the Krushinsky-Molodkina Line* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 1.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p1>

## Abstract

According to this research, the use of radon inhalation in experimental animals, particularly in genetically determined rats with epileptic seizures, altered all parameters of the epileptic seizure development picture, namely the hidden period and the first and second wild jog duration after the audiogenic signal. On the third day, no response to the audiogenic signal was observed at all, and there was not even a single episode of tonic-clonic seizures. All what was mentioned suggests that radon inhalation can be used to treat epilepsy. This study is the first precedent of attempting R-Ho through inhalation for treatment of epileptic seizures in animal models with further translation to clinical study in humans through pilot phase II study. More profound and scientifically systematized approach is needed to determine the uniqueness of Tskhaltubo water springs, investigating the mechanisms of radon effects on the excitatory and inhibitory functioning of CNS, and the use of further clinical studies to establish its effectiveness on humans.

**Keywords:** Radon, Epileptic rats, Oxidative stress, Sulfhydryl groups, Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup> ATPase

## Introduction

It is known that the basis of the complex functional organization of the central nervous system (CNS) is the coordinated interaction of the main processes of nervous action - excitation and inhibition. In the CNS, these processes are carried out through neurotransmitters (mediators). Neurotransmitters affect the corresponding receptor areas of the neuronal membrane and cause the transmission of information from neuron to neuron or effector cell . The mechanisms of these two processes are similar because in both cases, mediators cause a change in ion permeability in the membrane.

However, the change in the potential of the subsynaptic membrane in the case of the excitation process is due to changes in the permeability of sodium ions, while the inhibition process is associated with changes in the permeability of ions of potassium, chlorine, or both (Bangasser et al., 2014; DiNuzzo et al., 2014).

Coordinated interaction of excitatory and inhibitory potentials contributes to the equilibrium of these processes. Various changes in pre- and postsynaptic mechanisms can lead to an imbalance between excitation and inhibition and switching to an abnormal mode of action. Thus, this occurs in cases of some neurological and mental illnesses, and the most obvious example of this is epilepsy (Bangasser et al., 2014; Bazzigaluppi et al., 2017).

According to most researchers, in the process of excitation-inhibition, the inhibitory function of the CNS is performed by GABA-amino acid (GABA), glycine and taurine, while the excitatory function is associated with glutamine and asparagine acids. The main energy source of neuronal activity is glucose. As a result of anaerobic and aerobic conversions of glucose, ATP is synthesized, which is the energy basis of active processes in the nervous system. Glycolysis takes place in the cytoplasm, resulting in 2 molecules of adenosine triphosphate (ATP) and pyruvate instead of 1 molecule of glucose (DiNuzzo et al., 2014; Martin et al., 2016).

Changes in glucose metabolism deficiency in the action of  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase, as mentioned above, are associated with neuronal hyperactivity. This is one of the leading mechanisms of reducing the concentration of extracellular K and what was accumulated after convulsive activity (Isaksen et al., 2016).

Observations on numerous clinical and experimental studies have revealed the pathogenetic role of oxidative stress. Epileptic seizures occur against the background of oxidative stress and hypermetabolic state, which was also mentioned in this article (Yuta Shibamoto et al., 2018; Zharkinbekova et al., 2019). Hence, all this was done in the context of oxygen-generated activity. Seizures increase blood flow to the brain, thus increasing the need for oxygen and glucose, causing the blood vessels to dilate and blood pressure to rise, and leading to the formation of nitric oxide and adenosine. Despite such a sudden increase in oxygen and glucose during the convulsive processes, the energy expenditure is so great that this energy balance in the brain is depleted very quickly and the hypermetabolic state in the period between seizures changes into a hypometabolic state. This is followed by impaired mitochondrial function and oxidative stress (Hashemian et al., 2017; Lomidze et al., 2012).

What is the mechanism that explains the link between impaired glucose metabolism (often glucose hypometabolism) and epileptogenesis? Two hypotheses have been formulated on this issue: The first mechanism is based on the neurotransmitter, especially the gamma-amino acid (GABA)

change in the system. The functioning of neurotransmitter systems requires quite a lot of energy. For GABA-ergic neurons, the gamma-aminobutyric acid uptake mechanism plays an important role in GABA resynthesis, whereas glutamatergic neurons are primarily dependent on glutamine as a precursor of glutamate derived from astrocytes. Accumulation of glutamate causes damage to glutamate receptors, activation of  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{++}$  channels, accumulation of  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{++}$  ions inside the cell, and accumulation of  $\text{K}^+$  ions in the cell fluid (Pandey et al., 2012).

An important role in the theory of epileptogenesis is also given to the membrane theory, i.e., the trigger factor. The cause of neuronal epilepsy is a structural change in the neuronal membrane including the synapses, and this leads to the inactivation of ion pumps and abnormal hyperactivity of ion channels. Changes in glucose metabolism deficiency in the action of  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase, as mentioned above, is associated with neuronal hyperactivity. This is one of the leading mechanisms to reduce the concentration of extracellular  $\text{K}^+$  accumulated after convulsive activity. Low  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase activity is associated with the development of epileptic seizures. In addition,  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase activity reduce within a few minutes after transient focal ischemia in rat cortex and hippocampus and in an experimental model of brain trauma. Altered ion homeostasis may also partially explain the interaction between convulsive activity and hypoglycemia (Bazzigaluppi et al., 2017). Due to the above, changes in glucose metabolism deficiency during oxidative stress and disruption of ongoing processes involving  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase may be considered as one of the reasons for the development of epilepsy (Silva et al., 2011).

Nitric oxide (NO) plays an important role in the peripheral microcirculation and activation of central hemodynamic processes, as well as in the regulation of ion exchange of  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  and  $\text{Ca}^+$ . Activation of nitric oxide (NO) and the formation of hydrogen peroxidase ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) occur during various reactions, one of which is exposure to small doses of radiation (hormesis) when the presence of  $\text{H}_2\text{O}_2$  stimulates the production of excess NO in microphages. As a result of this, NO can be considered in the context of an autocrine homeostatic modulator (Ryan et al., 2011).

Small doses of radiation have long been used in medicine to treat various diseases. Nonetheless, the focus of this study is on the change in excitation-retention reactions under radioactive gas radon in the natural environment during epilepsy (Yuta Shibamoto et al., 2018).

This study was based on research on the effects of radon inhalation on aggressive rats. It was found that after 5 minutes of inhalation daily for 7 days, aggressive rats lost aggressiveness and became non-aggressive and their noradrenaline level increased (Nikolashvili et al., 2006). It is important to note that these changes occurred 1 month after the end of inhalation procedures and the effect lasted for 6 months. However, this suggests that the process is not



carried out by direct chemical reactions, but by the activation of ongoing processes and by strengthening the body's immune system.

Radon is a radioactive gaseous element that has mainly alpha radiation and is actively used in cases of age-induced brain disorders and hypertension (Lomidze et al., 2012). Another well-known positive effect of radon baths is the intensification of the action of such perfusing agents that increases the level of adrenaline in the blood plasma (Jobe, 1973; Rossa, 2000; Yuta Shibamoto, 2018).

Based on all the above, the main goal of the study is to investigate the effect of Tskaltubo radon-containing water inhalation on the development / course of convulsive reactions in experimental animal models of epilepsy in particular, the change in the antioxidant processes in the body, and the change in the concentration of Na/K ATP (Krushinsky, 1970; Marshalick, 199; Nikolashvili, 2021). Genetically seizure-determined Krushinsky-Molodkina (KM) rats were placed in the audiogenic stimulation chamber (Morandi, 2015). The chamber represented the Plexiglas box of 60x60x60cm<sup>3</sup> with standard call on upper part of the box. A high pitch sound stimulus was presented to rats (110dB, during 60s) in response to which they developed seizure reactions (Pandey, 2012). Motor components of seizure activity were estimated by a slightly modified scale (Krushinsky, 1970): 0-fear reaction; 1-facial muscle clonus; 2-head tremble, jaw myoclonus; 3-wild running reaction, forepaw myoclonus; 4-myoclonus of fore and hindpaws, fall on the side; and 5-clonus of the four paws, skeletal muscle rigidity, ataxia, asphyxia (Marshalick, 1991).

## Material and Methods

**Animals:** For our experiment, 24 months Krushinsky-Molodkina (KM) line male rats was used. They are predisposed to audiogenic epilepsy (seizures in response to a strong sound). Rapid (5 to 7 seconds) development of clonic-tonic seizures and the development of postictal catalepsy are characteristic of KM rats (Hashemian, 2017)

**Epileptic Seizures:** Genetically seizure-determined Krushinsky-Molodkina (KM) rats were placed in the audiogenic stimulation chamber (Krushinsky, 1970). The chamber represented the Plexiglas box of 60 × 60 × 60 cm<sup>3</sup> with standard call on upper part of the box. A high pitch sound stimulus was presented to rats (110 dB, during 60 s) in response to which they developed seizure reactions. Motor components of seizure activity were estimated by a slightly modified scale: 0-fear reaction; 1-facial muscle clonus; 2-head tremble, jaw myoclonus; 3-wild running reaction, forepaw myoclonus; 4-myoclonus of fore- and hindpaws, fall on the side; 5-clonus of the four paws, skeletal muscle rigidity, ataxia,

asphyxia ( Ross, 2000]. Long-term (15 minutes) exposure of KM rats to the action of sound, according to a special scheme with alternating 10 s periods of strong and weak sound, causes cerebral circulation disorders in them, which was externally manifested in the form of paresis and paralysis of the limbs. On the 5th day assessment of epileptic seizure - with trigger - sound in BK rats was performed.

**Radon Measurement:** In Tskaltubo spa center, where natural mineral water is used, Radon`s radioactivity was measured in water. The radioactivity of Radon was 37 becquerel (bk) in  $1\text{m}^3$  ( $37\text{ bk/m}^3$ ).

**Radon Inhalations Procedure:** Ten (10) experimental animals (KM rats) was placed in Tskaltubo mineral water spa`s sauna (experimental group). Mineral water temperature was  $36^{\circ}\text{C}$ , Humidity 90%. For the control group, 10 KM rats was placed in another spa center`s sauna with  $36^{\circ}\text{C}$  mineral water (without radon) delivered via inhalation. Humidity in this spa center`s experimental room was 90%. None (experimental and control group of the rats) of the animals took a bath, they were just in two different saunas and living in the same conditions. Inhalation was taken through the nose for 10 minutes, once a day for 3, 5 and 10 days, in conditions of high humidity (about 90%). After each procedure of inhalation, the rats were placed in a vivarium and given food and water.

### **Laboratory Examination**

To study the physiological changes caused by the inhalation of Tskaltubo water on oxidative level, which prevents the development of brain disorders associated with peroxidation reactions, the free radicals concentrations (d-ROM) - reactive oxygen metabolites in the blood plasma of rats was measured using a photometric test. Also, the concentration of hydroperoxides (ROOH) in the brain tissue was also measured, which gives us a pro-oxidant status of the tissue. Hydroperoxides, also called Reactive Oxygen Metabolites (ROM), are formed during an oxidative attack when Reactive Oxygen Species (ROS) react with various organic substrates (e.g., carbohydrates, lipids, amino acids, proteins, nucleotides, etc.).

To assess the antioxidant capacity of plasma, the PAT (Antioxidant Concentration Test) was used by measuring ferric reducing ability and evaluating the effectiveness of antioxidants. In addition, the OSI (Oxidative Stress Index) and the OBRI (Oxidation Balance Status) was determined.

All named measurements were provided by means of Photometric Analytical System FRAS5 (H&D, Parma, Italy) (Nikolashvili, 2021).

**Cysteine thiols** and their oxidized disulfide counterparts are carefully balanced to maintain redox homeostasis in various cellular compartments, protect organisms from oxidative and xenobiotic stressors, and partake actively in redox-regulatory and signaling processes. In this review, the role of protein thiols as scavengers of hydrogen peroxide in antioxidant enzymes

was discussed. Thiol peroxidases is used to exemplify how protein and non-protein thiols group contribute to redox signaling, provide an overview over the diverse set of low molecular weight thiol-based redox systems found in biology, and illustrate how thiol-based redox systems have evolved not only to protect against but to take full advantage of a world full of molecular oxygen (Raimondo, 2015; Sedlak, 1968) (Determination by ELISA kit).

**Data Processing Algorithms and Statistical Procedures:** Modern multidimensional and multiparametric statistical methods such as dispersion analysis (MANOVA) were used for the complex processing-generalization of the obtained experimental material STATISTICA-7.

## Results

### Epileptic seizure

On the 5th and 10th day after inhalation of low doses ( $37\ 3700\ \text{Bq} / \text{m}^3$ ) (Table 1 and Figure 1), the latent period of inhalation of radon before attacks and the pauses between attacks significantly increased ( $p < 0.05$ ) in the group of radon irradiation when compared to the control group. The latency period before inhalation of radon in rats with epilepsy was  $11 \pm 1.1$  seconds, and on the 5th and 10th day after inhalation of Tskhaltubo randomized water, the latency period increased to  $16 \pm 1.4$  and  $18 \pm 1.3$  seconds, respectively. The duration of the first and second jumps after the trigger was reduced in the group of rats receiving radon inhalation ( $p < 0.05$ ). In all groups, the wild run began immediately after receiving a sound signal (call), but the duration of the first wild run decreased from  $10 \pm 1.1$  seconds (control group) to  $3 \pm 0.1$  seconds on the fifth day after inhalation of radon. It even decreased longer by tenths the day after inhalation with the radon reduced to  $1.5 \pm 0.1$  seconds.

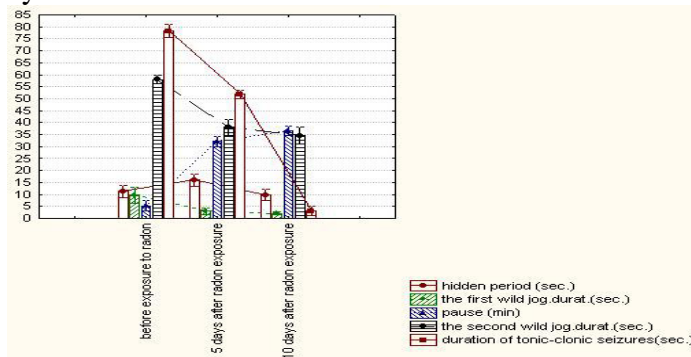


Figure 1. Epileptic seizure

After receiving a sound signal, the duration of the second run decreased from  $58 \pm 1.7$  seconds to  $39 \pm 1.1$  seconds on the 5th day after inhalation and to  $35 \pm 1.1$  seconds on the 10th day after inhalation. The duration of generalized audiogenic tonic-clonic seizures in the radon inhalation group on day 5 after

inhalation was  $52 \pm 1.3$  seconds. As can be seen from Table 1 below, on the day 10 after inhalation –  $2 \pm 0.1$  seconds, the effect of radon causes an increase in the latency period for 5 and 10 days after inhalation.

**Table 1. The effect of Radon inhalation on the epileptic seizure in rats**

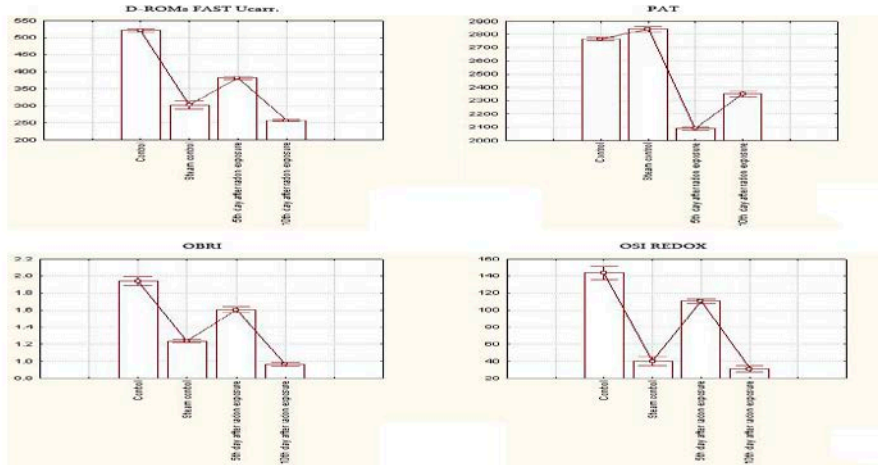
	Hidden period (sec.)	The first wild jogging duration (sec.)	Pause (min.)	The duration of the second wild jogging (sec.)	Duration of tonic-clonic seizures (sec.)
Before exposure to radon ( $p < 0.05$ )	$11 \pm 1.1$	$10 \pm 1.1$	$5 \pm 0.3$	$58 \pm 1.7$	$78 \pm 1.9$
5 days after radon exposure ( $p < 0.05$ )	$16 \pm 1.4$	$3 \pm 0.1$	$32 \pm 2.2$	$39 \pm 1.1$	$52 \pm 1.3$
10 days after radon exposure ( $p < 0.05$ )	$18 \pm 1.3$	$1.5 \pm 0.1$	$36 \pm 2.2$	$35 \pm 1.1$	$2 \pm 0.1$

From the data presented in Table 2, the study of dROM in genetically epileptic Molotkin's Krushinsky rats before exposure to radon showed very high oxidation status ( $521 \pm 3.67$ ). On the 5th day after exposure to radon, the level of oxidative stress was  $381 \pm 2.95$ , which is statistically significant ( $p < 0.05$ ). The hematological concentration of antioxidants (PAT plasma with antioxidant fragments) was at the edge before being taken to Tskaltubo in epileptic rats ( $2091 \pm 3.95$ ). As a result of inhalation of radon, it became  $2763 \pm 8.5$  which is statistically reliable ( $p < 0.05$ ). OBRI (Oxidation Balance Risk Index): if it was before radon inhalation ( $1.95 \pm 0.3$ ), it is dangerously high for the organism. After inalation, it was recorded as high but this data was not dangerous for the organism ( $1.6 \pm 0.2$ ).

**Table 2. Oxidative stress in epileptic rats**

Epileptic rat	D-ROMs FAST Ucurr.	PAT	OBRI	OSI REDOX
Control	$521 \pm 3.67$ Free radicals, very high	$2763 \pm 5.85$ Antioxidants There is a deficit	$1.950 \pm 0.3$ Oxidative status is at a dangerous level in relation to cholesterol	$142 \pm 2.3$ Oxidative status index is on the critical edge
Steam control	$300 \pm 2.27$ Normal range	$2840 \pm 5.75$ Slight deficiency	$1.22 \pm 0.2$ Normal	$40 \pm 2.2$ Normal
Experiment 5th day after radon exposure	$381 \pm 2.95$ Is average ( $p < 0.05$ ).	$2091 \pm 3.95$ Slight deficiency	$1,6 \pm 0.2$ High	$111 \pm 2.3$ The body is on alert to protect itself

10th day after radon exposure	257±1.12 Normal range	2350±2.92 Normal value	0.96±0.001 Normal	31±2.3 Borderline
-------------------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------	----------------------



**Figure 2.** Oxidative stress in epileptic rats

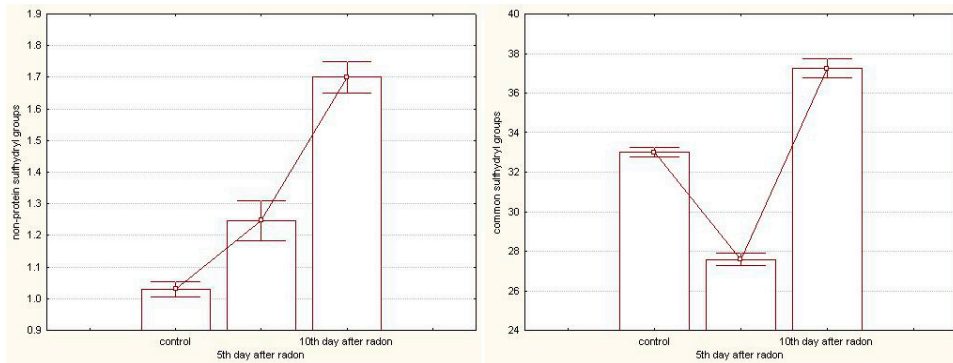
Consequently, the difference between them is statistically significant as well ( $p < 0.05$ ). OSI - The correlation of total oxidative status with the total antioxidant status used to determine the Global Redox status index in epileptic rats was  $142 \pm 2.3$  before radon inhalation, which was above the critical situation. After inhalation it was halved to  $111 \pm 2.3$ .

As for the 10th day after radon inhalation, all oxidative stress relievers approached the norm. From the above mentioned, it can be concluded that a positive result was obtained when inhaling radon.

Oxidative stress plays an important role in the biology of epilepsy (Ryan, 2011). Sulf groups acts like antioxidants and break chain of oxygen-derived free radicals. Measurements of serum thiol (Sulfhydryl group - SH), oxidative stress markers, which prevents the development of brain disorders associated with peroxidation reactions, is also used to evaluate the antioxidant status in case of epilepsy. As it is known from the literature, in case of disturbance of homeostasis caused by oxidative stress, the body tries to restore the disturbed homeostasis and activate the antioxidant systems by activating antioxidant systems, including Sulfhydryl groups. (Yarmoshenko, 2002; Zharkinbekova, 2019). Therefore, this results to the study of SH divided into protein thiols (PSH) and non-protein thiols (NPSH) on the 5th and 10th day after radon inhalation. This is because on the 10th day, the redox status was on the verge and it would be interesting to study sulfhydryl groups on the 5th -10th today.

## Definition of Sulphydryl Groups

It is known from the literature that protein cysteine thiols respond to the cellular redox state. They can oxidize and inhibit thiol-proteins and enzymes and therefore have antioxidant action. In particular, when oxidants increase in the cell, thiol-disulfide is involved in redox regulation. These redox-sensitive mechanisms are involved in various changes including cell hypoxia. Under hypoxic conditions, the concentration of thiols decreases. This is due to the association of metabolites produced during the recovery of hypoxia with glutathione (GSH), a cellular nonprotein thiols (NPSH). This means the metabolites react with GSH instead of oxygen. When cellular thiols are depleted, peroxide is produced and excessive oxidative stress leads to cell death. Within the frames of our study, the quantitative variation of non-protein and total Sulphydryl groups was examined (Silva, 2011; Yuta Shibamoto, 2018). In doing this, on the 5th and 10th day after the end of the radon inhalation procedures, the concentration of non-protein and total SH groups in the rat brain was determined.



**Figure 3.** Sulphydryl amount (mcg / g in plasma M/m), ( $p < 0.05$ ) in the control and experimental rat group on the 10th day after inhalation

**Table 3. Non-protein and Common sulphydryl groups**

	Control	Study group on the 5th day after radon inhalation	Study group on the 10th day after radon inhalation
Non-protein sulphydryl groups	$1,03 \pm 0,123$	$1,25 \pm 0,105^{**}$	$1,70 \pm 0,109^{**}$
Common sulphydryl groups	$33,00 \pm 1,22$	$27,56 \pm 1,41^{**}$	$37,16 \pm 1,44^{**}$

Note:  $**P < 0.05$ .  $n = 28$  (14 in each group)

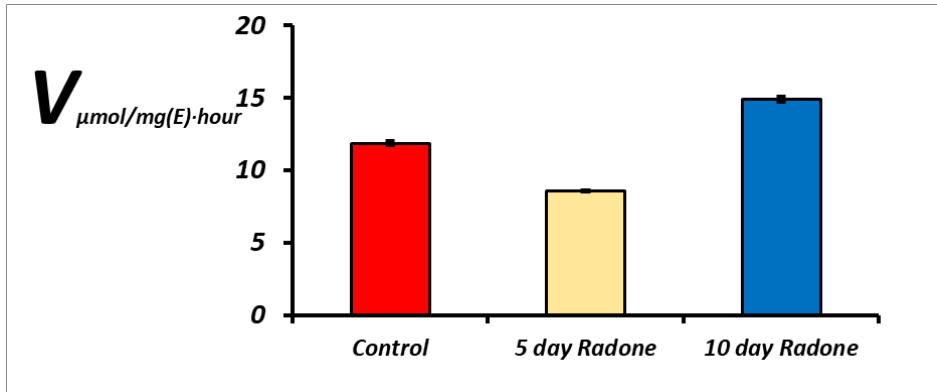
In the case of non-protein sulphydryl groups, on the 5th day (control  $1.03 \pm 0.123$ ), it increased compared to the control and became  $1.25 \pm 0.105^{**}$ , while on the 10th day it became  $1.70 \pm 0.109^{**}$ . As for the total sulphydryl

groups, the concentration on the 5th day (control  $33.00 \pm 1.22$ ) decreased compared to the control and became  $27.56 \pm 1.41^{**}$  and on the 10th day compared to the control increased statistically and became  $37.16 \pm 1.44^{**}$  (control  $33.00 \pm 1.22$ ) respectively. Total sulfhydryl groups also had higher concentrations on the 10th day after radon inhalation compared to the control group  $37.16 \pm 1.44$  and  $1.70 \pm 0.109$ , respectively. Thus, this indicates an increase in the concentration of protein and total sulfhydryl groups on the 10th day compared to controls, and when compared to the group performing inhalation with conventional mineral water. The table shows the effect of radon inhalation on physiological processes, which acts as an activator or inhibitor of some neurotransmitters (Lee, 2018).

In view of all the above, it can be stated that radon exposure regulates oxidative stress, the clinical manifestation of which may manifest as a reduction in epileptic seizures, as evidenced by trials. Considering the fact that audiogenic epileptic seizures begin immediately after the call and last for minutes before inhalation of Tskaltubo in experimental rats, as shown in Figure 3, the duration of epileptic seizures does not exceed 2 seconds after inhalation of Tskaltubo water. Also, it was manifested without audiogenic seizures. Furthermore, it is also known that this enzyme, which is active in animals, consumes a large amount of ATP. Changes in glucose metabolism deficiency in the action of  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$ -ATPase are associated with neuronal hyperactivity. This is one of the leading mechanisms to reduce the concentration of extracellular  $\text{K}^+$  accumulated after convulsive activity. Low  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase activity is associated with the development of epileptic seizures. In addition,  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase activity was reduced within a few minutes after transient focal ischemia in rat cortex and hippocampus and in an experimental model of brain trauma. Altered ion homeostasis may also partially explain the interaction between convulsive activity and hypoglycemia (Hashemian, 2017). As can be seen from Table 4, there is an increase in  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase on the 10th day after inhalation. It is important for reducing epileptic seizures and in some cases makes it disappear, as can be seen from previous experiments on the 3rd day after inhalation of Tskaltubo radon-containing water (Nikolashvili, 2006). In the following experiments,  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase activity was studied on the 5th or 10th day after radon inhalation and, as the graph shows, the 5th day  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$ ATPase activity was  $8.57 \pm 0.10$  mmol pi/mgE.houx. On the 10th day, the activity increased by 72%; but when compared with the 5th day, it increases by 174% which amounted to  $14.89 \pm 0.19$ . Once again, this shows that on the 10th day after radon inhalation in Tskaltubo, there is a reduction in oxidative stress and it stays within the norm.

$\text{Na}^+ / \text{K}^+$  ATPase activity is manifested by a decrease in the first and second wild jogs in animals, including an increase in pause and a decrease in

tonic-clonic seizures. On day 10, it decreased and remained within  $2 \pm 1.1$  seconds.



**Figure 4.** Rat brain plasma membrane Na,K-ATPase activity. Reaction medium:  $[\text{MgATP} - \text{mmolpi/mgE houx}] = 1.69\text{mM}$ ;  $[\text{ATP}_f] = [\text{Mg}^{2+}] = 0.31\text{mM}$  (MgATP – substrate)

**Table 4. Na, K-ATPase activity**

Research group	Na, K-ATPase activity	%
Day 5 after radon inhalation	$8,57 \pm 0,10$	100 %
On the 10th day after radon inhalation	$14,89 \pm 0,19$	174 % (Increased by 74% compared to the 5th day)

Thus, numerous experimental data and individual clinical observations indicate the pathogenic role of OS in epilepsy, which is associated with disruption of the structural hematoencephalic barrier integrity. It has also occurred based on the results of the study. According to this research, the use of radon inhalation in experimental animals, particularly in genetically determined rats with epileptic seizures, altered all parameters of the cell membrane of neurons, oxidative destruction of nucleic acids, and radon exposure that regulates oxidative stress. Also, the clinical manifestation may be expressed by a reduction in epileptic seizures. Some of the epileptic seizure development as shown in Figure 1 include: the hidden period and the first and second wild jog duration after the audiogenic signal. All what was mentioned suggests that radon inhalation could be used to treat epilepsy. Excretion of excitatory amino acids (mainly glutamate) is known to increase during seizures. At this time, neuronal activity increases and intracellular calcium levels increases also, and this is associated with the formation of ROS (Morandi, 2016). Disruption of calcium metabolism is associated with a sharp increase in cell cytosol, which leads to the activation of  $\text{Ca}^{++}$  dependent enzymes. The formation of ROS is accompanied by the synthesis of prostaglandins from arachidonic acid. However, this in turn enhances free radical reactions that ultimately lead to membrane destruction.



Thus, numerous experimental data and individual clinical observations indicate the pathogenic role of OS in epilepsy, which is associated with the disruption of the structural hemato-encephalic barrier integrity of the cell membrane of neurons, oxidative destruction of nucleic acids, and radon exposure that regulates oxidative stress. Also, the clinical manifestation may be expressed by a reduction in epileptic seizures which has also occurred based on the results of the study. According to our research, the use of radon inhalation in experimental animals, particularly in genetically determined rats with epileptic seizures, altered all parameters of the epileptic seizure development picture, namely the hidden period and the first and second wild jog duration after the audiogenic signal. All what was mentioned suggests that radon inhalation could be used to treat epilepsy. Based on the obtained data, it can be concluded that Inhalation of Tskaltubo water 37bk or 1 nk develops the effect of Hormesis, which causes positive changes in all the above oxidative stress markers in the brain as shown in this study. Based on the given data, inhalation of Tskaltubo water can be considered to be one of the methods of removing the convulsive effects and its treatment, which is confirmed by experimental studies.

## **Discussion**

The data of this studies indicate that the effect of radon hormesis (R-Ho) happens by the activation of NO and formation of hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) that activate excessive NO production in microphages under the effect of interferon gamma and beta ( $INF-\gamma\beta$ ) (7,9). As a result, the increased production of NO activates peripheral microcirculation and central hemodynamic (Marshalick, 1991). For this reason, NO can be considered as an autocrine homeostatic modulator as well.

It is established that macrophage-killers are the important source of NO. NO activation suppresses the DNA synthesis of tumor cells, new tumor cells, anti-inflammatory, desensibility, and sedative mechanisms. NO effects on activation of DOFA, DOFA-cines, and DOFA-amino formation in blood is involved in the regulation of the  $Na^+$ ,  $K^+$ , and  $Ca^{++}$  ion changes. In addition, it plays one of the main roles in the suppression of specific autoimmune and in the activation of non-specific immune systems of the body (Hashemian, 2017; Isaksen, 2016).

In our case, the reduction in oxidative stress is seen as early as the 5th day after exposure to radon inhalation due to NO activation. NO can be considered as an important neurotransmitter that can participate in synaptic transmission as classical from presynaptic to postsynaptic neuron (Khazaradze, 2001; Jobe, 1973; Lomidze, 2012; Marshalick, 1991) and retrograde ISO indirectly by acting on glial cells or surrounding neurons. NO protects the brain from ischemic and neurotoxic stroke and controls the

oscillatory activity of neurons (Khazaradze, 2001; Krushinsky, 1970; Silva, 2011). Nitric oxide synthesis is often considered as a protective mechanism against the cytotoxic action of phagocytes, since NO inhibits the activation of the neutrophil (Nikolashvili, 2021). NADPH oxidase activity, reduces xanthine oxidase activity, and decreases AFK products (Pandey, 2012). At the same time, it should be noted that NO is involved in the development of the inflammatory process and its effect on the functional state of phagocytes can be modulated and changed over time. Therefore, the protective or cytotoxic action of NO is also a characteristic of certain cells and tissues. Experimental models of epilepsy show that increased oxidative stress (increased oxidation of lipids and proteins) is accompanied by the development of seizures (Gelashvili, 2001; Raimondo, 2015).

Studies by E. Ben-Menachem (2000) have shown that erythrocyte SOD1 activity is significantly lower in patients with progressive myoclonic epilepsy than in healthy individuals. Decreased SOD1 activity also occurs in the cerebrospinal fluid of patients with epilepsy, especially in the disease-resistant group compared with patients with curable forms of epilepsy and in the control group of healthy individuals. The authors believe that decreased SOD1 activity is associated with recurrent seizures, and that SOD1 deficiency in cerebrospinal fluid may be a predictor of drug-resistant epilepsy (Shultz, 2014).

In addition to the above, the convulsive state is characterized by anomalous  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  metabolism. Accumulation of ammonia also occurs at this time, which is associated with the intensification of deamination reactions. All of this leads to depolarization of cell membrane shells, lowering of the excitability threshold, and a new series of seizures. In the first minutes of seizures, neurotransmitters are released and were accompanied by a change in the level of secondary messengers. Thus, this is reflected in the activity of metabotropic receptors. On the 5th and 10th day after radon inhalation, activation of adrenoceptors causes an increase in cyclic adenosine monophosphate. Inhalation of radon, as shown from previous studies, reduces the number of duration of behavioral seizures and in some cases makes them disappear (Morandi, 2015).

Excretion of excitatory amino acids (mainly glutamate) is known to increase during seizures. At this time, neuronal activity increases and intracellular calcium levels also increases, which is associated with the formation of ROS (Aguiar, 2012; Lomidze, 2012; Morandi, 2015). Disruption of calcium metabolism is associated with a sharp increase in cell cytosol, and this leads to the activation of  $\text{Ca}^{++}$ -dependent enzymes. The formation of ROS is accompanied by the synthesis of prostaglandins from arachidonic acid. This in turn enhances free radical reactions that ultimately leads to membrane destruction (Sedlak, 1968; Shultz, 2014; Yuta Shibamoto, 2018).

Thus, numerous experimental data and individual clinical observations indicate the pathogenic role of OS in epilepsy, which is associated with disruption of the structural hematoencephalic barrier integrity of the cell membrane of neurons, oxidative destruction of nucleic acids, and radon exposure that regulates oxidative stress. Also, the clinical manifestation may be expressed by a reduction in epileptic seizures which has also occurred based on the results of the study (Yarmoshenko, 2002; Yuta Shibamoto, 2018).

According to our research, the use of radon inhalation in experimental animals, particularly in genetically determined rats with epileptic seizures, altered all parameters of the epileptic seizure development picture, namely the hidden period and the first and second wild jog duration after the audiogenic signal. On the third day, no response to the audiogenic signal was observed at all, and there was not even a single episode of tonic-clonic seizures. All what was mentioned suggests that radon inhalation could be used to treat epilepsy (Bangasser, 2014; Yuta Shibamoto, 2018).

According to the International Classification of Epileptic Seizures on the study of focal seizures and the experiment carried out, the effectiveness of Tskaltubo water has been confirmed in the case of focal epileptic seizures. As for generalized epilepsy, the impact of radon hormone on these types of seizures is still unclear, which requires additional scientific studies (Hashemian, 2017).

The impact of radon inhalation on seizures of brainstem epilepsy models is particularly important because mechanisms of prolonged bilateral (formerly generalized) seizures in humans are considered to be erased/included in brainstem structures (Gelashvili, 2001; Isaksen, 2016).

The study is the first precedent of attempting R-Ho through inhalation for the treatment of epileptic seizures in animal models with further translation to clinical study in humans through pilot phase II study. More profound and scientifically systematized approach is needed to determine the uniqueness of Tskhaltubo water springs, investigation of the mechanisms of radon effects on the excitatory and inhibitory functioning of CNS, and further clinical studies to establish its effectiveness on humans (Gelashvili, 2001; Khazaradze, 2001).

## **Conclusion**

Future research is required to clarify the mechanism of radon's action on antioxidative processes. However, based on the results of the experiment, the following conclusion was drawn:

Studies in experimental animals have shown that inhalation of Tskaltubo water develops a hormesis that regulates oxidative processes in the brain by activating antioxidants, which is reflected in the reduction of existing epileptic convulsions and in the activation of Na / K ATPase.

Inhalation of Tskaltubo water may be considered as a method of treatment with anticonvulsant effect confirmed by experimental studies.

## References

1. Aguiar, CC., Almeida, AB., Araújo, PV., et al. (2012). Oxidative stress and epilepsy: literature review. *Oxid Med Cell Longev.*795259. doi:10.1155/2012/795259.
2. Bangasser, DA., & Valentino, RJ. (2014). Sex differences in stress-related psychiatric disorders: neurobiological perspectives. *Front Neuroendocrinol.* 35:303–19. doi: 10.1016/j.yfrne.2014
3. Bazzigaluppi, A.E. (2017). Hungry Neurons: Metabolic Insights on. international journal of molecular sciences, 28 October 4-5.
4. DiNuzzo, M., Mangia, S., Maraviglia, B., & Giove, F. (2014). Physiological bases of the K<sup>+</sup> and the glutamate/GABA hypotheses of epilepsy. *Epilepsy Res.* 108, 995–1012.
5. Hashemian, M., Anissian, D., Ghasemi-Kasman, M., Akbari, A., Khalili-Fomeshi, M., Ghasemi, S. et al. (2017). Curcumin-loaded chitosan-alginate-STPP nanoparticles ameliorate memory deficits and reduce glial activation in pentylenetetrazol-induced kindling model of epilepsy. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 79:462–71.
6. Isaksen, T.J., & Lykke-Hartmann, K. (2016). Insights into the pathology of the  $\alpha$ 2-Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase in neurological disorders; lessons from animal models. *Front. Physiol.* 7, 161.
7. Gietzen, DW., Ross-Inta, CM., Rudell, JB., Hao, S., & Donovan, M. (2016). Calcium-dependent eukaryotic initiation factor 2 $\alpha$  phosphatase complexed with calcineurin restores control to anterior piriform cortex neural circuitry after activation by essential amino acid deficiency. *J Nutr Biol;* 2:33–44.5,
8. Gelashvili, GK., Vepkhvadze, N., Xazaradze, R., et al. (2001). Current radiation safety issues in Georgia. 1 National Conference. Tbilisi pp 146-156.
9. Jobe, PC., Picchioni, AL., & Chin, L. (1973). Role of norepinephrine in audiogenic seizure in the rat. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 184, 1-10.
10. Kaplan, D.I., Isom, L.L., & Petrou, S. (2016). Role of sodium channels in epilepsy. Cold Spring Harb. Perspect. Med.
11. Khazaradze, K.R., Khazaradze, R.E., Amiranashvili, A.E., Bliadze, T.A., Nodia, A.B., Nikiforov, G.I., & Chelidze, L.D. (2001). Some results of studies of radon content in the human environment // 1st international conference on ecology and environmental management of the Caucasus / Tbilisi, pp.61-63.

12. Krushinsky, L., Molodkina, L., Fless, D., Dobrokhotova, L., Steshenko, A., Zorina, Z., & Romanova, L. (1970). The functional state of the brain during sonic stimulation. – In: Welch B. and Welch A. (eds.). *Physiological effects of noise*, New York: Plenum Press, pp.151-158.
13. Lee, Y., Rodriguez, OC., Albanese, C., Santos, VR., Cortes de Oliveira, JA., Donatti, ALF., et al. (2018). Divergent brain changes in two audiogenic rat strains: a voxel-based morphometry and diffusion tensor imaging comparison of the genetically epilepsy prone rat (GEPR-3) and the Wistar Audiogenic Rat (WAR). *Neurobiol Dis.* 111:80–90. doi: 10.1016/j.nbd.2017.12.014
14. Lomidze, G., Kasradze, S., Kvernadze, D., Okujava, N., Toidze, O., Hanneke, M., de Boer, Tarun Dua, & Josemir W. Sander (2012). The prevalence and treatment gap of epilepsy in Tbilisi, Georgia, *Epilepsy Research*, Volume 98, Issues 2–3, Pages 123-129, ISSN 0920-1211.
15. Martin, K., Jackson, CF., Levy, RG., Cooper, PN. (2016). Ketogenic diet and other dietary treatments for epilepsy. *Cochrane Database Syst Rev* ; 2:CD001903
16. Morandi, G., Guido, D., & Tagliabue, A. (2015). A bibliometric study of scientific literature on the dietary therapies for epilepsy in Scopus. *Nutr Neurosci*;18:201–9.
17. Marshalick, BE., & Fenko, AN. (1991). The use of radon baths for rehabilitating the immune system of patients with bronchial asthma. *VoprKurortol Fiziother LechFiz Kult.* 1991;6:6–10.
18. Nikolashvili, M., Mchedluri, T., Museliani, T. (2006). Effect of tsvaltubo radon mineral waters on aggressive behaviour of animals and distribution of free amino acids in structures of the brain. *saq. mecn. Acad. Mmacne, ser. Bboil. A t 32, N1.* 119-123.
19. Nikolashvili, M., Nanobashvili, Z., & Mitagvaria, N. (2021). Radon hormesis in epileptic pathogenesis and predictors of oxidative stress *Georgian Medical News*, No 4 (313).
20. Pandey, M.K., Mitra, P., & Maheshwari, P.K. (2012). The Lipid Peroxidation Product as a Marker of Oxidative Stress in Epilepsy.
21. Raimondo, J.V., Burman, R.J., Katz, A.A., Akerman, C.J. (2015). Ion dynamics during seizures. *Front. Cell. Neurosci.*, 9, 419.
22. Ryan, MJ., Jackson, JR., Hao, Y., & Leonard, SS., Always, SE. (2011). Inhibition of xanthine oxidase reduces oxidative stress and improves skeletal muscle function in response to electrically stimulated isometric contractions in aged mice. *Free Radic Biol Med.*; 51(1):38-52. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2011.04.002

23. Ross, K.C., & Coleman, J.R. (2000). Developmental and genetic audiogenic seizure models: behavior and biological substrates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2000, 24, 639-653
24. Shultz, S.R., O'Brien, T.J., Stefanidou, M., & Kuzniecky, R.I. (2014). Neuroimaging the epileptogenic process. *Neurother. J. Am. Soc. Exp. Neurother.* 11, 347–357
25. Silva, L.F., Hoffmann, M.S., Rambo, L.M., Ribeiro, L.R., Lima, F.D., Furian, A.F., Oliveira, M.S., Figuera, M.R., & Royes, L.F. (2011). The involvement of Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activity and free radical generation in the susceptibility to pentylenetetrazol-induced seizures after experimental traumatic brain injury. *J. Neurol. Sci.* , 308, 35–40.
26. Sedlak, J., & Landsay, R. (1968). *Biochem.* 25, 192-205.
27. Yarmoshenko, IV. (2002). Meta-analysis of 18 radon and lung cancer case control studies. In: *Proceedings of the 7th International Symposium, Natural Radiation Environment (NRE VII)*, Rhodes, May, Elsevier Conf. Series, in press
28. Yuta Shibamoto & Hironobu Nakamura (2018). Overview of Biological, Epidemiological, and Clinical Evidence of Radiation Hormesis. *Int J Mol Sci.*; 19, (8):2387
29. Zharkinbekova, N.A., & Ormanov, N.Z. (2019). Lipid Peroxidation and the Antioxidant System in the Blood of Epileptic Patients. *Neurochem. J.* 13, 378–384.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Facteurs De L'adoption Et De L'abandon Du Coton Et De L'anacarde Dans Le Departement De Sinematiali (Nord De La Cote D'ivoire)**

***Trazie Bi Kouamé Marc,***

Doctorant Chaire UNESCO / Université Felix Houphouët- Boigny -  
Cocody-Abidjan- Côte d'Ivoire

***Professeur Vanga Adja Ferdinand,***

Professeur Titulaire, Département de Sociologie / Université Peleforo GON  
COULIBALY, Korhogo- Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p18](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p18)

Submitted: 07 January 2022

Accepted: 18 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Bi Kouamé Marc T., & Vanga Adja F., (2022). *Facteurs De L'adoption Et De L'abandon Du Coton Et De L'anacarde Dans Le Departement De Sinematiali (Nord De La Cote D'ivoire)* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 18.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p18>

### **Résumé**

Le développement de la culture du coton dans le nord du pays par l'Etat de Côte d'Ivoire visait à lutter contre les disparités régionales, à réduire l'exode rural et la pauvreté. Quant à la vulgarisation de l'anacarde, elle répond à un souci de diversification des revenus des producteurs, quoiqu'introduit, au départ, en tant qu'essence forestière pour lutter contre la désertification. Le présent article se propose de déterminer les différents facteurs influençant l'adoption et l'abandon du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali Les producteurs du coton et de l'anacarde poursuivent des enjeux basés sur la satisfaction des besoins socioéconomiques et nutritionnels, qui sont influencés par un certain nombre de facteurs, tant favorables que défavorables ; autrement dit, des facteurs de l'adoption et de l'abandon. Relativement aux facteurs de l'adoption, facteurs ont été évoqués. Il s'agit des facteurs économiques, sociaux, environnementaux, des facteurs liés à l'encadrement ainsi que d'autres facteurs de considérations distinctes. Pour ce qui est des facteurs de l'abandon, trois facteurs, qui se rapportent aux aspects économiques, aux aspects liés aux pratiques culturelles et aux aspects divers,

ont permis d'expliquer ce phénomène. Au plan méthodologique, l'article s'appuie sur une approche mixte (qualitative que quantitative), à visée compréhensive et axée sur la recherche documentaire, l'observation directe, les entretiens semi-directifs ainsi que sur les enquêtes.

---

**Mots clés :** Sinématiali, Facteurs de l'adoption et de l'abandon, coton, anacarde, Culture de rente, Côte d'Ivoire.

## **Factors for the Adoption and Abandonment of the Cotton and the Cashew Nut in the Department of Sinematiali (North Of Côte D'ivoire)**

*Trazie Bi Kouamé Marc,*

Doctorant Chaire UNESCO / Université Felix Houphouët- Boigny - Cocody-  
Abidjan- Côte d'Ivoire

*Professeur Vanga Adja Ferdinand,*

Professeur Titulaire, Département de Sociologie / Université Peleforo GON  
COULIBALY, Korhogo- Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The development of cotton growing in the north of the country by the state of Côte d'Ivoire aimed at fighting against regional disparities, reducing rural exodus and poverty. As for the vulgarisation of cashew nuts, it responds to a matter of diversification of the producers' incomes, whatever introduced at the beginning as a forest essence to fight against desertification. The concurrent article aims to determine the different factors influencing the adoption and the abandonment of the cotton and the cashew nut in the area of Sinematiali. The producers of the cotton and the cashew nut pursue purposes based on the satisfaction of socio-economic and food needs influenced by a certain number of factors, both favorable and unfavorable, in other words, the factors of the adoption and the abandonment. Relatively to the adoption, five factors have been evoked : there are economic, social and environmental factors, factors linked to the supervision as well as other factors of distinct consideration. As for the abandonment, three factors related to economic aspects, aspects linked to cultural practices and diverse aspects have enabled to explain this phenomenon. The current article aims to determine the different factors influencing the adoption and the abandonment of the cotton and the cashew nut in the area of Sinematiali. Methodologically, the article is based on a mixed approach, (qualitative and quantitative) comprehensive target and focused on documentary research, direct observation, semi-direct interviews



as well as surveys through questionnaires

---

**Keywords:** Sinematiali, Factors for adoption and abandonment, cotton, cashew nut, cash Crop, Côte d'Ivoire

## Introduction

L'agriculture a toujours constitué la base de l'économie ivoirienne. Le secteur agricole (production animale et végétale, industries agroalimentaires) a représenté en moyenne 38% du PIB sur la période 1990-1997, 66% des emplois et 70% des recettes d'exportation (Dugue et al, 2007). Cette agriculture était, au début des années 1960, initiée en région forestière, c'est-à-dire dans le Sud et basée sur le binôme café-cacao, compte tenu de la vulnérabilité climatique du Nord savanicole (Koffi, 2005). S'il est vrai que cette option basée sur le binôme café-cacao a permis à la Côte d'Ivoire d'obtenir des résultats probants, elle a créé des déséquilibres régionaux (Sangaré, 2014). Les disparités sont d'autant plus grandes qu'elles ont engendrés la migration des populations du Nord vers les régions forestières (Sangaré et Fofana, 2016). En réponse à ces difficultés, l'Etat a initié un vaste programme de diversification des cultures de rente notamment la banane, l'ananas, le palmier huile, le cocotier, l'hévéa dans le Sud et le coton dans le Nord du pays. Cette dernière a suscité beaucoup d'espairs parmi les paysans. Celle-ci a, en effet, non seulement, procuré des revenus monétaires, mais aussi, a surtout ouvert les voies d'accès aux intrants (Coulibaly, 2019). Concernant la culture de l'anacarde, son introduction a permis de répondre à la dégradation environnementale dans les régions des savanes. En effet, les premiers arbres ont été plantés pour combattre l'érosion et ériger les haies vives en vue de protéger l'exploitation agricole contre les dégâts causés par les bœufs (Gouma, 2003), cité par Koffi et Oura (2019). Dès 2002, la gestion des deux cultures par une seule tutelle est décidée. Ainsi, à travers une première initiative, l'Autorité de Régulation du Coton et de l'Anacarde (ARECA) fut créée. Mais, au vu des rendements non satisfaisants, cette structure est remplacée par le Conseil du Coton et de l'Anacarde (CCA), à la suite d'autres réformes du gouvernement ivoirien en 2013 (Jeske et Konnon, 2018). A travers ces initiatives, l'Etat vise à coupler les deux cultures à l'image du binôme café-cacao. La mise en œuvre des différents axes de ces réformes a permis à la filière anacarde de connaître une bonne performance dans son développement qui s'est caractérisé par l'accroissement des surfaces cultivées estimées à 1 035 000 hectares pour environ 350 000 producteurs (FIRCA, 2018). Pour ce qui est de la production de la noix de cajou, elle passe de 564 780 tonnes à 770 000 tonnes en 2018, faisant ainsi de la Côte d'Ivoire, le premier producteur mondial, devant l'Inde (650 000 tonnes) et le Vietnam (325 000 tonnes) en 2016 (Jeske et Konnon, op.cit.). Cependant, cet essor

fulgurant enregistré par l'anacarde n'est pas sans conséquence pour le coton, étant donné que c'est dans les bassins cotonniers que se développe cette culture arbustive d'anacarde. En effet, de nombreux producteurs de coton, à un moment donné, abandonnent la culture du coton au profit de l'anacarde à travers la transformation des parcelles réservées au coton en vergers d'anacarde. La Compagnie Ivoirienne de Coton (COIC) en charge de la culture cotonnière dans le département de Sinématiali a confirmé cette baisse de la production du coton au niveau local : de 161 495 tonnes en 2014, la production a chuté à 110 495 tonnes en 2017. Mais à partir de la saison 2018-2019, l'on a assisté à une remontée spectaculaire de la production cotonnière, provoquant l'effet inverse et confirmant ainsi son emprise spatiale au niveau du département. Ainsi, on note un retour massif de producteurs au coton, provoquant un relâchement dans la culture de l'anacarde. Cette attitude des producteurs locaux est difficilement compréhensible d'autant plus que la réforme consacrant le binôme coton-anacarde préconise une meilleure association entre ces deux spéculations. Si pour l'Etat de Côte d'Ivoire, l'introduction de ces deux cultures répond à un enjeu de compétitivité entre cultures, l'enquête exploratoire, menée dans les quatre sous-préfectures du département de Sinématiali, révèle d'autres logiques explicatives de l'adoption de ces cultures de rente, au niveau des producteurs. Ces logiques sont influencées par des facteurs aussi bien favorables que défavorables, qui naturellement favorisent l'adoption ou l'abandon du binôme coton et de l'anacarde. Ce présent article a pour objectif de déterminer, d'une part, les facteurs de l'adoption du coton et de l'anacarde dans le département de Sinématiali et d'autre part, d'en analyser les facteurs de leur abandon, tant temporaire que définitif.

# 1. Matériels Et Methodes

## 1.1. Site De L'étude

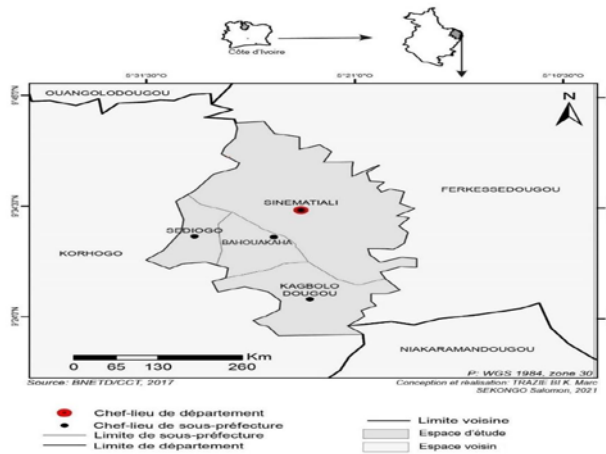


Figure 1 : Présentation De La Zone D'étude

Les résultats de cette étude ont été obtenus à partir d'une enquête dans les quatre sous-préfectures du département de Sinématiali. Ce département est situé au Nord de la Côte d'Ivoire, précisément dans la région du Poro. Les sous-préfectures enquêtées sont : Sediogo, Bahouakaha, Kagbolodougou et la sous-préfecture centrale de Sinématiali. Le choix de ce département s'explique par fait qu'il demeure une zone cotonnière et se trouve être à la fois un bastion en devenir de l'anacarde.

### 1.2. Techniques de collecte des données

La population d'enquête est composée, d'une part, de responsables des structures administratives (administration centrale, direction départementale de l'agriculture) et agricoles (CCA, ANADER, COIC, CNRA, FIRCA) ainsi que des responsables locaux (chefs de villages, responsables des femmes, des jeunes, des OPA) et d'autre part, des producteurs du coton et de l'anacarde. Les paysans éligibles sont ceux qui pratiquent, soit les deux cultures, soit l'une de ces deux cultures et ayant totalisé au moins quatre années de pratique culturale. C'est après cette durée que l'anacardier rentre en production et est pratiqué en monoculture. 28 villages regroupant 1710 producteurs, ont été choisis grâce à la technique de sondage par grappe. Pour une bonne représentation des acteurs dans l'échantillon, il y a été décidé d'interroger 20/100 des effectifs, soit 338 producteurs. Pour ce qui est de l'échantillonnage par choix raisonné, il a permis d'interroger 24 personnes. La collecte des données s'est faite au moyen de quatre techniques : la recherche documentaire, l'observation directe, l'entretien et l'enquête. Concernant la recherche documentaire, elle s'est faite dans plusieurs lieux : La bibliothèque centrale de

l'université Felix Houphouët-Boigny, les bibliothèques de l'INADES, de l'IRD, de la chaire UNESCO. En outre, il y a eu un recours à la documentation en ligne. Pour ce qui est de l'observation, elle s'est faite dans les différents villages. Quant aux entretiens semi-directifs, ils se sont faits autour d'un guide d'entretien préalablement élaboré et a visé les différents responsables, perçus comme étant des personnes ressources. Enfin, l'enquête (à passage unique), précédée d'un pré-test ou préenquête, a permis le recueil des données quantitatives auprès des chefs d'exploitations.

### **1.3. Traitement et analyse des données**

Pour les données qualitatives, une analyse de contenu a été menée. Cette méthode a consisté à un examen méthodique et systématique des documents textuels. Cette analyse a consisté, en outre à faire une triangulation des différentes versions données afin de réduire la marge d'erreur. En plus, l'analyse thématique a consisté à découper les verbatim en plusieurs unités avec chacune des thématiques appropriées. Quant aux données quantitatives, elles ont été analysées, à partir du logiciel Sphinx. La transcription des données s'est faite dans le logiciel ainsi que le processus de collecte des réponses aux questions. Les résultats ont été ensuite générés à partir d'Excel avant d'être analysés. En ce qui concerne l'analyse des données, deux (2) théories ont été mobilisées. Celles-ci postulent à l'existence et à la nécessaire interaction entre l'individu et l'adoption, mais selon une perspective différente. Il s'agit de l'individualisme méthodologique, et l'analyse stratégique.

Concernant l'individualisme méthodologique de Boudon (1973), en tant que mode d'appréhension du social, il a pour objet l'examen des comportements individuels et leurs interactions. Il a consisté, en effet, à envisager tout phénomène social à partir des motivations individuelles des acteurs et des effets que ceux-ci exercent les uns sur les autres dans l'adoption du binôme coton-anacarde. Pour ce qui est de l'analyse stratégique de Crozier et Friedberg (1997), il ressort que l'adoption n'est pas une donnée naturelle, mais plutôt un construit d'action collective, lequel ne détermine pas totalement le comportement des acteurs. Ainsi, c'est dans les jeux structurés que les acteurs choisiront une stratégie gagnante parmi les stratégies possibles. Cette théorie s'est donc révélée intelligible pour expliquer les comportements des producteurs du département de Sinématiali qui agissent en de véritables acteurs rationnels dans l'adoption du binôme coton-anacarde.

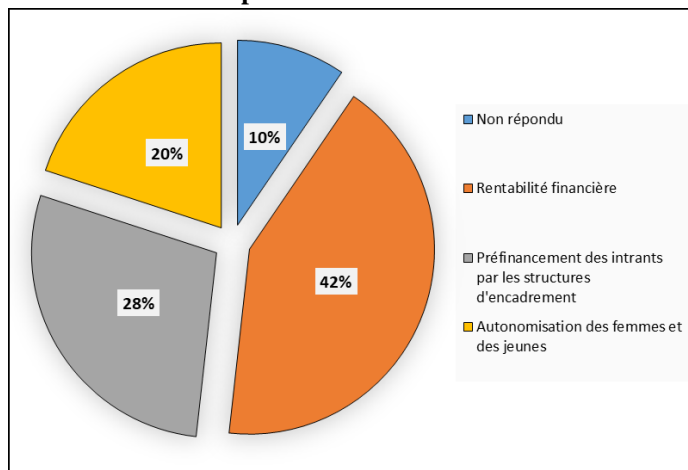
## **2. Resultats**

### **2.1. Facteurs de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde**

Il s'agit des facteurs économiques, sociaux, environnementaux, des facteurs liés à l'encadrement et des facteurs divers, qui influencent l'adoption du coton et de l'anacarde.

Les facteurs économiques prennent en compte la rentabilité financière, le préfinancement des intrants par les structures d'encadrement ainsi que l'autonomisation des femmes et des jeunes (figure 2).

**Figure 2 : Facteurs économiques de l'adoption des cultures du coton et l'anacarde dans le département de Sinematial**



Ici le producteur peut effectuer à la fois plusieurs choix.

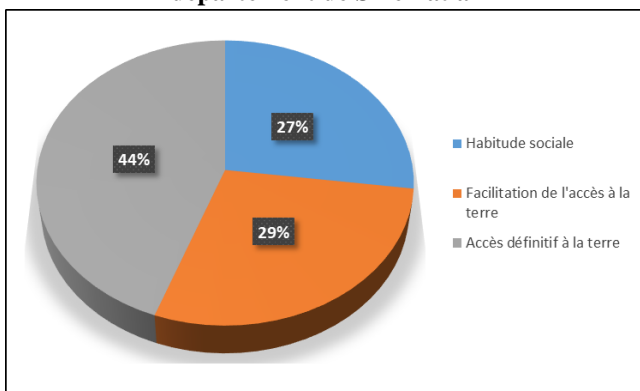
Source : enquêtes de terrain, 2020-2021

Dans le département de Sinematiali, les facteurs économiques de l'adoption du coton et de l'anacarde, suscitant un certain engouement, une véritable émulation chez les producteurs, se distinguent à trois niveaux. Par ordre d'importance, ce sont d'abord la rentabilité financière (42%), Ces devises engrangées participent aux besoins primaires des producteurs. Ainsi, les recettes des ventes des produits issus du coton et de l'anacarde permettent aux producteurs de se nourrir, se vêtir, se soigner, assurer la scolarité des enfants, améliorer leur cadre de vie, financer les projets ponctuels. Quant au préfinancement des intrants (28%), il constitue aussi un enjeu significatif pour les producteurs, surtout qu'il intervient au moment où ceux-ci ne disposent d'aucun fonds financier. Cet état de fait est un facteur décisif pour le maintien du coton dans le système de production du département de Sinematiali. Par ailleurs, la question de l'autonomisation des femmes et l'émancipation des jeunes (20%) reste un atout dans l'adoption de ces spéculations. En effet, l'engagement des femmes et des jeunes pour la culture du coton et de l'anacarde leur permet de financer leurs propres projets en dehors de la tutelle familiale. Pour les jeunes spécifiquement, étant donné que le taux d'analphabétisme est très élevé, ils ne doivent donc leur réussite éventuelle qu'à l'activité agricole de façon globale. Ainsi les jeunes, après l'âge de 20 ans, s'adonnent à la pratique agricole, précisément au coton. Cela leur permet de gagner leur premier emploi et d'éviter de dépendre de la tutelle familiale.

Pour ce qui est des femmes, celles-ci s'y engagent afin de bénéficier d'une certaine autonomie vis-à-vis du ménage. Elles peuvent ainsi financer d'autres projets à but lucratif, tels que le commerce, et bien d'autres tâches familiales comme la scolarisation des enfants.

En ce qui concerne les facteurs sociaux, ils prennent en compte l'habitude sociale, la facilitation de l'accès à la terre et l'accès définitif à la terre (figure 3).

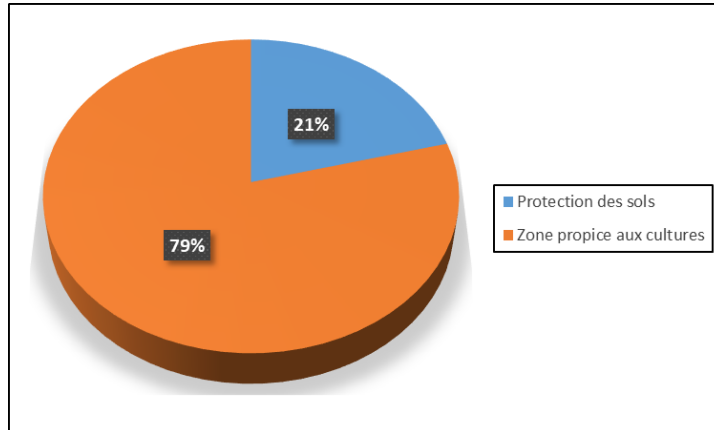
**Figure 3 : Facteurs sociaux de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali**



Source : enquêtes de terrain, 2020-2021

Au niveau de ces facteurs sociaux, c'est l'accès définitif à la terre, à travers l'adoption de l'anacarde, qui domine les facteurs sociaux avec 44%. Etant donné qu'elle est une culture pérenne, elle monopolise définitivement la terre. Quant à la culture du coton, elle facilite plutôt l'accès à la terre, reconnu par 29% des producteurs enquêtés. En effet, le coton est pratiqué chaque saison au même titre que les cultures vivrières, contrairement à la culture arbustive de l'anacarde. Par ailleurs, la culture du coton procure également l'habitude sociale, mentionnée par 27% des enquêtés. Cela est consécutif à l'influence du vécu des populations depuis plusieurs générations. C'est d'ailleurs à juste titre qu'un responsable de coopérative affirmait ceci : « *si vous trouvez quelqu'un au village pendant les activités du coton, c'est qu'il est, soit malade, soit, c'est une personne du troisième âge. Tous les autres, père, mère et enfants doivent se retrouver au champ car chacun est « initié et lié » à la culture du coton* ». Cette habitude sociale reste un atout dans l'adoption du coton.

**Figure 4 : Facteurs environnementaux de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali**

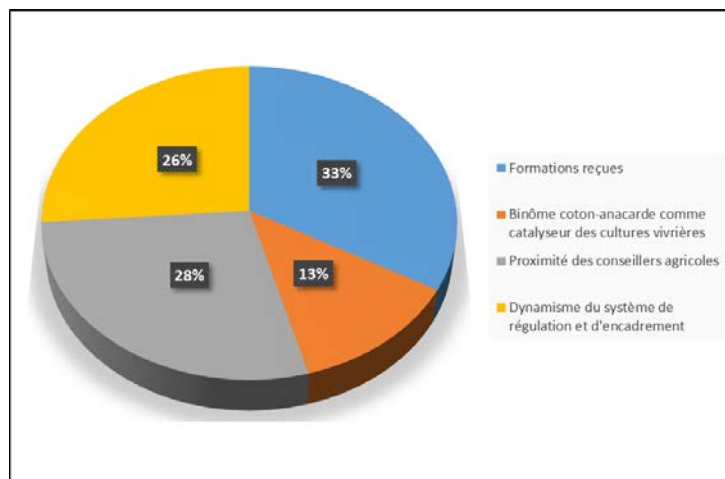


Source : enquête de terrain, 2020-2021

Concernant les facteurs environnementaux, ils se rapportent à la protection des sols et au fait que la zone soit propice aux cultures (figure 4).

Ici deux facteurs sont perceptibles dans le département de Sinematiali. 79% des enquêtés estiment que les espèces floristiques et la qualité du sol sont propices à la pratique des cultures du coton et de l'anacarde, tandis que 21% reconnaissent l'une des vertus du cotonnier et de l'anacardier en termes de protection des sols. En effet, la qualité du sol (argilo-sableux et granitique) est favorable, aussi bien, à la culture du coton qu'à l'anacarde. Cet acquis est consolidé par une végétation caractérisée par une savane herbeuse et une forêt-clairière dont dispose le couvert végétal de Sinematiali. Pour ce qui est de la protection des sols, tandis que les intrants-coton, enfouis dans les sols, ont des arrière-effets positifs sur des productions, l'anacardier empêche l'érosion, donc, la dégradation des sols dans les exploitations, lorsqu'il constitue de haies vives autour de celles-ci. Toutes ces qualités environnementales constituent des facteurs qui impactent l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde à Sinematiali. Le quatrième groupe de facteurs de l'adoption du coton et de l'anacarde est celui relatif à l'encadrement. Ces facteurs font appel aux formations reçues, au binôme coton-anacarde comme catalyseur des cultures vivrières, à la proximité des conseillers agricoles et au dynamisme du système de régulation et d'encadrement (figure 5).

**Figure 5 : Facteurs de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde liés à l'encadrement**



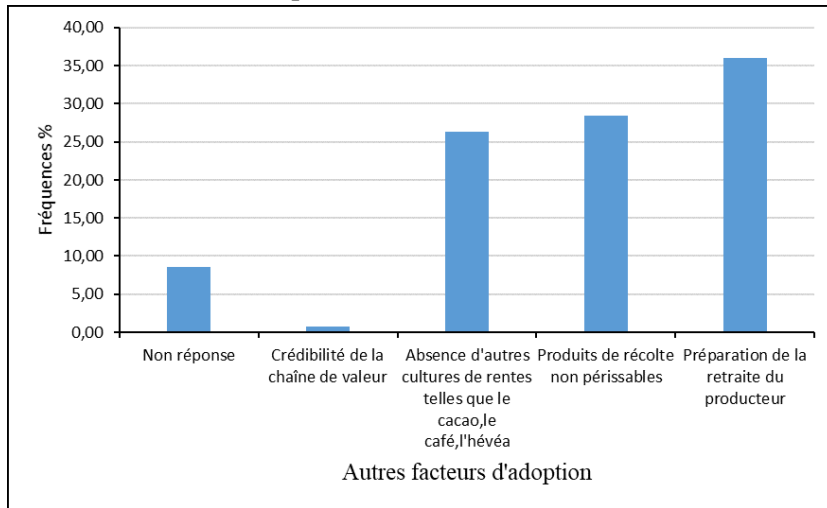
Source : enquêtes de terrain, 2020-2021

A travers la figure 5, on s'aperçoit qu'un grand nombre de producteurs reconnaît les formations reçues comme un facteur décisif de l'adoption avec un taux de 33%. C'est au cours de ces formations qu'ils reçoivent des instructions sur la pratique du coton et de l'anacarde. Au-delà des formations, la proximité des conseillers agricoles est évoquée par 28% des producteurs enquêtés, suivi du "dynamisme des structures d'encadrement et de régulation", reconnu par 26% des enquêtés. Cette présence continue des conseillers agricoles de la COIC comme de l'ANADER participe à l'engagement des producteurs vis-à-vis de ces spéculations. . A cet effet, un conseiller agricole témoignait « *nous avons l'obligation de connaître chaque producteur, ses capacités, ses faiblesses, son niveau intellectuel... en plus, il doit naître, entre les producteurs et nous, une relation fraternelle et sincère. Nous nous employons à cela. En dehors de cet aspect ils sont reconnaissants aux travaux de reprofilage des routes et autres travaux ou assistance communautaires et tout ceci les motive davantage* ».

Le dernier facteur de cette étude concerne le coton et l'anacarde qui se présentent comme catalyseur des cultures vivrières, reconnu par 13% d'enquêtés. En effet, c'est à partir du coton que les producteurs développent les cultures vivrières, qui leur assurent la sécurité alimentaire. Toutefois, ce principe d'associer le coton aux cultures assolées ne date pas d'aujourd'hui, bien que toujours nécessaire. Par ailleurs, au-delà de ces trois différents groupes de facteurs, d'autres influencent aussi l'adoption du coton et de l'anacarde. Ceux-ci concernent la crédibilité de la chaîne des valeurs, l'absence d'autres cultures de rente, les produits de récolte non périssables et la préparation de la retraite du producteur (figure 6).



**Figure 6 : Autres facteurs de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali**



Source : enquêtes de terrain, 2020-2021

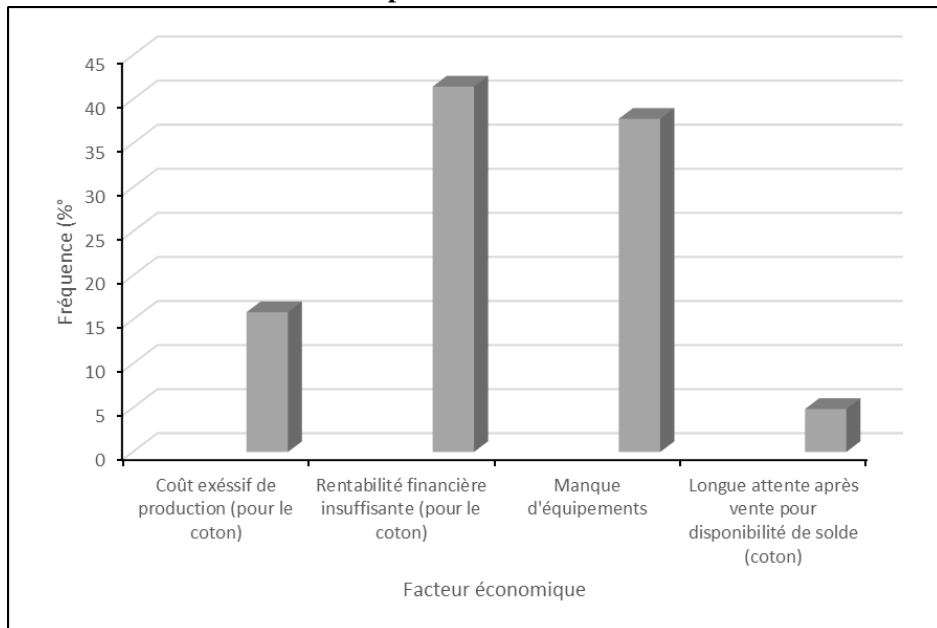
La figure 6 fait constater que la retraite du producteur est un facteur pertinemment reconnu comme élément d'influence positive dans l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde. Ceci est relevé par 36,5% des enquêtés. Il s'agit ici des producteurs de la culture d'anacarde, qui est une culture pérenne et qui, une fois sur l'exploitation le demeure définitivement. En outre, les produits commercialisables de ces deux cultures, en l'occurrence le coton-graine et la noix de cajou sont "taxés" de « produits non périssables », reconnus par 28,5% d'enquêtés. En effet jusqu'à leur commercialisation, les produits de récolte du coton et de l'anacarde, une fois bien conservés, sont hors de pourrissement, comme c'est le cas de la mangue.) En effet, le coton-graine et la noix de cajou résistent au temps. Dans cette optique, un responsable de coopérative de producteurs d'anacarde affirmait ceci : « lorsque le prix de nos produits chutent en pleine campagne agricole, nous décidons de conserver ces produits afin de les vendre au temps convenable que nous pensons étant être profitable pour nous, et la noix de cajou pendant ce temps n'est pas du tout affectée ». En outre, l'absence d'autres cultures de rente comme le café et le cacao reste un facteur aussi pertinent, évoqué par 25,8% d'enquêtés. Quant à la crédibilité de la chaîne des valeurs, elle s'explique par la présence d'un certain nombre d'acteurs dont le savoir-faire apporte une valeur ajoutée et un certain engouement à la pratique culturelle. Ce sont autant de facteurs, qui influencent positivement l'adoption du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali. Cependant, un certain nombre de facteurs augmente, à l'inverse, la probabilité de la renonciation à ces spéculations

## 2.2 Facteurs de l'abandon du binôme coton-anacarde

Les facteurs influençant l'abandon du coton et de l'anacarde se subdivisent en trois groupes de facteurs. Ils sont perceptibles à travers les facteurs économiques, les facteurs liés aux pratiques culturelles et les autres facteurs.

Concernant les facteurs économiques, ces facteurs sont relatifs au coût excessif de production, à la faible rentabilité financière, au manque d'équipements, aux longs délais de paiement après la vente du coton-graine (figure7).

**Figure 7 : Facteurs économiques de l'abandon des cultures du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali**

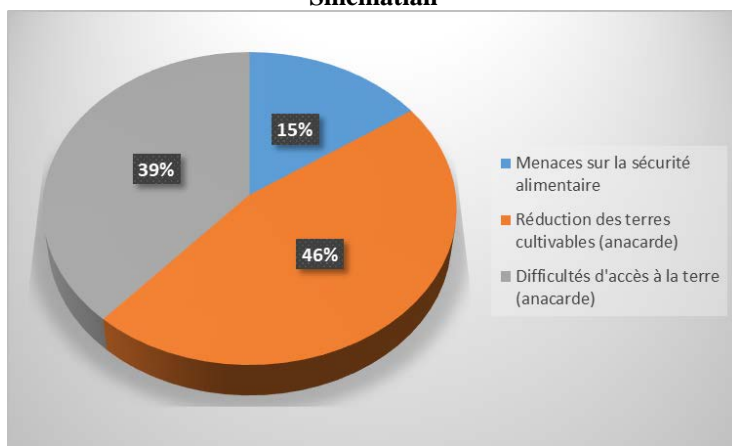


Source : enquêtes de terrain, 2020-2021

La figure 7 fait ressortir que la majeure partie de ces facteurs économiques déterminant l'abandon est relative au coton spécifiquement. Ainsi, le premier facteur de l'abandon est l'insuffisance de la rentabilité financière, relevée par 40% des producteurs enquêtés. Le manque d'équipements constitue aussi un facteur de l'abandon de la culture du coton et de l'anacarde, signifié par 36 % d'enquêtés. En outre, le coût de production et le long délai de paiement ont un impact contraignant. En effet l'insuffisance de la rentabilité financière est bien souvent due au coût élevé de production, au faible prix du kilogramme bord-champ. Ce qui explique les cris de cœur d'un responsable de la coopérative SOCOFOSI, qui témoignait en ces termes : « *si quelque chose nous fatigue au coton, ce sont les coûts de production, surtout ceux des intrants et de la main d'œuvre salariale qui mettent certains membres de notre OPA, chaque saison en impayé... cela nous affecte et nous décourage parfois* ». Concernant

le manque d'équipements, il s'agit des outils mécaniques ou d'attelage, et des bœufs qui sont loués à des coûts exorbitants pour les travaux champêtres. Par ailleurs la longue attente observée entre la vente de produits et la réception effective des ressources financières issues de ces ventes reste un aspect inquiétant pour les producteurs. D'autres groupes de facteurs se révèlent aussi comme pertinents dans l'abandon de ces cultures. Ce deuxième groupe des facteurs de l'abandon se rapporte aux pratiques culturales, qui se composent des difficultés d'accès à la terre, de la réduction des terres cultivables et des menaces sur la sécurité alimentaire (figure 8).

**Figure 8 : Facteurs de l'abandon liés aux pratiques culturales dans le département de Sinematiali**



Source : enquêtes de terrain, 2020-2021

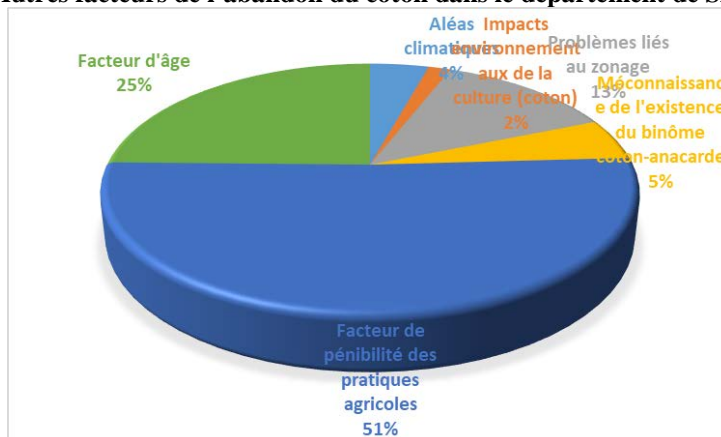
Alors que les facteurs évoqués sur la figure 7 sont relatifs à la culture du coton, ceux rapportés par la figure 8 concernent la culture de l'anacarde. En effet, trois facteurs conduisant au relâchement ou même à la renonciation à la pratique de l'anacarde y sont identifiés. Dans un premier temps, la culture arbustive de l'anacarde conduit à la réduction de terres cultivables, mentionnée par 46% d'enquêtés. En effet, de par son caractère pérenne, cette arboriculture occupe, non seulement, les bassins cotonniers mais aussi les espaces alloués aux vivriers. D'ailleurs la grande majorité des producteurs reconnaissent n'avoir pas emblavé de nouvelles surfaces, mais plutôt avoir exploité les anciens champs de coton. Cette implantation d'anacardier dans les bassins cotonniers a réduit considérablement les surfaces cultivables du coton dans le département. En outre, dans le département de Sinematiali, la pratique de l'anacarde rencontre d'énormes difficultés dont celles liées à l'accès à la terre évoquées par 39 % d'enquêtés. Cette situation est la résultante du mode d'accès à la terre, fortement influencé par la question de la matrilinearité, qui admet que l'héritage se fasse uniquement du côté de l'oncle maternel. En effet, Les héritiers directs de la propriété foncière sont les neveux utérins. Ce sont eux qui ont le pouvoir d'acquérir les biens de l'oncle, au cas où celui-ci

décède. Ainsi, tout ce qui relève de la terre, reviendrait- il directement aux neveux utérins. Les enfants n’ont pas droit à la propriété de leur père. S’ils devraient hériter, c’est du côté maternel. Cette situation prive de terres de nombreux producteurs ayant décidé, depuis le jeune-âge, de rester dans leur village respectif. Ceux-ci ne peuvent donc être propriétaires terriens dans leur village et ne peuvent donc accéder à la terre que par prêt d’autres modes d’accès. Selon les témoignages recueillis au cours de notre enquête, il ressort que ces personnes ne sont pas allées dans leur village maternel pour motifs divers : soit, par ce que l’oncle est encore vivant, soit l’oncle lui aussi n’est pas héritier pour n’avoir pas été dans son village maternel, ou encore, soit l’oncle a assez des neveux et que les plus âgés ont tout occupé ou alors l’oncle lui-même décide de ne pas léguer ses biens au neveu pour des raisons qui lui sont propres.

En outre, la pratique de cette culture fait aussi observer des menaces sur la sécurité alimentaire, qui est consécutive à la réduction drastique, à termes des terres cultivables, signifiées par 15 % d’enquêtés. Pour cette dernière variable, la quasi-majorité des enquêtés n’abandonne pas la culture de l’anacarde, en tant que telle, mais révèle l’impact de ces facteurs qui influencent sa pratique, en s’interrogeant, bien entendu, sur l’avenir d’un impact éventuel de cette culture arbustive.

Par ailleurs, d’autres facteurs sont pertinents dans l’explication de la non pratique du coton et de l’anacarde. Ces facteurs se rapportent aux aléas climatiques, aux impacts environnementaux, aux problèmes liés au zonage agro-industriel du bassin cotonnier, à la méconnaissance, par les producteurs, de la réforme du gouvernement portant création du binôme coton-anacarde, aux facteurs de pénibilité et aux facteurs d’âge des producteurs (figure 9).

**Figure 9 : Autres facteurs de l’abandon du coton dans le département de Sinematiali**



Source : enquêtes de terrain, 2020-2021

A Sinematiali, au niveau de la culture du coton, la pénibilité rencontrée est perceptible à travers toutes les activités afférentes à celle-ci. Dans ce groupe de facteurs influençant l'abandon, il est le plus décisif avec 51% des enquêtés. En outre, le facteur d'âge (25%) des producteurs, qui constitue le second critère de renonciation à la culture de coton, reste aussi bien lié à cette question de pénibilité. Les personnes âgées abandonnent la culture par ce que leurs forces qui décroissent, ne leur permettent plus de faire face, désormais, à ces travaux de durs labeurs. Par ailleurs, depuis la libéralisation de la filière coton, le bassin cotonnier ivoirien est administré par des structures cotonnières privées agréées par l'Etat. Ces structures cotonnières interviennent dans des zones agro-industrielles distinctes et peuvent faire l'objet de blâme ou de mutation intra-structure. Cette politique de zonage a constitué souvent de motif de renonciation à la pratique cotonnière et préoccupe 13% d'enquêtés. En effet, à travers la succession sur des zones, parfois de façon inattendue, les différentes structures cotonnières disposant chacune de savoir-faire différent les uns des autres se trouvent souvent à des difficultés sur le terrain Cet état de fait perturbe quelque peu la quiétude des producteurs, qui doivent faire face à de nouveaux interlocuteurs avec un nouveau cahier de charge. Par ailleurs, la méconnaissance des réformes relatives au couplage du coton et de l'anacarde par les producteurs, tout comme ceux relatifs aux impacts environnementaux disposent aussi de « capacité de nuisance » vis-à-vis de ces deux cultures de rente et surtout de leur association, de façon durable. Pour ce qui est des aléas climatiques, la culture cotonnière est donc dépendante des réalités climatiques dans la localité de Sinematiali. La pluie par exemple peut déterminer le rendement saisonnier, ou même, modifier le calendrier cultural préétabli. C'est-à-dire que si la saison sèche est trop longue et que les pluies tardent à tomber, les activités champêtres relatives au coton devront aussi attendre. Et lorsque ces pluies surviennent, leur quantité a un impact décisif sur la production annuelle.

### **3. Discussion**

Les facteurs économiques influencent l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali. Au nombre de ces facteurs économiques, figure la rentabilité financière qui reste le principal enjeu poursuivi par les producteurs. En d'autres termes le coton et l'anacarde constituent le véritable pourvoyeur de devises dans le milieu rural. Ce point de vue est partagé par Koffi (2005), qui estime que la production de l'anacarde est le secteur qui offre plus d'opportunités de travail, avec une forte inclusion sociale des femmes dans la transformation. En outre, un autre aspect des facteurs financiers est le préfinancement dont bénéficient les producteurs de coton de la part de la Compagnie Ivoirienne de Coton (COIC). Cette « dépendance » du producteur vis-à-vis des intrants corrobore les

résultats de Koffi et Oura (2019), qui estiment que c'est l'octroi d'intrants aux producteurs qui justifie le maintien de la culture du coton à ce jour, dans les systèmes de production. Enfin, l'engouement des jeunes au niveau du coton et des femmes autour de l'anacarde s'explique par le fait que ces cultures les rendent autonomes. Ce résultat est similaire à celui de Sutter (2010), qui précise que cette culture ouvre aux jeunes la voie de leur premier investissement. Concernant les femmes, leur nombre est, certes, réduit au niveau du binôme coton-anacarde et beaucoup plus réduit au niveau du coton spécifiquement, mais elles y sont très épanouies. Cette satisfaction morale est similaire aux travaux de Sanogo (2012), qui conclut que l'anacarde permet aux producteurs (hommes comme femmes) de participer au développement économique et social et favorise ainsi à leur épanouissement. En dépit de l'importance et de la perspicacité du volet économique, d'autres facteurs caractérisent l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde. C'est le cas des facteurs sociaux, qui se rapportent à l'habitude sociale, la facilitation d'accès à la terre (à travers le coton), à l'accès définitif à la terre, qui représente un enjeu très important dans l'exploitation des terres. Cette opinion est similaire aux résultats de N'diaye (2008) qui estime que l'anacarde participe à la sécurisation foncière des producteurs. En outre, les facteurs environnementaux et climatiques s'avèrent être décisifs dans l'adoption du binôme coton-anacarde. Concernant l'aspect environnemental, il concerne l'anacardier de façon spécifique. En effet, l'anacardier, en tant qu'essence forestière a été adopté en Côte d'Ivoire pour ces atouts écologiques. Cela corrobore les résultats de Sinan et N'dri (2016), qui précisent que c'est pour lutter contre la désertification que l'Etat a initié un programme de reforestation et de protection des sols avec l'anacardier. L'arboriculture d'anacarde aujourd'hui, au-delà de l'aspect pécuniaire, contrarie toute velléité d'érosion dans les exploitations, amorti les grands vents qui pourraient produire des désastres ou autres destructions dans les vergers de mangue. Un autre facteur de l'adoption très pertinent du binôme coton-anacarde dans le département de Sinématiali est celui lié à l'encadrement. Dans cette optique, les formations dispensées par les conseillers agricoles, la proximité de ceux-ci, l'implication des structures d'encadrement dans la pratique du vivrier et dans les projets sociaux de développement local constituent des aspects importants dans la pratique du coton et de l'anacarde. Le rôle prépondérant des conseillers agricoles dans cette politique est similaire à celui évoqué par Michotte (1970), qui attribue, aux agents de la Compagnie Française pour le Développement du Textile (CFDT), l'adoption du « coton allen » dans la localité de Bouaké. A côté de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde, des abandons sont tout aussi bien enregistrés, et ce, au niveau du coton spécifiquement. Cette option s'apparente aux travaux de Michotte (op.cit.) et Kam(2013) évoquant respectivement les facteurs de rejet du « coton allen » dans la localité de

Bouaké et du soja en pays Mahouka. Certains facteurs sous-tendent ces abandons qui, d'ailleurs, se veulent être comme une réappropriation ou tout simplement une mutation agricole. Ces facteurs de l'abandon sont de plusieurs ordres : économiques, facteurs liés aux pratiques culturelles, ainsi que d'autres facteurs.

Au niveau de la variable liée aux facteurs économiques de l'abandon, la recherche de la rentabilité financière reste la préoccupation majeure des producteurs. La faible rentabilité enregistrée au coton est due à plusieurs facteurs dont le facteur climatique. A cela, s'ajoute le coût de production et le faible prix de vente. Ces difficultés sont similaires à celles mentionnées par l'étude de Coulibaly (2019), qui expose les dépenses effectuées par les producteurs de coton au cours d'une saison agricole. En outre, d'autres facteurs tels que l'âge avancé des producteurs, la pénibilité de l'activité cotonnière, le problème du zonage agro-industriel du bassin cotonnier ivoirien, les problèmes environnementaux, et les aléas climatiques ont une incidence sur la pratique du coton. Il y a également la menace que la culture de l'anacarde pourrait faire peser, à travers l'occupation des terres, sur le coton et la sécurité alimentaire. Cette opinion corrobore les résultats de Koffi et Oura (2019) qui précisent que l'essor de la culture d'anacarde pourrait, à termes, perturber les exploitations cotonnières et vivrières. Mais, en amont, à l'anacarde, certains facteurs limitent ou freinent l'élan de la pratique de l'arboriculture. En réalité, cette situation, en plus d'être motivée par le manque de terre, est aussi à l'actif d'un phénomène social : la matrilinearité. En effet, dans le système traditionnel sénoufo, la gestion et le contrôle de la famille reposent sur le principe de la matrilinearité. Cette question de la matrilinearité est similaire aux résultats d'Affessi (2017) qui évoquent le mode d'accès à la terre en pays Akyé. Dans tous les cas, tous ceux n'ayant pas hérité du côté maternel, ne peuvent être propriétaires terriens et ne peuvent, en aucun cas, pratiquer les cultures pérennes comme l'anacarde. Ces questions foncières présentent une similitude avec les résultats de Vanga (2012), qui exposent les difficultés d'accès des femmes à la terre. Un autre facteur convoqué dans cette variable est celui provoqué par les aléas climatiques. Dans cet ordre d'idée, cette thèse rejoint celle de Diaby et al(2020) qui estime que les systèmes de production au Mali sont tributaires des précipitations.

## Conclusion

A l'issue des résultats de la présente étude, il faut retenir que l'adoption et l'abandon des cultures du coton et de l'anacarde dans le département de Sinematiali sont influencés par divers facteurs. En ce qui concerne les facteurs influençant l'adoption, cinq (5) groupes de facteurs ont été identifiés comme étant des facteurs entraînant la probabilité de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde. Il s'agit, dans un premier temps, des facteurs économiques

au nombre desquels on dénombre la rentabilité financière, le préfinancement des intrants par les structures d'encadrement et la question de l'autonomisation des femmes et de l'émancipation des jeunes. Dans un deuxième temps, il est question des facteurs sociaux, dominés par l'accès définitif à la terre, l'habitude sociale et la facilitation de l'accès à la terre. Par la suite, les facteurs environnementaux, comportant la protection de sols et la nature de la zone culturale, ont été identifiés comme disposant d'impacts décisifs dans l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde. Ensuite, les facteurs de l'adoption liés à encadrement ont été mentionnés. Ils font appel aux formations reçues, à la proximité des conseillers agricoles, de l'implication des structures d'encadrement dans les projets sociaux locaux, tout comme dans l'autoconsommation. Enfin, une cinquième variable a été identifiée comme facteurs divers, qui prend en compte la question de la retraite du producteur, le fait de disposer de produits de récolte non périssable et l'absence d'autres cultures de rente.

A l'opposé des facteurs de l'adoption des cultures du coton et de l'anacarde, il y a également un ensemble de facteurs qui influencent négativement cette adoption, en d'autres termes, qui favorisent l'abandon de ces spéculations. Relativement à ces groupes de facteurs, il convient d'indiquer que certains facteurs conduisent à des abandons temporaires ou définitifs et ne se rapportent, dans la plupart des cas qu'au coton. Ce sont entre autres : les coûts excessifs de production, le faible prix du kilogramme bord-champ, qui sont à la base de l'insuffisance de la rentabilité financière. Par ailleurs, le manque d'équipements, le long délai de paiement, les difficultés d'accès à la terre, la réduction des terres cultivables, la menace sur la sécurité alimentaire, le facteur d'âge (cas des personnes du troisième âge), la pénibilité des pratiques agricoles, la méconnaissance, par les producteurs de la réforme de l'Etat relative au couplage du coton et de l'anacarde, les impacts climatiques et environnementaux déterminent l'abandon des cultures. Concernant l'anacarde, même si l'abandon n'est pas observé en tant que tel, de nombreux facteurs empêchent sa pratique.

### References:

1. AFFESSI Adon Simon, 2017. Innovations technologiques et participation paysanne au développement rural en côte d'Ivoire. L'exemple de l'ANADER dans le pays Akyé, Editions universitaires européennes, Saarbrücken (Allemagne), 353P.
2. BOUDON Raymond, 1973. Les méthodes en sociologie, In *Population*, 25<sup>e</sup> année, N°1, 1970, Paris (France), 172 p.
3. COULIBALY Lenta, 2019. Logiques socioéconomiques de la prédominance de la culture d'anacarde sur la production du coton dans



- la zone de Boundiali. Mémoire de Master de Sociologie, Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, 91p.
4. CROZIER Michel. et FRIEDBERG Ehrard, 1997. L'acteur et le système, Edition Seuil, Paris, 435 p.
  5. DIABY Mahamadou, KONE Yenizié, TROARE Kalifa, MAÏGA Alpha S. et ANEWIN Moïse, 2020. Analyse des déterminants de l'adoption de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans la zone soudano-sahélienne : cas des cercles de Diéma et Kolokani au Mali, In *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 14, N°2, pp 473-485.
  6. DUGUE Patrick, KONE Fahiraman Rodrigue, KONE Gnagandjomon, 2007. Gestion des ressources agricoles des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles, Agritrop, CIRAD, Abidjan, 12 p.
  7. FIRCA, 2018. La filière du progrès, la filière anacarde, magazine d'information du FIRCA, acte 20, 55 p.
  8. GOUMA Marie, 2003. Analyse des négociations de l'OMC sur l'agriculture pour la formation d'une politique appropriée au développement de la filière anacarde en Côte d'Ivoire. Mémoire professionnel, Université de Cocody-Abidjan, 46 p.
  9. JESKE Van Seters et KONNON Dieu donné, 2018. Capitalisation des expériences et acquis de la Côte d'Ivoire en matière de politique de structuration et de gestion de la filière anacarde, Ecdpm. N°234, Abidjan, 48p.
  10. KAM. Oleh, 2016. L'Avènement de l'innovation culturelle en milieu ivoirien et l'évolution des structures sociales : illustration à partir du cas de la région du Nord-ouest (Côte d'Ivoire) In *Valley International Journal*, Vol 3, N° 109, pp. 2875-2886.
  11. KOFFI Simplicite Yao et OURA Kouadio Raphaël, 2019. Les facteurs de l'adoption de l'anacarde dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire, In *Cah.Agric.* Vol 28, N°24, 9 p.
  12. KOFFI Yao Jean Julius, 2005. Impacts socioéconomiques de la culture de l'anacarde dans la région du Zanzan (nord-ouest de la Côte d'Ivoire), Mémoire de DEA, Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université de Cocody, Abidjan, 58 P.
  13. MICHOTTE Jean, 1970. Innovation et transformation du milieu rural en Côte d'Ivoire : la diffusion du coton allen dans la zone dense à l'ouest de Bouaké, In *Cah. O.R.S.T.O.M, sér. Sci. Hum*, Vol.VII, N°04, pp 7-19
  14. N'DIAYE Aysatou, 2008. Structuration professionnelle de la filière anacarde. Côte d'Ivoire, Rongead, IFCI, Abidjan, 24 p.

15. SANGARE Moussa, 2014. La dynamique de reconstitution du mouvement coopératif de la filière coton dans le Nord-ouest de la Côte d'Ivoire, In EDUCI, N°24, Abidjan, 19 p.
16. SANGARE Moussa et Fofana Memon, 2016. Quand le relâchement de l'encadrement technique instaure l'émergence de la culture de « mauvaises pratiques agricoles » dans la filière coton en Côte d'Ivoire, In *International Journal of Current Research*, vol. 8, N° 07, pp 34780-34792.
17. SANOGO Malmine, 2012. Industrialisation de la filière anacarde en Côte d'Ivoire, African Cashew Alliance, Cotonou, 15p.
18. SINAN Adaman et N'DRI Kouamé Abou, 2016. Impact socioéconomique de la culture d'anacarde dans la sous- préfecture d'Odienné, In *European Scientific Journal*, Vol 12, N° 32, p.p. 369-383.
19. SUTTER Pierre Luc, 2010. Analyse de la filière anacarde au Burkina Faso : Identification des leviers d'actions pour une meilleure valorisation des ressources paysannes. Mémoire de fin d'Etude, Institut Supérieur d'Agriculture de Lille, 96 p.
20. VANGA Adja Ferdinand, 2012. Genre et Production agricole dans les coopératives du Nord de la Côte d'Ivoire, In *European Scientific Journal*, Vol.8, N°30, pp 174- 187.



## **Interactive-Invention Instructional Strategy and Secondary School Students' Achievement in Selected Electromagnetic Concepts in Ibadan North Local Government Area (LGA), Nigeria**

*Edidiong Enyeneokpon Ukoh (PhD),*  
Science and Technology Education Department,  
University of Ibadan, Nigeria

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p38](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p38)

Submitted: 09 December 2021

Accepted: 04 February 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Enyeneokpon Ukoh E.,(2022). *Interactive-Invention Instructional Strategy and Secondary School Students' Achievement in Selected Electromagnetic Concepts in Ibadan North Local Government Area (LGA), Nigeria* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 38.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p38>

### **Abstract**

Physics translates scientific discoveries to technology but students' achievement in the subject has been observed to be below expectation at all levels of education in Nigeria. Electromagnetism aspect of physics is one of the areas in physics that has been reported to be very wide in coverage and abstract in nature, but students have difficulty understanding it. This paper focuses on determining the effect of interactive-invention instructional strategy on secondary school students' achievement in electromagnetic concepts in Ibadan North LGA of Nigeria. Mixed methods research design was adopted for the study. Three senior secondary schools were randomly selected from Ibadan North LGA and also randomly assigned to the two treatment groups and control group. Intact classes from the selected schools were used and a total of 125 students participated in the study. The two treatment groups were taught using the interactive-invention instructional strategy with the electric motor/generator learning kits. Treatment group I participants worked individually while Treatment group II worked in groups of five. The control group were taught using the conventional lecture method. Physics Achievement Worksheets (PAW), Physics Students' Attitude Questionnaire (PSAQ), and in-class discussion guide were the instruments

used. The result of the study indicates a significant main effect of treatment on students' academic achievement in the Experimental groups ( $F(2, 124) = 88.00$ ;  $p < 0.05$ , partial  $\eta^2 = 0.61$ ) and a significant main effect of students' attitude on their academic achievement in the treatment groups ( $F(1, 124) = 5.80$ ;  $p < 0.05$ , partial  $\eta^2 = 0.49$ ). It was recommended that physics teachers should adopt interactive-invention instructional strategy in teaching electromagnetism concepts.

---

**Keywords:** Interactive-invention instructional strategy, learning electromagnetic concepts, electric motor, electric generator, abstract nature of physics

### **Introduction**

Scientific and technological developments are the quest of every nation of the world because the level of these developments determine its classification as developed, developing or underdeveloped. This is the reason developed nations emphasize the teaching of science at all levels of education. Thus, Nigeria, in her attempt to follow suit, has enshrined in the National Policy on Education that the teaching of science should be emphasized at all levels of education in the country (FRN, 2014). At the Senior Secondary School (SSS) level in Nigeria, science is taught as physics, chemistry, and biology. Among these science subjects, the position of physics is unique because it is the link between science and technology (Ukoh, 2012). This has prompted the call for effective teaching of physics as the nation desires to join the league of developed nations.

Among the topics to be taught in SSS physics is electromagnetic field of which electric motor and electric generator are subtopics under this topic (NERDC 2008). Electromagnetic field is a field that represents the joint interaction between electric and magnetic forces. At this educational level in Nigeria, while electric motor is treated as an application of electromagnetic field, electric generator is treated as an example of electrical device using electromagnetic induction. On one hand, teaching electric motor to this level of students equips them with the knowledge of basic working principle of electric motor. On the other hand, teaching them about electric generator also equips them with the knowledge, skills, and techniques of constructing an electric generator.

In addition, these two devices are interesting and unique. The reversal process for the production of one of the devices actually produces the other device. Electric motor is a device that transforms electrical energy to mechanical energy, while electric generator transforms mechanical energy to electrical energy. These two devices are very useful in the industry and in homes. Electric motors are used for pumping fluids, conveying items,

grinding, in vehicles and many more, while electric generator generates electricity used in running machines, powering systems, telecommunications, lighting and so on. The standard of life would have been unimaginable without electricity.

Nevertheless, as useful as these devices are, including them in the physics curriculum at this level depends on students acquiring good understanding about them as well as their capability to utilize the knowledge in real life situations. However, Okeke and Ukoh (2020) observed that achieving the objectives of physics is usually difficult. One of the major reasons for this difficulty is identified by Thomas, Marr, and Walker (2005). According to them, the electromagnetic aspect of physics has been reported to be among the difficult topics in secondary schools. Most students perceive this topic to be difficult because of its abstract nature (Ukoh, 2016). Secondly, most teachers do not cover these topics before examination. Thirdly, the conventional method most teachers in Nigerian secondary schools use in teaching physics encourages mere memorisation of the concepts with little or no understanding (Ukoh, 2016).

Teaching these abstract concepts verbally without instructional aides to facilitate learning may result in misconceptions and difficulty to conceptualise the ideas, which makes learning difficult and tasking. According to Lindsay (2011), abstract concepts are foreign to the everyday existence of most students which presents a challenge to the students since individuals inhabit a world of things and not ideas. Meanwhile, Lindsay also noted that the task of teaching abstract concepts is a shared classroom experience as it cuts across all disciplines. More so, the method that teachers commonly employ to fulfil that task is the same. However, he pointed out that there is something amiss with that method and correcting its central flaw involves a remarkably simple adjustment. This conventional method places more burden on students' memory and makes teaching learning process monotonous because the teacher does all the talking while the students only listen and jot down some important points (Iroegbu, 1998).

Subsequently, this method of teaching mystifies physics and discourages many from continuing in the subject. Furthermore, the objective of helping students acquire knowledge and skills of constructing electric generator and motor will not be achieved if the concepts are taught with the teacher-centred method of teaching. This conventional method of teaching physics has been reported by Uwizeyimana, Yadav, Musengimana and Uwamahoro (2018) in Rwanda, and Ukoh (2013) in Nigeria, to be responsible for the high failure rate in physics experienced in those countries.

In introducing abstract concepts to students, Lindsay (2011) reported that teachers in all subjects commonly take the following four steps: First, they

write the concept on the board. Second, they offer a pithy definition of it (something to memorize for test and examination). Third, they explain what that pithy definition really means. Fourth, they offer a few examples to further clarify their explanation. Lindsay further noted that the essential elements and shortcomings of this pedagogical approach lies in its order. Therefore, he criticised the approach by stating that every step is an effort to remedy the conceptual opacity of the previous one as the definition seeks to capture the word, the explanation seeks to clarify the definition, and the examples seek to concretize the explanation instead of each step preparing students for the following one. Also, each approach is reduced to doing damage control for the preceding one.

By starting with the foreign and unfamiliar (the concept) and then working back to the familiar (the explanation with concrete examples), Lindsay observed that several things may have happened and the most problematic among them indicates that in offering a term and a definition, the teacher has invited what he described as *cognitive paralysis* before students can even understand its meaning. He explained this to mean a sense of despair that makes whatever explanation the teacher may provide more difficult to follow. Starting from unknown to known creates confusion and deprives students of the motivation to learn and this should be avoided in physics class (Lindsay, 2011).

An alternative way of introducing the abstract concepts is suggested by Lindsay (2011) who inverted the order of the four steps discussed above. He also provided examples followed by an explanation of the conceptual similarities those examples share. Thereafter, he introduced the summary of the definition of that concept and revealed the word used for the concept. He argues that by starting with the concrete and moving to the abstract, the students' understanding is used at each step as a springboard to the next one. In this way, the movement is driven by understanding rather than confusion since the concrete is a useful conceptual introduction to the abstract. Therefore, it is more logical to place the concrete at the beginning of understanding rather than at the end since it is easier to grasp than the abstract.

To say that the concrete provides a useful motivational introduction to the abstract is to say that students are more motivated to learn when they are given the opportunity to be actively involved in the learning process through learning activities that are hands-on, eyes-on, and minds-on. This in turn connects the subject matter with various aspects of their own lives and interest since students at this level are always curious and inquisitive. Also, the practices and activities in which students engage while learning shapes what is learned. This is the reason a teacher's ability to create active learning experiences is very crucial for physics learning. According to the research finding report of Greeno, Moore, and Smith (1993) on the situated nature of

cognition, the way people learn a particular domain of knowledge and skills and the context in which they learn it forms a basic part of what is learned. Also, when students learn, they learn both information and a set of practices, and it is evident that the two are undoubtedly related.

Therefore, this study utilised the interactive-invention instructional strategy. This strategy provides students with, and emphasizes rich and effective in-class interactions with their teacher, peers, and learning materials and also 'invent' the knowledge they are expected to learn in the process. Interactive-invention instructional strategy was first used by Ukoh in 2012 to teach NCE pre-service teachers some electromagnetic concepts in physics and was found to improve students learning outcomes in physics. In this study, the learning material provided was a fabricated device that is used to demonstrate electric generator and electric motor at the same time since both machines are identical in construction. Hence, the fabricated learning material could be used to illustrate the working principle of electric generator and electric motor. The working of the material is discussed fully in the methodology section.

The teacher demonstrates this experiment to the students and explains the working of the electric generator and electric motor while they observe. They were given a booklet that contains the experimental procedure with guiding questions and an observation sheet to record their observations as they follow the procedure. The teacher begins the experiment by fixing all the parts of the device together and ensures that they are firmly fixed. Thereafter, the handle of the wheel is steadily turned fast and light comes on the bulb which indicates the presence of current. The teacher then explains the link between turning the wheel and the light. The belt attached to the rotor rotates as the wheel turns, thereby causing the coil to turn in the magnetic field. While cutting through the magnetic lines of force, an induced electromagnetic force is produced. After the teacher's demonstration, students take turn in groups and individually as the case may be (experimental group I students worked individually while students in experimental group II worked in groups of five (5)) to carry out the experiment and to record their observations as they answered the guiding questions in the booklet while the teacher guided them through it.

The teacher acts as a guide in the process of learning by providing clues and answering students' questions as they work with the learning materials, manipulate the materials, make observations, take readings, record their observations, and answer the questions on the booklet. Providing these hands-on activities first before introducing the students to the concept of concrete-to-abstract order as suggested by Linsday (2011) facilitates a more detailed understanding. Consequently, the students' understanding is used at each step as a springboard to the next one and this movement is driven by understanding rather than confusion since concrete is a useful conceptual introduction to the abstract. This is because it is more logical to place the

concrete at the beginning of instruction rather than the end since it is easier to grasp than the abstract.

Students were also free to clarify issues from classmates whenever the need arises in order to enforce collaborative learning. This provided an active learning approach where learners are active in experimenting and making their observations as they take note of the experimental results. The interesting thing here is that the experimental findings provide evidence of the principles underlying in the concepts to be learnt. The teacher uses the experimental evidence to explain to the students the concepts they are to learn, which provides concrete support for the students to construct their knowledge of the concept.

In this study, students' attitude to physics was also considered as a moderator variable because there are numerous research findings that show that students have negative attitude to physics (Ibrahim, Aiman, Zakiang, & Damio, 2019; Olusola & Rotimi, 2012; Veloo, Nor, & Khalid, 2015; Tytler & Osborne, 2012). Nonetheless, the focus of this study is to establish if the method used by the physics teacher could interact with the attitude of the students to the subject. Attitude is a psychological construct that explains how one feels about an issue, event, object, a person or anything. Attitude could be positive or negative and could also be explained to mean favourable or unfavourable disposition to anything. Cherry (2021) defines attitude as a set of emotions, beliefs, and behaviors towards a particular object, person, thing or event which is usually as a result of experience or upbringing that has strong influence on behavior. Okeke (2016) asserted that the attitude of students to physics is a problem facing the teaching and learning process of the subject.

Going by Cherry's assertion that attitude is as a result of experience, one could ask if students' experiences in physics classes have been favourable or not and if the methods used by teachers make it easy for students to understand physics or not. However, as noted earlier, the conventional teacher-centred method of teaching physics mystifies the subject which inferably makes students develop this negative disposition. This study therefore sought to determine the effect that interactive-invention instructional strategy and learning kits would have on students' achievement in physics. In using this strategy, students have good learning support and are given opportunities to be involved in hands-on activities in order to construct their knowledge about electric motor and generator. This is based on constructivist theory of learning where learners are allowed to take active part in the learning process while working with materials and gaining learning experiences that translate to knowledge.

### **Statement of the Problem**

The performance of physics students' has been observed over time to be below expectation at all levels of education in Nigeria. This is unacceptable because



of the crucial role the subject plays in translating science to technology which controls the world today. Electromagnetism aspect of physics is one of the areas in physics that has been reported to be very wide in coverage but students have difficulty learning it. Researchers in the field have identified the causes of this problem and many strategies have been developed to improve students' achievement and attitude in physics but the problem still persists. Therefore, this study focused on determining the effect of interactive-invention instructional strategy with teaching-learning kit for electric motor and electric generator on secondary school students' achievement in electromagnetic concepts in Ibadan Metropolis, Nigeria. Attempt was also made to find out the effect for students working in groups of five and for those working individually as well.

### **Research Questions**

1. What are the experiences of students learning electromagnetic concepts through Interactive-Invention instructional strategy using the electric motor/generator learning kits?
2. Did the students prefer to be taught electromagnetic concepts with the electric motor/generator learning kits to being taught verbally by their teacher?

### **Hypotheses**

Three null hypothesis was tested at 0.05 level of significance

H<sub>01</sub>: There is no significant main effect of treatment on students' achievement in some concepts in electromagnetism.

H<sub>02</sub>: There is no significant main effect of students' attitude on academic achievement in some concepts in electromagnetism.

H<sub>03</sub>: There is no interaction effect of treatment and attitude on academic achievement in some concepts in electromagnetism.

### **Materials and Methods**

Mixed methods research design was adopted for the study. Both qualitative and quantitative data were concurrently generated in the study and the qualitative data were used to answer the research questions. The quantitative aspect made use of pre-test post-test control group quasi experimental design. Three senior secondary schools were randomly selected from Ibadan North LGA and also randomly assigned to the two treatment groups and control group. Intact classes from the selected schools were used and a total of 125 students participated in the study consisting of Treatment group I (44), Treatment group II (39) and control group (42). The two treatment groups were taught using the interactive-invention instructional strategy with the electric motor/generator

learning kits. The treatment group I participants worked individually, while Treatment group II worked in groups of five. However, the control group were taught using the conventional lecture method. Content covered were electromagnetic field, application of electromagnetic field, and electrical device using electromagnetic induction.

Physics Achievement Worksheets (PAW), Physics Students' Attitude Questionnaire (PSAQ), and in-class discussion guide were the three research instruments that was structured and used to gather data for the study. PAW contains 3 sections, namely Section I, Section II, and Section III. On one hand, Section I contains background information on the concepts of electromagnetic field, electromagnetic induction, transformation of mechanical work into electrical energy using magnetic field-electric generator, and the reverse of producing mechanical work using electricity-electric motor, while Section II consists of experimental procedure. On the other hand, Section III comprises of worksheets where the students filled in details as they manipulated the learning kits and made observations. Face and content validity was carried out on this instrument and it was found to be valid and reliable.

PSAQ is a 12 item self-structured questionnaire that sort to elicit information about students' attitude to electromagnetism aspect of physics on a 4 point likert scale of strongly agreed, agreed, disagreed, and strongly disagreed. This instrument was subjected to both face and content validity and had a reliability coefficient of 0.83.

### **In-class Discussion Guide**

This guide was developed by the researcher and it contained 4 items in form of questions:

1. Did you enjoy learning electromagnetic concepts through Interactive-Invention instructional strategy using the electric motor/generator learning kits?
2. What would you want to say about learning electromagnetic concepts with this method and learning kits?
3. Would you want your physics teachers to continue using this method and learning kits to teach you physics?
4. How would you describe your experience in this class?

### **Research Procedure**

Experimental Group I and II were taught using this Interactive-Invention instructional strategy. The only difference between the two treatment groups was that while participants in group I worked individually, those in group II worked in groups of five and the control group were taught using conventional lecture method.

In the set-up, there is a wheel and a handle connected to a rotor by a belt and a bulb connected to the rotor to indicate the presence of electric current. The rotor has a horse-shoe magnet to provide the magnetic field and an armature (a rectangular coil consisting of a large number of turns of insulated wire wound on a laminated soft iron core). When the wheel handle is turned, the wheel revolves and causes the armature coil to rotate at a steady speed about a fixed axis in the magnetic field and it cuts through the magnetic lines of force. As a result, electromagnetic force is produced in the terminals of the coil by electromagnetic induction and the bulb is lit. Turning the handle at a higher speed increases the brightness of the light. Through this means, the device works as a generator of electricity by converting the kinetic energy of the wheel to electric energy in the bulb. This same device could be made to work as an electric motor, which is a device that converts electrical energy to mechanical energy. This happens if an external battery is connected to the setup such that the wheel is made to rotate there by turning electrical energy to mechanical energy.

The teacher demonstrates this experiment to the students and explains the workings of the electric generator and electric motor while they observe. They were given a booklet that contains the experimental procedure with guiding questions and an observation sheet to record their observations as they follow the procedure. The teacher begins the experiment by fixing all the parts of the device together and ensures that they are firmly fixed. Thereafter, the handle of the wheel is steadily turned fast and light comes on the bulb which indicates the presence of current. The teacher then explains the link between turning the wheel and the light. The belt attached to the rotor rotates as the wheel turns, thereby causing the coil to turn in the magnetic field. While cutting through the magnetic lines of force, an induced electromagnetic force is produced. After the teacher's demonstration, students take turn in groups and individually as the case may be (experimental group I students worked individually while students were put in groups of five (5) in experimental group II) to carry out the experiments and to record their observations as they answered the guiding questions in the booklet while the teacher guided them through it.

Students were also given background knowledge on the concept and a worksheet containing procedure and questions to guide them in the experiment. Thus, students carried out the experiment while following the procedure in the worksheet and made observations as they experimented and answered the questions.

Interactive-invention strategy

Step 1: The teacher introduced the topic for the day.

Step 2: Students take note.

Step 3: Students read the background information in the worksheet.

Step 4: Teacher demonstrates to the students how the learning kits work while the students watch.

Step 5: Students follow the experimental procedure in the worksheet to carry out the experiment and to make observations. Then they use what they observe to answer the questions and fill the worksheet while the teacher guides them through it.

Step 6: Students make submissions based on their findings.

Step 7: Teacher summarises the lesson and gives home work.

Control Group were taught conventionally.

The steps

Step I: The teacher introduces the lesson.

Step II: The teacher asks questions based on the previous lesson.

Step III: The teacher presents the topic and discusses the content of the lesson.

Step IV: The teacher directs students to write the chalkboard summary of the topic taught in their physics notebooks.

Step V: The teacher evaluates the lesson by asking students some questions.

Step VI: The teacher gives assignment/homework on the topic taught.

The pre-test was administered to all the participants before the commencement of the treatment and the post-test was administered to the students after the various treatments were administered. The students' worksheets were collected and marked accordingly. This was followed by the interview session.

### **Method of Data Analysis**

The qualitative data collected were analysed through thematic approach while the quantitative data collected were analysed using inferential statistics – Analysis of Covariance (ANCOVA) with pre-test scores as covariates. Estimated Marginal Means was used to determine the magnitude of mean differences across the treatment groups. Bonferroni post hoc test was used for pairwise comparison.

### **Result and Discussion**

In this section, the qualitative data is used to answer the research questions while the quantitative report is also presented and used to test the hypotheses.

The qualitative data was generated using the class discussion and reported based on specific theme and sub themes. The main objective of the discussion was to find out the participants' perception of the use of the interactive-invention instructional strategy with electric motor/generator learning kits and their learning experiences when this strategy is used.

Respondents	Major Theme	Sub themes
Students	Students' perception of the strategy	Making learning easy
learning		Enjoying
		Wishing their teachers continue to use the method
		Expression of their experiences

### Research Question 1

1. What are the experiences of students learning electromagnetic concepts through Interactive-Invention instructional strategy using the electric motor/generator learning kits?

### Making Learning Easy

From the class discussion analysis, there was a general perception among the participants that the strategy enabled them to learn physics with ease.

'This method makes me understand the topic very well and easily'

'This method makes learning physics real as we worked with real materials'

'I love this way of teaching physics with real materials'

'Because I did it, I know it'

'It is interesting studying with this strategy'

It was not surprising that the students found this strategy to be a good aid to learning the concept because the strategy has good engaging learning activities, which indicates that the outcome of the activities provided evidence of the concepts they were to learn. They also had the opportunity to manipulate and observe the experimental outcomes which foster mastery learning. This altered the usual way physics is being taught in most schools in Nigeria. However, Karamustafaoglu (2009) asserted that students are made to become active participants in the learning process when they are taught with learning activities.

### Enjoying Learning

During the class discussion, the responses from the students to ascertain if they enjoyed learning with the strategy indicates that all of them enjoyed learning physics with this strategy. This was evident during the

classes as they felt the class should continue. Although the period was over, they wanted to continue interacting with the learning materials.

**Students’ Expression of their Experience**

From the interview transcript analysis, there was a general expression of satisfaction and excitement. Expressions such as:

‘Learning physics is fun’

‘Learning physics is exciting’

‘Learning with this method makes it easy for me to understand physics’

‘It is interesting’

‘I love this’

The responses came out this way probably because this strategy could be said to have accepted and effected the change to the new perspectives. Shrimali (2019) recommended that interesting learning materials should be provided.

**Research Question 2**

Did the students prefer to be taught electromagnetic concepts with the electric motor/generator learning kits to being taught verbally by their teacher?

The respondents all wished their physics teacher should use the strategy to teach physics always.

**Hypothesis 1: There is no significant main effect of treatment on students’ achievement in some concepts in electromagnetism.**

**Table 1. Analysis of Covariance (ANCOVA) of Post-test by Treatment and Attitude**

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	3414.288 <sup>a</sup>	12	284.524	30.636	.000	.766
Intercept	2289.399	1	2289.399	246.513	.000	.688
Pre-test	30.121	1	30.121	3.243	.074	.028
Treatment	1626.959	2	813.480	87.592	.000*	.610
Attitude	53.665	1	53.665	5.778	.018*	.049
Treatment * Attitude	37.701	2	18.850	2.030	.136	.035
Error	1040.160	112	9.287			
Total	18755.000	125				
Corrected Total	4454.448	124				

R Squared = 0.77 (Adjusted R Squared = 0.74)

\* denotes significant p<0.05

Table 1 indicates a significant main effect of treatment on students’ academic achievement in the Experimental groups ( $F_{(2, 124)} = 88.00$ ;  $p < 0.05$ , partial  $\eta^2 = 0.61$ ). The effect is 61.0%. This indicates that, within the treatment groups, 61.0% out of the 77.0% (Adjusted  $R^2 = 0.74$ ) total variation in students’ post-test score in physics is due to the result of the significant main effect of the treatment. Thus, hypothesis 1 was rejected. To explore the magnitude of the significant main effect across treatment groups, the estimated marginal means of the treatment groups were carried out and the result is presented in Table 2.

**Table 2. Estimated Marginal Means for Post-18 by Treatment and Control group**

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Treatment Group 1	12.51	.506	11.510	13.515
Treatment Group 2	16.71	.862	15.002	18.418
Control Group	3.26	.604	2.064	4.459

Table 2 indicates that students in Treatment Group 2 had the highest adjusted post-achievement mean score (16.71). This is followed by their counterparts in the Treatment Group 1 (12.51), while those in the Control Group (3.26) had the least adjusted post-achievement mean score. This order follows through as Treatment Group 2 > Treatment Group 1 > Control Group. In order to determine which of the groups causes this significant main effect, the Bonferroni post-hoc analysis is carried out across the treatment groups and the result is presented in Table 3

**Table 3. Bonferroni Post-hoc Analysis of Post-18 by Treatment and Control Group**

Treatment	Mean	Treatment Group 1	Treatment Group 2	Control Group
Treatment Group 1	10.78		*	*
Treatment Group 2	15.24	*		*
Control Group	7.95	*	*	

Table 3 shows that the post-achievement mean score of students in the Treatment Group 2 is significantly different from their counterparts in Treatment Group 1 and the Control Group.

**Hypothesis 2:** There is no significant main effect of Attitude on students' academic achievement in some electromagnetic concepts of physics.

Table 1 indicates that the main effect of students' attitude on their academic achievement in the treatment groups ( $F_{(1, 124)} = 5.80$ ;  $p < 0.05$ , partial  $\eta^2 = 0.49$ ) is significant. The effect size is 49.0%. This indicates that 49.0% difference in the students' academic achievement in some electromagnetic concepts of physics is accounted for by their attitude. Thus, hypothesis 2 was rejected. This implies that students' attitude has effect on their academic achievement.

**Hypothesis 3:** There is no significant two-way interaction effect of treatment and attitude on the academic achievement in some electromagnetic concepts of physics.

Table 1 shows that there is no significant two-way interaction effect of treatment and attitude on students' academic achievement in some electromagnetic concepts ( $F_{(2, 124)} = 2.030$ ;  $p < 0.05$ , partial  $\eta^2 = 0.035$ ). Thus, hypotheses 3 was not rejected. This means that treatment and attitude have no

interaction effect on the academic achievement in some electromagnetic concepts of physics.

### **Discussion of Findings**

The result shows a significant main effect of treatment on students' academic achievement in the Experimental groups. This means that interactive-invention instructional strategy with the learning kits improved students learning of some concepts in electromagnetism because students from the two treatment groups did better than the control group. On the other hand, students that worked in groups performed better than those that worked individually. It is not surprising that the treatment groups performed better because the interactive-invention instructional strategy, which is a student-centred strategy, has very good learning support structures such as hands-on activities with real materials where students become active participants in the learning process. Karamustafaoglu (2009) had earlier reported that using such methods to teach physics equips students to become active learners since they are usually more effective. This in turn brings about permanent learning of physics (Karamustafaoglu & Akdeniz, 2007).

In addition, Ukoh (2013), Onifade (2017), and Ukoh and Onifade (2020) also found that interactive-invention instructional strategy helps students to learn physics contents and improves students' science process skills. Also, Ogunbowale (2014) reported the effectiveness of this strategy in teaching abstract biology concepts. However, to make the strategy more effective, a learning kit of electric motor and generator was introduced, which made the students readily excited to work with the strategy.

The control group was taught using the conventional lecture method, which is a teacher-centred method that had been reported to make the learning of physics difficult and boring (Shrimali, 2019; Iroegbu, 2008). This method of learning does not give students the opportunity to be involved during the lesson, but rather they are expected to sit passively to receive knowledge from the teacher. This method has been criticized in most literature by Karamustafaoglu and Akdeniz (2007). Nevertheless, teachers seem to be reluctant to stop using it because they feel it helps them to prepare students better for external examination, which is the obvious yard stick to measure students' performance. The point here is not to abandon the conventional method completely but it needs to be worked on. This can be done by integrating activities into it so that the advantage of helping teachers to cover much content could be harnessed knowing that physics content is very wide (Ukoh, 2016).

Students in treatment group II performed better than those in treatment group I. In treatment group II, students worked in groups of five, while students in treatment group I worked individually. This result supports the advantages of cooperative learning which has been recommended over the



years to be used in science classes as a method that fosters team work and provides a platform to support struggling students to learn. When students work in groups, they have the opportunity to learn from their group mates by asking questions on what is not clear to them. Students working in groups in the interactive-invention instructional strategy were given shared task for group members. In a situation where any group member encountered a difficulty, other group members would come in to assist because the group goal must be met. This cooperation, however, was lacking in treatment group I. This could have been the reason for their lower performance.

Students' attitude was found to have significant effect on achievement of students in physics. This result is in agreement with the findings of Hegarty (2014) and Vilia, Candeias, Neto, Franco, and Melo (2017) which connotes that if students' attitude is positive, the students' performance in the subject is likely to be very good. This means that when a person has a positive attitude, the student is likely going to be more involved in activities that would lead to effective learning which will translate to good performance.

### **Conclusion**

Based on the findings of this study, the interactive-invention instructional strategy improves students' achievement in the selected electromagnetic concepts in physics and students enjoyed lessons taught with this strategy. Students taught with this method had enough opportunity to be engaged in the learning process and are able to see the practical aspect of the concepts. Therefore, they are not just memorising facts but they have understanding of the concepts. Interactive-invention instructional strategy provides good learning support to the learners through good learning experiences. It also provides opportunities for learners to put into practice what they learn, which enforces the learning and makes it permanent. In conclusion, students' attitude significantly affects their performance in physics.

### **Recommendation**

1. Physics teachers should adopt interactive-invention instructional strategy when they want to teach electromagnetism concepts
2. Curriculum planners should recommend this strategy for teachers to use in teaching some topics in physics.
3. Teachers should be trained and retrained on the use of learning materials as this would improve students' engagement during lessons.

### **References:**

1. Cepni, S. (1996). Matching natural development process of physics prospective students with Fuller's. International Symposium'96. The book of symposium, 1:515-527.

2. Cherry, K. (2021). Attitudes and Behavior in Psychology theories. Social Psychology  
<https://www.verywellmind.com/attitudes-how-they-form-change-shape-behavior-2795897>. Retrieved 19-11-21
3. Federal Republic of Nigeria (2014). National Policy on Education.
4. Greeno, J. G., Moore, J. L., & Smith, D. R. (1993). Transfer of situated learning. In D. K. Detterman & R. J. Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (pp. 99–167). Ablex Publishing.
5. Hegarty, M. (2014). Spatial thinking in undergraduate science education. *Spat. Cogn. Comput* 14,142-167. Doi:10.1080/13875868.2014.889696.
6. Ibrahim, N., Aiman, M., Zakiang, & Damio, S. M. (2019). Attitude in Learning Physics among Form Four Students *Social and Management Research Journal*, Vol 16, No 2 (2019) 19-40 <https://doi.org/10.24191/smrj.v16i2.7060>
7. Iroegbu, T. O. (1998). Effects of problems-based learning numerical ability and gender on achievement and line graphic skills at senior secondary schools physics in Ibadan. An unpublished Ph.D thesis of University of Ibadan.
8. Karamustafaoglu, O. & Akdeniz, A. R. (2007). Demonstration of the fundamental behavioral skills improvement by prospective physics teachers in practice schools. *Education* 127:591-599.  
Karamustafaoglu, O. (2009). Active learning strategies in physics teaching Energy Education Science and Technology Part B: *Social and Educational Studies* 9 Volume (issue) 1(1): 27-50.
10. Lindsay, P. (2011). *Abstract Teaching from a Concrete World: A Lesson from Plato*. Cambridge University Press. *Political Science and Politics* 44(3).
11. National Research Council (2002). *Learning With Understanding: Seven Principles.* Learning and Understanding: Improving Advanced Study of Mathematics and Science in U.S. High Schools. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226/10129.
12. Nigerian Education Research and Development Council (2008). *Senior Secondary School Physics Curriculum 1-3*, ISBN 978-054-696-0
13. Ogunbowale, N. B. (2014). Effects of interactive invention and problem based instructional strategies on student's attitude to biology. An unpublished master dissertation of Department of Teacher Education, University of Ibadan.

14. Okeke (2016). Locus of Control, Study Habit and Gender as Correlates of Academic Achievement and Attitude of Senior Secondary School Physics Students in Ibadan Metropolis.
15. Okeke, U. K. & Ukoh, E. E. (2020). The influence of Locus of Control, Study Habit and Gender on the Academic Achievement of Senior Secondary School Physics Students in Ibadan Metropolis. *African Journal of Teacher Education*, Vol 9 21-48.
16. Olusola, O. O. & Rotimi, C. O. (2012). Attitudes of students towards the study of physics in College of Education Ikere Ekiti, Ekiti State, Nigeria. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(12), 86-89.
17. Onifade, S. A. (2017). Effect of pre-lesson assignments and weekly formative tests assessment strategies on low-achieving physics student's study habit in Ibadan metropolis. An unpublished master dissertation of Department of Teacher Education, University of Ibadan.
18. Shrimali, S. (2019). Tips on How to Make Learning Physics Fun and Enjoyable (knowledgeuniverseonline.com) Retrieved 1<sup>st</sup> December, 2021.
19. Thomas, Marr, & Walker (2005). Enhancement of intuitive reasoning through precision teaching and simulation. Schools of Physics and Psychology, Georgia Institute of Technology, Atlanta.
20. Tytler, R. & Osborne, J. (2012). Student Attitude and Aspirations towards Science in Second International Handbook of Science Education eds B. J. Fraser, K. Tobin, and C. J. McRobbie (Dordrecht:Springer) 597-625.doi:10.1007/978-1-4020-9041—7\_41.
21. Ukoh, E. E. (2012). Determining the Effect of Problem-Based Learning Instructional Strategy on NCE Pre-Service Teachers' Achievement in Physics and Acquisition of Science Process Skills. *European Scientific Journal*. Vol. 8(17), 102 -113.
22. Ukoh, E. E. (2013). Determining the Effect of Interactive-Invention Instructional Strategy and Gender on NCE Pre-Service Teachers' Acquisition of Science Process Skills. *African Research International Multidisciplinary Journal*, Vol. 7(3), Serial No. 30.
23. Ukoh, E. E. (2016). Physics Teacher Effectiveness and Time Management. *Issues in Teacher Education in Africa*. Gbenga Adewale Eds. pp 319 – 330. ISBN 978-978-54094-5-1.
24. Uwizeyimana, D., Yadav, L., Musengimana, T., & Uwamahoro, J. (2018). The impact of teaching approaches on effective physics learning: an investigation conducted in five Secondary Schools in Rusizi District, Rwanda. *Rwandan Journal of Education* –Volume 4 – No 2 Pg.605. DOI:10.1017/S1049096511000692PS.

25. Veloo, A., Nor, R., & Khalid, R. (2015). Attitude towards physics and additional mathematics achievement towards physics achievement. *International Education Studies*, 8(3), 35-43.
26. Vilia, P. N., Candeias, A. A., Neto, A. S., Franco, M. S., & Melo, M. (2017). Academic Achievement in Physics-Chemistry: The Predictive Effect of Attitudes and Reasoning Ability Front Psychol.8.1064 doi:10.3389/fpsyg.201701064 Educational Psychology frontiersin.org/



## **Proposal Of Optimized Solutions For Joint Use And Hybridization Of Energy Storage Systems And Combined Cycles Or Renewable Energy Plants**

*Rafael Olavarria Rodriguez-Arango*

Industrial Engineer. Superior Technical School Engineers of Sevilla  
Independent Energy Consultant, Sevilla (Spain)

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p56](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p56)

Submitted: 28 January 2021

Accepted: 04 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Olavarria Rodriguez-Arango R.,(2022). *Proposal Of Optimized Solutions For Joint Use And Hybridization Of Energy Storage Systems And Combined Cycles Or Renewable Energy Plants* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 56.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p56>

### **Abstract**

This article describes an electrical energy storage system with a heat pump and steam accumulators or molten salt storage, and solutions are proposed for the hybridization of this storage system with power plants, mainly combined cycle and renewable, already existing or new construction. As a result of the development of these solutions, it is concluded that these hybridizations allow each one of the plants to operate with its nominal performance in peak hours and with a similar or higher performance in off-peak hours or periods of low prices, that is, , the electrical energy supplied to the network for each thermal or electrical kilowatt that feeds the plants is similar or higher when this electrical energy is previously stored. These high efficiencies after storage are achieved by combining heat pump performance (COP greater than 2) and Rankine cycle heat rate.

In summary, it is possible to optimize the performance of the power plants during all hours of the day and optimize costs due to the joint use of equipment and systems.

### **Highlights**

Hybridization combined cycles, renewables and electricity storage can become a useful tool.

Hybridization can optimize the joint operation of the electrical system.

Proposed hybridization achieves the same performances after storing the energy.

Proposed hybridization allows sharing of equipment and systems.

---

**Keywords:** Hybridization; Electrical Energy Storage; Combined Cycle, Renewable Energy; Combined Cycle Renewable Energy; Combined Cycle Energy Storage, Renewable Energy storage; Hybridization Combined cycle renewable

The hybridization of combined cycles, power plants, mainly renewable, and electrical energy storage systems can become a useful tool for the current scenario of continuous growth in electricity consumption and in the participation of renewable energies.

According to the “New Energy Outlook 2019” report (Blomberg New Finance, 2019), the demand for electricity will increase by 62%, between now and 2050, with a production capacity that will triple in the next thirty years. According to the afore mentioned report, electricity produced from fossil fuels currently represents approximately two-thirds of total production. Within 30 years, the situation will have turned upside down, since renewable sources alone will represent two-thirds of the energy produced on the planet. The protagonists of the change will be solar and wind technologies, the former going from the current 2% of total production to 22% in 2050 and the latter from the current 7% to 26% in thirty years. This solar and wind energy is expected to contribute, in 2050, almost half of the world's electricity consumption (Blomberg New Finance, 2020).

The year 2021 placed exceptional demands on electricity markets around the world. Strong economic growth, combined with colder winters and warmer summers, boosted global electricity demand by more than 6%, the largest increase since the recovery from the financial crisis in 2010 (IEA, 2022).

Renewable energies, mainly wind and photovoltaic, are characterized by their intermittent production, depending on the wind or the sun, so their production does not always coincide with the existing demand and, on the other hand, the locations of these plants, due to the need to have abundant solar irradiation or wind, does not always coincide with the most advantageous locations from the point of view of the needs of the electrical network, which implies significant costs in the transport of this electrical energy.

This increase in electricity consumption, together with the growing penetration of renewable energies, with their intermittency characteristics and specific geographical location, generates significant problems in the electrical network due to the difficulty of meeting the demand peaks and that a balance between offer and demand is achieved, which generates shortages and

significant differences in electricity prices between the different hours of the day; and it also hinders the stable and reliable operation of the electrical network.

Because of the above, it is required flexible production systems, with quick start-up and low investment costs that can serve to cover these demand peaks, and electrical energy storage systems that establish a balance between electricity supply and demand and price arbitrage, while increasing the stability and reliability of the network (IRENA, 2017).

Most reports describing future scenarios of the European energy landscape agree that energy storage will be one of the main tools to support the energy transition (Joint EASE-EERA,2013).

IEA report on Energy Storage published in November 2021 points out that “Rapidly scaling up energy storage systems will be critical to address the hour-to-hour variability of wind and solar PV, especially as their share of generation increases rapidly in the Net Zero Emissions by 2050”

In recent years, batteries, mainly lithium, and hydrogen fuel cells, are gaining a key role. In the case of batteries, due to the drastic price reductions that are taking place, and which are expected to increase soon; and in the case of hydrogen cells, due to the expectations that the obtaining of this hydrogen by electrolysis from renewable sources (green hydrogen) is arousing for its use mainly in electric vehicles, but also for other uses.

Large-scale battery storage currently has some drawbacks, including cost and lifetime, or efficiency (75-80%). However, these problems should not be inconvenient for a future implementation if continuous price reductions and technological improvements continue to occur.

But this deployment of batteries for large-scale storage may be affected by the fact that many of its main components, such as lithium, cobalt, or graphite, are relatively scarce compared to the global demand that will probably end up existing, and that they are often extracted from minerals in conflict zones, creating significant environmental and human rights problems (Thomas et al., 2018).

Therefore, it is foreseeable that this progressive reduction in prices may be affected in the future, there may even be shortages, so the uses of these raw materials will probably end up mainly oriented to applications with higher added value, such as their use in transportation or in industrial consumption and, within the storage of electrical energy, to ensure a stable and reliable operation of the electrical network, but, to a much lesser extent, to large-scale storage.

Hydrogen fuel cells are also presented as an important alternative for the substitution of oil and its derivatives as the price of electrical energy produced from renewable energies decreases, and with the aim of replacing current means of transport with electric vehicles, as well as for the production

or storage of electric energy on a low and medium scale or emergency, and for other industrial uses (Miller et al.,2020).

But these hydrogen fuel cells also present important problems (high investments, scarce raw materials, low efficiencies, durability, difficulty of storage and transport due to the high pressures and volumes required, and the danger of their use because they are highly flammable), so it is likely that its future implementation, as costs decrease and technological improvements are produced, will take place in uses with high added value, such as electric vehicles and other consumer goods, and not in large-scale energy storage (IRENA, 2018).

In summary, it seems necessary that new electrical energy storage systems appear capable of storing large amounts of energy for extended periods of time and that are profitable.

For this large-scale electrical energy storage (GW) the most viable solutions are currently: Hydroelectric pumping (PH) and Compressed air (CAES systems).

PHS plants have been well tested. There are many plants around the world in commercial operation. Nowadays, these systems have an efficiency between 76% and 85%. They require large land areas in adequate natural sites, which are difficult to locate. For their construction, they require upper and lower water reservoirs and dams, producing large environmental impacts and, therefore, a negative public opinion.

The efficiencies of the CAES systems are of the order of 50%, when gas or other auxiliary fuel is not supplied, and 70% with this contribution of the auxiliary fuel, and require large storage capacities.

This article describes a new storage system that allows to achieve the objectives of storing large amounts of energy for long periods of time, improving the efficiencies of the systems described above, since efficiencies of 100% and higher are achieved, and requiring less high-cost storage capacity (more than 7 times less capacity required than CAES systems) and in less conflictive locations.

However, trying to cover all the peaks in the demand for electricity, when there is no solar or wind irradiation, would force these storage systems to be oversized, significantly increasing the necessary investments.

Consequently, it seems advisable to have flexible systems, which are cheap and quick to start, which complement the electrical energy of the storage systems to cover all the demand peaks. Combined cycles meet the above objectives.

Combined cycles, with their ease of starting, even more so when they can also operate in an open cycle, installing a bypass chimney, and with their relatively low investment, they can solve the first of the problems mentioned: cover the demand peaks. But, even considering its relatively low investment,



its operation for only a few hours makes its profitability difficult, especially in a scenario of high natural gas prices.

These low returns on investment are significantly reducing the installed power and the production of combined cycles in the world. Nowhere is this more striking than in Europe where several CCGT plants have closed. This includes Eon's Irsching CCGT plant in southern Germany, even though it was the world's most efficient power plant at the time with a 60.8 percent rating, according to Forbes. The plant was designed for baseload use, and its high combustion temperature and pressures did not allow efficient operation in conjunction with intermittent renewable flows.

As a conclusion to the above, the combined cycle market must evolve towards more flexible operating modes and faster start-ups designs, but it is also necessary, through its hybridization with storage systems, to increase its operating hours so that they are obtained a reasonable return.

Hybridization between combined cycles, renewable energy power plants and electrical energy storage systems can optimize the joint operation of the electrical system, allowing the combined cycles and renewable plants to operate during peak and high electricity prices hours producing electricity directly to the external grid, while in times of low demand and low electricity prices, the electricity produced can be stored to be discharged later, when demand and electricity prices are high. Also, this hybridization allows to increase the load factors of the combined cycles and the prices at which they sell their electricity, increasing their profitability, at the same time, that a more optimized and reliable electrical system is available.

The hybridizations proposed in this article use a storage system with a heat pump, steam accumulators or molten salts.

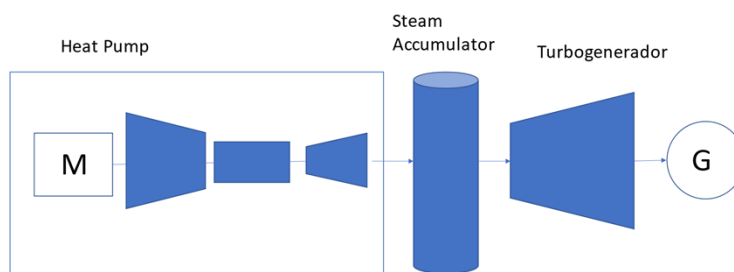


Fig.1 Electrical energy storage system with steam accumulators or molten salt basic scheme

With this storage solution, the proposed hybridization makes it possible for the plants to operate by directly feeding the external network with the same performance as when each one of them is designed to act in isolation; and,

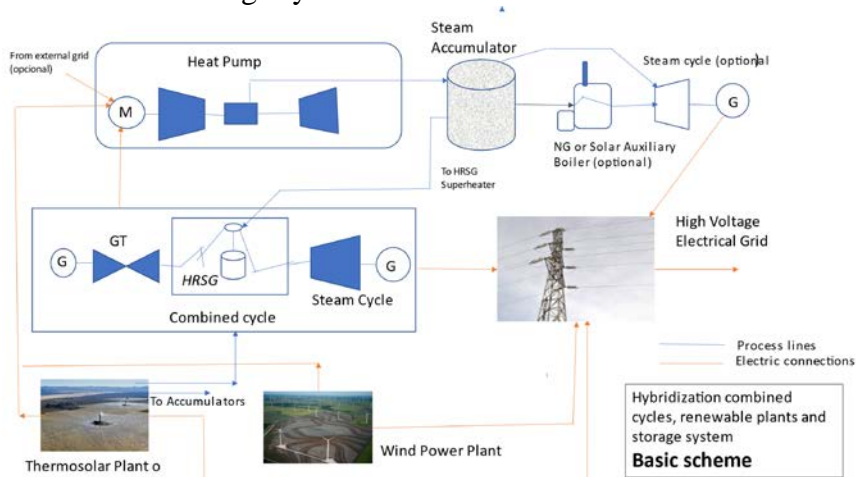
also, it achieves that these efficiencies are maintained, or exceed, when the electrical energy is stored and later discharged to the network. In other words, the amount of electrical energy that finally feeds the external network is the same whether the plants are designed to operate in isolation or to be hybridized, and, in this case, whether the energy is stored or not. It can even become higher after going through storage.

Also, the hybridization proposed presents a high flexibility in its configuration, since it allows solutions that take advantage of elements or equipment of the plants for use in the storage system and vice versa and allows its implementation using existing sites and equipment.

### 1. Description

The proposed solution basically consists of the integration of combined cycle or renewable power plants, or both, or, also, of conventional power plants, with an electrical energy storage system with heat pump and steam accumulators (esheatpac).

Alternatively, it is also possible to choose to replace the storage with heat pump and accumulators by a system with a heat pump and thermal storage with molten salts (OSTI.GOV,2016), which can be especially interesting when the integration is conducted with a thermo solar power plant of molten salt or with a molten salt storage system.



**Fig.2 Basic scheme: Hybridization combined cycles, renewables plants and electrical energy storage systems**

The hybridization that can be achieved is not limited to the integration of the plants with the storage system, but there are also additional possibilities of hybridization through the common use of steam generation or cooling systems when operating conditions so advise. As an example, cite the use of the combined cycle heat recovery steam generator (HRSG) to superheat the saturated steam generated in the solar field, simplifying the design of the solar

field by requiring only saturated steam, or increasing the performance if this solar field is already designed to produce saturated steam; or also, the use of the cold generated in the power plants to optimize the efficiency or COP of the heat pumps.

Any type of power plant that is integrated may be newly built or take advantage of existing power plants. Also, it may be of any type or configuration (combined or conventional thermal cycles of different pressures and overheating, solar tower or parabolic, photovoltaic, wind, biomass, or any other type).

These plants may be in the same location or in various places. Also, the storage system may be in an independent place or in the same place as any of the power plants, preferably next to the combined cycle power plant or the thermal power plants to be able to take advantage of common systems or equipment, mainly the cooling systems.

If the storage system is installed in a location other than all or part of the power plants, its location should be as equidistant as possible from them, weighting the different powers, to reduce losses when operating by feeding the storage system.

These proposed solutions can be dimensioned for any power of each one of the plants, as well as for any storage capacity compatible with the size of the plants.

However, it is estimated that the highest profitability will be found in ranges of high storage capacity, from higher than 10 Mw up to hundreds of megawatts, and medium discharge times (hours).

The proposed electrical energy storage system basically consists of a heat pump whose compressor is driven by electrical energy during periods of low demand or low electricity prices, and which compresses a refrigerant fluid to a temperature at which it is capable of exchanging heat with a stream of water to generate steam, which is stored as high pressure saturated liquid water in steam accumulators; or it is capable of heating molten salts to a temperature that can also generate steam. In periods of high electricity prices or high demand, this liquid water is extracted from accumulators as steam by flash or sudden evaporation. This steam is conducted to a turbogenerator that produces electricity that feeds the external network, closing the charge and discharge cycle. In the case that molten salts are used, these will also exchange heat with the water to generate steam.

The combination of the efficiency of the heat pump (COP higher than 2) and the Rankine cycle, which uses stored steam to generate electricity, makes it possible to achieve efficiencies of 100% or higher.

Ammonia can be used as the refrigerant fluid, but also other refrigerant fluids, such as carbon dioxide, which allow similar efficiencies to be obtained, and are more manageable and economical (Kontomaris et al., 2013).

This storage system has been described in detail in the article published in the European Scientific Journal, January 2020 edition, vol 16, No.3 (Olavarria.,2020).

Basically, combined cycle power plants and any other plant involved in hybridization can feed directly into the external grid producing electricity with their nominal efficiencies during peak hours or high electricity prices, but when demand or the price of the electricity decreases, these power plants feed the compressor of the storage system generating steam that is stored in the accumulators or heating molten salts as explained above, which will later be used to produce electricity for the external grid.

In summary, the basic hybridization solution that is proposed consists of: combined cycle power plants, renewable or conventional power plants, and an electrical energy storage system.

However, this basic solution allows other variants, some of them already commented, that. in some cases, it improves efficiencies and in others, they reduce investment, such as:

A superheating boiler can be installed powered by the same natural gas that feeds the combined cycle, so that the steam coming out of the accumulators is superheated in this boiler. In this case, the efficiencies that can be achieved can exceed 120%.

Also, the saturated steam from the accumulators can be overheated in the HRSG superheater ,as explained above.

The same turbogenerator, steam cycle or cooling system can be used both for the combined cycle and for the discharge of steam from accumulators, with the consequent reduction in material investment.

In the case of a solar thermal power plant, it is possible to choose to install only the solar field, whose steam will feed an oversized combined cycle and the accumulators or molten salts.

## **2. Operational strategies**

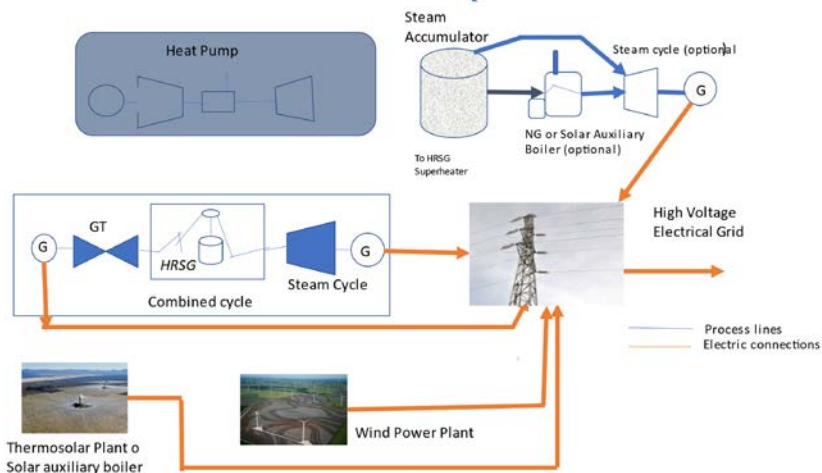
A hybridization project such as the one proposed requires high flexibility, with different modes of operation, considering that it must operate in totally different conditions when there is a high demand for electricity (peak hours) or when this demand is low (off- peak hours).

But, also, the configuration or design of each project must consider different operating alternatives depending on aspects such as the convenience of optimizing the operation to obtain maximum production, when electricity prices are very high, or, on the contrary, optimize the operation to obtain maximum performance; or, also, the convenience of installing a reinforcement with natural gas or another auxiliary fuel, depending on the availability and price of this fuel and the price of electricity at all times. As an example, we list different alternatives that should be considered when designing each hybridization project:

Normally, in periods of high demand, combined cycles or renewable plants will feed directly to the external electricity grid, but also, during these hours, the steam that has been stored in the accumulators during periods of low demand, such as saturated water at high pressures, it can be unloaded, feeding the steam turbine of the combined cycle, which will be oversized. This injection of steam in the combined cycle can be directly as saturated steam, or it can be as superheated steam after this saturated steam is superheated or reheated in the heat recovery boiler of the combined cycle, or by the same accumulator system, or by an auxiliary boiler, before being injected into the combined cycle steam turbine.

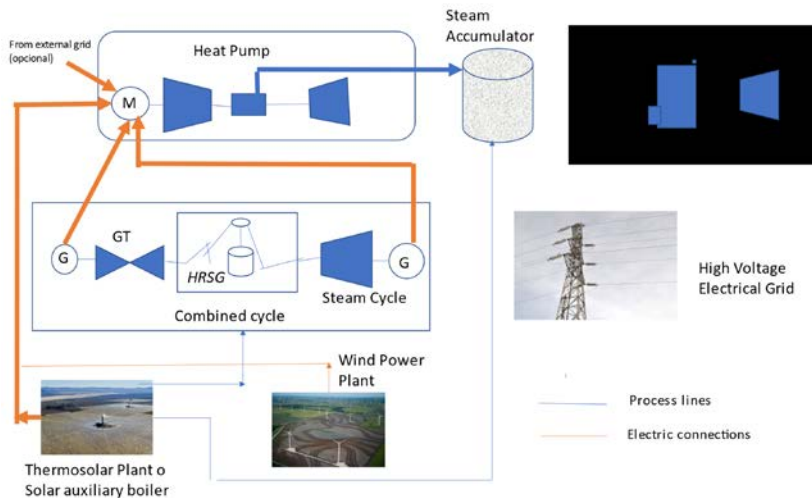
If the storage is with molten salts, during peak hours the salts that have been heated during off-peak hours will also generate steam that will feed the existing steam turbines as described above. In this case, superheated steam can be generated directly, not requiring superheating solutions with boilers.

Thus, during peak hours, the power discharged to the external grid will be maximum, adding to that produced by the combined cycles and renewable or conventional power plants, which coming from the storage system.



**Fig.3 Operation strategy: Peak hours**

During off-peak hours, the power plants may power to the electrical motor of the heat pump compressor to generate the steam or heat molten salts. This electrical motor can also be powered by the external electrical grid taking advantage of the low price of electricity if this is of interest.



**Fig.4 Operation strategy: Off-peak hours (100% storage)**

The solar thermal power plant may or may not have its own steam turbine and steam cycle. If it does not have your own steam turbine or steam cycle, which means a cheaper solution, it can during charging periods (off-peak hours) feed directly to the steam accumulators or to molten salts, and during peak hours feed to any of the steam cycles that it shall be oversized. In these cases, this solar thermal power plant cannot directly power the electrical motor of the heat pump compressor.

Obviously, intermediate situations can be considered, both in the design and in the operation strategies, so that only part of the electricity generated by the plants, during off-peak hours, can be used for storage and the rest will feed directly to the external grid.

### 3. Expected performances

During peak hours, the combined cycle and the renewable or conventional power plants will feed the external electricity grid with their respective nominal efficiencies, which, in the case of combined cycles, can reach 60% or higher efficiencies.

During off-peak hours, combined cycles and renewable or conventional plants will feed the storage system, subsequently producing electricity at peak hours.

The performance that can be obtained in these off-peak hours will be the product of the performance or heat rate of the plant involved by the performance of the storage system.

#### 4.1. Storage system performances

The performance of the Esheatpac system is calculated by the division between the electrical energy produced by the turbogenerator and the electrical

energy of the system's inlet. This electrical energy of the system's inlet is the sum of the required energy to power the compressor motor and the energy to power the feedwater pump. The total electricity produced by the turbogenerator is calculated by the electrical energy produced in the generator outlet minus the electrical energy required to operate the condensate pump.

In the Esheatpac, the heat pump performs a similar function than a boiler in a conventional thermal electric plant. Therefore, it is possible to define the efficiency of this system as the product of the heat pump efficiency (COP) and the efficiency of the water-steam cycle (Rankine cycle efficiency or heat rate) designed to produce the outlet system electrical energy, using the steam stored in the accumulators as pressurized water.

The heat pump COP is the percentage or relation between heating provided by the heat pump and electricity consumed by the heat pump.

The heat pump COP is higher than 1 (or 100%) because the heat pump is moving heat by using energy, instead of producing heat as electrical resistance. A significant part of this heat is supplied by ambient air enthalpy or by a waste heat source, such as the hot water from the condenser cooling system.

For every heat pump, the heat transferred to heat sink is the sum of the heat extracted from the heat source and the energy consumed in the compressor, transmitted to the heat pump fluid, minus the energy produced in the expansion turbines, transmitted to the compressor shaft. This energy produced in the expansion turbines is the waste energy from the heat pump fluid after providing heat at the heat source, and before being conducted to the heat sink.

$QC = QF + WC - WX$ , where:

(1)

QC is heat given to heat sink; QF is heat from heat source; WC is compressor work; and WX is expansion work.

In accordance with the COP definition (relation between provided heat and consumed electricity), the COP of the proposed electrical storage system is:

$COP = QC / (WC - WX) = (QF + WC - WX) / (WC - WX) > 1$

(2)

QC is the heat given by compressed fluid to the steam generator to produce saturated steam, which is stored in accumulators as pressurized or compressed liquid water.

QF is the heat from ambient air, or from a waste heat source, or from the condenser cooling water. It is used to evaporate and preheat liquid, or partially evaporate the heat pump fluid, at temperature lower than ambient air temperature after expansion stages.

The more heat can be extracted from the ambient air, or from other waste source, the higher the heat pump COP.

From a theoretical point of view, the heat pump COP, operating as a heat source, depends on heat source and heat sink temperatures, in accordance with the following equation:

$$\text{COP} = 1 / (1 - (T_2/T_1)), \text{ where:} \quad (3)$$

T<sub>2</sub>: Heat source absolute temperature.

T<sub>1</sub>: Heat sink absolute temperature.

This COP represents the maximum theoretical value, which is 14.65 when the external temperature is 0 °C, and the internal temperature is 20 °C. In other words, it is possible to generate 14.65 thermal kilowatts for each electrical kilowatt consumed, from a theoretical point of view.

The heat sink temperature proposed by the Esheatpac system depends on feedwater pressure, the temperature (saturated temperature) required to generate steam at elevated pressure, and the temperature to produce electricity at reasonable Rankine cycle efficiency. This temperature is higher than the above referenced 20 °C.

In a theoretical calculation, it is possible to achieve a heat pump COP around 3, generating steam at around 100 bars. This steam can operate with a high Rankine cycle efficiency.

There are multiple power plants in the world operating with Rankine cycles and their efficiencies or heat rates are well known and proven.

The efficiency of a Rankine cycle with saturated steam is approximately 38%, and that of a cycle with superheated and reheated steam reaches 47%, as is well known.

As a result, the efficiency of the Esheatpac system is higher than 141% when the heat pump COP is 3 and the Rankine cycle efficiency is 47%. In other words, the inlet electrical energy is multiplied by 1.41 to match the outlet electrical energy.

From a practical point of view, considering the requirements of ammonia or carbon dioxide as a fluid, the maximum foreseen heat pump efficiency is around 2.65, including losses.

Therefore, efficiency reaches up to 100,7% when the heat pump COP and saturated steam Rankine cycle efficiencies are above the referenced values of 2.65 and 38%. When the superheated and intermediate reheated steam are present in the Rankine cycle, the cycle efficiency is higher than the referenced value of 47%. Thus, the efficiency of the Esheatpac reaches 124,5%.

## 4.2. Hybridization's performances

In the case of combined cycle plants, the resulting performance will be the product of the combined cycle heat rate (60% or higher) and the performance of the storage system, which can reach 100.7%, without the need to add auxiliary fuel, as a result of multiplying the COP of the heat pump (2.65)



by the heat rate of the Rankine cycle operating with saturated steam (38%). The final result or resulting performance will be 60.4%, slightly higher than the nominal of the combined cycle when it operates directly connected to the grid at peak hours

Expected maximum efficiencies: Operation after storage with saturated steam

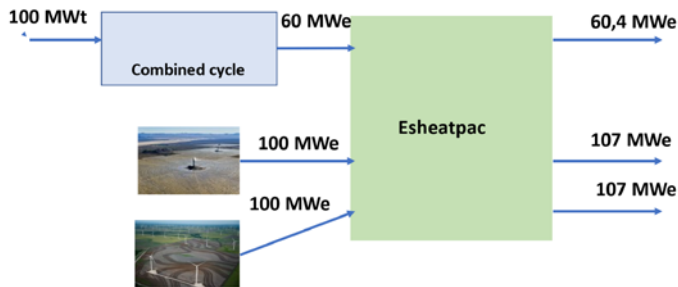


Fig. 5A Expected maximum efficiencies: Operation after storage with saturated steam

Expected maximum efficiencies: Operation after storage with superheated steam

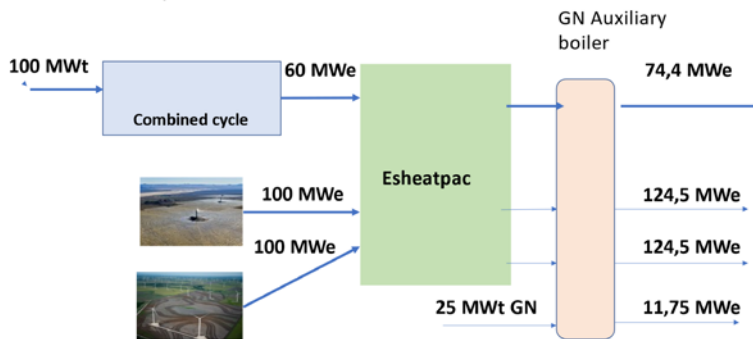


Fig. 5B Expected maximum efficiencies: Operation after storage with superheated steam

If auxiliary fuel is supplied to superheat the saturated steam that comes out of the accumulators of the storage system, or without the need for this input in the case that the storage is with molten salts, the resulting efficiency can reach 74.4% , because of the increase in the heat rate of the Rankine cycle to 47%. In this assumption of contribution of fuel, this will produce electricity with the efficiency of the Rankine cycle (47%), and the overall efficiency considering the combined cycle and the fuel supplied may reach 67.6%. In all cases, higher

efficiencies than those obtained from the combined cycle at peak hours producing directly to the external grid.

In the case of conventional plants, these efficiencies will decrease because of the lower heat rate of these plants compared to combined cycles.

The wind power plants will feed the storage system with the electricity they produce in accordance with their nominal efficiencies that may exist at any given time, and each Kwh contributed will produce 1.07 kwh to the external grid, without the contribution of auxiliary fuel, and 1,245 kwh to the external grid with the contribution of fuel.

As previously indicated, alternative solutions can be proposed seeking a lower investment, for example, by overheating the saturated steam from accumulators in the HRSG superheater of the combined cycle; or with installing of a solar thermal power plant without steam cycle.

In the case of overheating the steam in the combined cycle, superheater must be oversized. This oversizing does not have to affect the heat rate of the combined cycle operating to feed directly to the external grid, but it will decrease the heat rate when operating simultaneously from accumulators, since the same exhaust gases from the gas turbine will have to overheat a greater amount of steam. This loss of heat rate that occurs will depend on the amount of steam generated in accumulators.

In the case of a solar thermal power plant without steam cycle, electricity from this plant cannot feed directly to the external grid or to the motor compressor. At peak hours, the steam generated at this plant will be derived to the combined cycle, which must be oversized, and performance will be practically not affected. In off-peak hours, the steam generated in the plant will feed directly to the steam accumulators, the efficiency of the electricity obtained will be that of the steam cycle heat rate, that is, on the order of 38% maximum, if the steam turbine is saturated steam, and 47% if the steam overheat in an auxiliary boiler or HRSG combined cycle.

#### **4. Practical case**

Following, we present the specifications and main conclusions of two cases. The specifications of both cases are identical, with the only difference that in one case the storage system generates saturated steam and, in the other case, superheated, and therefore each Rankine cycle and each steam turbine are specified for each of these steam conditions.

As a reference, we use a high-performance combined cycle, such as a combined cycle with high use of the exhaust gases of an M701G gas turbine, which would give us a nominal combined cycle performance of the order of 59.3% according to reference from manufacturers.

We connect this combined cycle to a storage system (Esheatpac system) consisting of a

two-stage compressor, with an inlet pressure of 1 bar and an outlet pressure of 110 bar (absolute bar in all cases) and an efficiency of 92%; a steam generator capable of generating steam at a pressure of 200 bar; and a three-stage expansion turbine, with intermediate evaporations in each stage and after the final stage, with outlet conditions of 1 bar and minus 30°C, and a 90% efficiency. Ammonia is used as the heat pump fluid (Lester et al., 2018)

The steam generated in the generator of heat pump will feed an accumulator that can be made, depending on the required storage capacity, with steel carbon, or steel pipes maximum diameter and high strength (X80 / X90), or they can be built of prestressed concrete, in case of large storage capacities are required.

During the discharge periods, the saturated steam stored in the accumulators will feed a steam turbine, with an inlet pressure of 100 bar and a vacuum pressure of 0.025 bar.

If overheating is chosen, the inlet and vacuum pressures will be maintained, and the overheating will reach a temperature of 585°C. This overheating will be conducted with an auxiliary natural gas boiler, with an efficiency of 98%.

The main specifications of this practical case are summarized below:

Combined cycle with gas turbine M701

- Power: 500 Mw
- Heat rate: 59,3%
- Pressure: 147 bar

Heat Pump

Compressor

- Inlet pressure: 1 bar
- Outlet pressure: 110 bar
- Efficiency: 92%

Steam Generator

- Saturated steam at 200 bar

Expansion turbines: Three (3) stages with intermediate and final evaporators

- Outlet pressure: 1 bar
- Outlet temperature: -30°C
- Efficiency: 90%

Steam Accumulators

- Charging pressure: 300 bar
- Discharge pressure: 100 bar
- Insulation: Loss of 1% of its thermal capacity stored in a period of eight (8) hours

Optional turbine: Saturated steam

- Inlet pressure in the steam turbine: 100 bar
- Vacuum pressure: 0,025 bar

#### Optional turbine: Superheated steam

- Inlet pressure: 100 bar
- Inlet temperature: 585°C
- Outlet pressure: 0,025 bar

#### Natural gas auxiliary boiler

- Efficiency: 98%
- Percentage of thermal energy supplied: 25%

Considering the previous basic specifications, the performances or heat rate obtained are the following:

When the combined cycle operates feeding the external grid, its performance will be the nominal of this combined cycle (59.3%, according to manufacturers' references).

It should be noted that in all cases we are talking about nominal efficiencies or heat rates, so in each project and at each moment of its operation, these efficiencies may be different depending on numerous factors, such as cycle configuration, environmental conditions, cooling system, operating conditions, etc.

When the combined cycle feeds the storage system to later feed the turbine with saturated steam and produce electricity for the external grid, the efficiency will be reduced up to 52.5%, since the combined cycle heat rate will remain the nominal 59.5%, but the electricity generated after passing through a storage system with COP equal to 2.46 and a saturated steam cycle of 36%, will be reduced until reaching this performance of 52.5%.

If the saturated steam coming out of the accumulators is overheated by the auxiliary boiler, the thermal cycle performance will rise to 45%, so the previous performance of 52.5% will rise to 65.6 %. In calculating this performance, both the thermal power provided to the combined cycle and that provided to the auxiliary boiler have been considered ("overall performance"). If the heat pump compressor is powered by a wind power plant, the power generated by this wind power plant, after passing through the storage system with saturated steam, with a COP of 2.46 and a thermal cycle heat rate of 36%, will be reduced to 0.885, that is, each kW of power generated by the wind power plant will feed 0.885 kW to the grid.

As it is logical to deduce, if the storage system generates superheated steam, the efficiency will rise, because of the improvement in the Rankine cycle, up to 1.107, that is, 1.107 kW of power will feed to the external grid for each kW of power generated by the wind power plant. However, in this case, thermal power will also have been provided to the auxiliary boiler, which will produce electricity for the external grid, with an efficiency equal to that of the superheated Rankine cycle (45%). In this case, an overall performance can also be defined as "power generated to the external electrical grid divided by

the electrical power received from wind power plants plus the thermal power supplied to the auxiliary boiler.” This overall efficiency would be 94.2%.

The same results would be obtained if the heat pump compressor is powered by the external grid instead of by the wind power plant.

Next, we summarize the different performances, efficiencies or heat rates that can be obtained according to this practical case:

- Combined cycle generating directly to the external grid: 59,3 (according to supplier information)
- Combined cycle operation after storage with saturated steam: 52,5%, (because of multiplication of the following efficiencies or heat rates):
  - Combined cycle: 59,3%
  - COP heat pump: 2,46
  - Steam cycle heat rate: 36%
- Combined cycle operation after storage with superheated steam: 65,6%, (because of multiplication of the following efficiencies or heat rates):
  - Combined cycle: 59,3%
  - COP heat pump: 2,46
  - Steam cycle heat rate: 36%
  - Overall performance: 60,5%
- Wind plant operation after storage with saturated steam: 0,885- Kilowatt electric sent to the external grid per kilowatt electric sent to the storage system by renewable power plants or external grid
- Wind plant operation after storage with superheated steam: 1,107 (Kilowatt electric sent to the external grid per kilowatt electric sent to the storage system by renewable power plants or external grid)
- Overall performance with renewable plant or external grid: 0,94

Overall performances are defined as : Power generated to external grid divided by the sum of the thermal power supplied to the combined cycle (or by the electrical power received from the renewable plants or external grid) plus the thermal power supplied by auxiliary boilers.

These performances or heat rates may have small variations because of the differences that may exist between the performances of the different equipment for varied sizes.

## 5. Conclusions

This article describes a new storage system that stores large amounts of electrical energy for long periods of time, improving the efficiency of existing systems (up to 100% efficiency or higher) and requiring less conflictive locations and lower storage capacities per Kilowatt stored.

Also, solutions are presented for the joint use and hybridization of this storage system with new or existing power plants, mainly combined cycles, so that it is not only possible

to store energy to balance the supply and demand of the electrical system with efficiencies not achieved to date, it also allows optimizing the operation of these plants at different times of the day, increasing their profitability, as well as reducing investments through the joint use of systems or equipments. Finally, a more stable and reliable operation of the electrical network is achieved.

Alternative solutions are presented aimed at obtaining maximum efficiencies or optimization of the necessary investment.

In summary, we are talking about a solution that can help with the important challenges that electricity currently faces.

In the development of this work, the balances, and calculations to justify the results obtained have been carried out. Subsequent work should be aimed at further developing and optimizing the proposed solutions, as well as conducting tests or pilot plants to ensure the viability of the solutions before their final commercial implementation.

Also, collaborations with equipment manufacturers to ensure the suitability of their equipment to reach the conditions required by this storage system are necessary.

Especially important are the collaborations and tests of compressors to ensure that ammonia or carbon dioxide can reach the required conditions; and, to continue with the research and tests already underway to develop prestressed concrete tanks with very large capacities and molten salts with high heat capacity and phase changes.

Prestressed concrete tanks, molten salts and compressors are key elements for the implementation of the Esheatpac storage system and its hybridization with power plants.

### **References:**

1. Blomberg New Finance. (2019). New Energy Outlook 2019.
2. Blomberg New Finance. (2020). New Energy Outlook 2020.
3. IEA (2022), Electricity market report -January 2022.
4. IRENA, International Renewable Energy Agency.(2017). Electricity storage and renewable: Cost and markets to 2030.International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi.

5. Joint EASE-EERA. (2013). Recommendations for a European Energy Storage Technology Development Roadmap Towards 2030.
6. IEA (2021), Energy Storage.
7. Thomas, A., Faunce, James., Prest, Dawei., Su, Sean. J.Hearne, Francesca Jacopi (2018).On-grid batteries for large-scale energy storage: Challenges and opportunities for policy and technology. *MRS Energy and Sustainability*. Published online by Cambridge University Press 02/Oct/201.
8. IRENA Hydrogen from Renewable Power. (2018). Technology outlook for the Energy Transition. Intentional Renewable Energy Agency. Abu Dhabi.
9. Miller, E., Thompson, S., Randolph, K., Hulvey, Z., Rustagui, N., & Satyapal, S. (2020). U.S. Department of Energy. Hydrogen and fuel cell technologies perspectives. *MRS Bulletin*45 (1), 57-64. Doi. 1557/mrs.2019.312
10. OSTI.GOV. (2016). Molten Salt: Concept Definition and Capital Cost Estimate.
11. Kontomaris, K. (2013). Low GWP Working fluid for high temperature heat pumps: DR2. European Heat Pump Summit, Nuremberg, October 15, 2013.
12. Olavarria, R. (2020). Heat Pump and Steam Accumulators Electrical Energy Storage System (Esheatpac system). *European Scientific Journal*, January 2020, edition Vol.16.No.3.
13. Lester, Haar., & John S. Gallagher. (2018). Thermodynamic Properties of Ammonia. National Measurement Laboratory, National Bureau of Standards, Washington, D.C. 20234.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Richesse De La Flore Ligneuse Exploitable Et Planification Des Émissions Du CO2 Dans Une Forêt De Production Du Mayombe Congolais**

***Félix Koubouana,  
Irène Marie Cécile Mboukou Kimbatsa Née Goma  
Leckoundzou Ayessa,  
Saint Fédriche Ndzai,  
Benicia Marietta Bissanga,  
Donatien Nzala,***

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA),  
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, Université Marien  
Ngouabi, Brazzaville Congo

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p75](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p75)

Submitted: 21 March 2021

Accepted: 12 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Félix Koubouana, Irène Marie Cécile Mboukou Kimbatsa Née Goma, Leckoundzou Ayessa, Saint Fédriche Ndzai, Benicia Marietta Bissanga, & Donatien Nzala. (2022). *Richesse De La Flore Ligneuse Exploitable Et Planification Des Émissions Du CO2 Dans Une Forêt De Production Du Mayombe Congolais* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 75.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p75>

### **Résumé**

Il est actuellement admis que l'exploitation forestière industrielle s'accompagne des impacts négatifs sur l'environnement, notamment la perte de biomasse aérienne et les forêts du bassin du Congo sont également sujettes à ce phénomène. Dans le but d'évaluer les pertes du carbone aérien dans une forêt de production au Congo, une étude d'écologie végétale appliquée a été menée dans l'AAC-2020 Malemba. L'assiette annuelle de coupe constitue la superficie délimitée dans laquelle les essences forestières sont abattues. A cet effet, près de 5 000 ha de l'AAC ont été quadrillés par des layons principaux et des layons secondaires délimitant ainsi des parcelles d'exploitation de 1 000 m x 500 m, soit 50 ha. Par la suite, toutes les essences de diamètre supérieur ou égal à 60 cm ont été inventoriées et identifiées tout en notant leur diamètre à 1,30 m du sol. Le volume maximal annuel à exploiter a été calculé à partir des équations du tarif de cubage défini pour chaque essence. La biomasse



aérienne a été calculée à partir d'une équation allométrique impliquant le diamètre et la densité de chaque essence. La superficie ouverte par les différentes opérations forestières (construction de route, abattage, installation des parcs forêt) a été calculée. Au total 2496 arbres de DBH  $\geq$  60 cm ont été recensés dans l'AAC-2020 Malemba, réparties en 47 espèces et 19 familles. Le volume maximal annuel de l'AAC est de 8 856 m<sup>3</sup> avec une biomasse aérienne de 43327,29 tonnes, soit une émission planifiée de 75 172,83 tCO<sub>2</sub>. Les émissions planifiées pour la construction des routes, de l'abattage des arbres et de l'installation des parcs-forêts sont respectivement de 55044,53 tCO<sub>2</sub>, 015,34 tCO<sub>2</sub> et 8 722,68 tCO<sub>2</sub>. Les émissions planifiées calculées suivant les différentes sources d'émission considérées sont de 35% pour la construction des routes, 32% pour l'abattage des arbres, 28% pour la biomasse aérienne et 5% pour l'installation des parcs-forêt. La planification des émissions dans une forêt de production pourrait contribuer à réduire les impacts de l'exploitation industrielle des en prévoyant l'application des procédures de l'exploitation à faible impact suivant les sources d'émission.

---

**Mots clés :** Forêt de production, biomasse aérienne, émission du CO<sub>2</sub>, source d'émission.

## **Richness of Exploitable Woody Flora and Planning of CO<sub>2</sub> Emissions in a Production Forest in the Congolese Mayombe**

*Félix Koubouana,  
Irène Marie Cécile Mboukou Kimbatsa Née Goma  
Leckoundzou Ayessa,  
Saint Fédriche Ndzai,  
Benicia Marietta Bissanga,  
Donatien Nzala,*

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA),  
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, Université Marien  
Ngouabi, Brazzaville Congo

---

### **Abstract**

It is currently accepted that industrial logging is accompanied by negative environmental impacts, including the loss of aboveground biomass, and the forests of the Congo Basin are also subject to this phenomenon. In order to assess above-ground carbon losses in a production forest in Congo, an applied plant ecology study was conducted in AAC-2020 Malemba. The annual cutting base is the delimited area in which forest species are felled. To this end, nearly 5,000 ha of the AAC were gridded by main and secondary layons, thus delimiting logging plots of 1,000 m x 500 m, i.e. 50 ha. Then, all

species with a diameter greater than or equal to 60 cm were inventoried and identified while noting the diameter at 1.30 m from the ground. The maximum annual volume to be harvested was calculated from the equations of the cubing rate defined for each species. The aboveground biomass was calculated from an allometric equation involving the diameter and density of each species. The area opened by the different forestry operations (road construction, felling, installation of forest parks) was calculated. A total of 2496 trees with DBH  $\geq$  60 cm were identified in the CAA-2020 Malemba, divided into 47 species and 19 families. The maximum annual volume of is 8,856 m<sup>3</sup> with an aboveground biomass of 43327.29 tons, or a planned emission of 75,172.83 tCO<sub>2</sub>. The planned emissions for road construction, tree felling and forest park installation are 55044.53 tCO<sub>0</sub>, 015.34 tCO<sub>2</sub> and 8722.68 tCO<sub>2</sub> respectively. The planned emissions calculated according to the different emission sources considered are 35% for road construction, 32% for tree felling, 28% for aboveground biomass and 5% for forest park installation. Emissions planning in a production forest could help reduce the impacts of industrial logging by providing for the application of low-impact logging procedures according to emission sources.

---

**Keywords:** Production forest, aboveground biomass, CO<sub>2</sub> emission, emission source.

## Introduction

Les forêts tropicales représentent environ 45% des forêts mondiales (FAO, 2020). Elles stockent 40 à 50% du carbone terrestre et jouent un rôle majeur dans le cycle global du carbone (Brown, 1997 ; Pan *et al.*, 2011). La perte du couvert forestier résultant de la déforestation et de la dégradation de ces forêts contribue à environ 10 à 15% des émissions mondiales annuelles de gaz à effet de serre (Pearson, 2005 ; Van der werf *et al.*, 2009).

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) participe au réchauffement climatique (GIEC, 2004) et c'est ainsi que le carbone reste au cœur des discussions internationales (Pignard *et al.*, 2004). Pour lutter contre ce fléau, les instruments juridiques internationaux n'ont cessé de se multiplier pour tenter de gérer les problèmes environnementaux considérés comme planétaires par excellence (Pignard *et al.*, 2004). L'augmentation des émissions de carbone est l'une des principales préoccupations traitée non seulement au Protocole de Kyoto (Ravindranath *et al.*, 1997), mais aussi aux différentes sommets de la terre, qui reconnaissent que les forêts devraient être les meilleurs puits de carbone pour stocker le CO<sub>2</sub> de la planète se trouvant dans l'atmosphère (Alamgi et Amin., 2008 ; Jacques et Saugier, 2008 ; Pan *et al.*, 2011).

Dans le contexte international, vue le rythme croissant de déforestation, de nombreux pays se sont donnés comme priorité d'atteindre l'objectif « 2000 »

de l'OIBT visant à aménager durablement les forêts de production (FAO, 2020). Les efforts globaux pour la mise en place de ces aménagements ont amené la plupart des pays forestiers à l'utilisation de techniques d'Exploitation Forestière à Impact Réduit (EFIR) (Sist et al., 1998 ; Djuikouo et al. 2010). Ces techniques sont considérées aujourd'hui comme des outils majeurs pour la gestion durable des forêts tropicales (Durrieu de Madron et 1998).

De nombreux pays d'Afrique Centrale dont le Congo, ont exprimé leur engagement à travers un programme de développement à faible émission de carbone dans le secteur de l'aménagement du territoire, en poursuivant la mise en œuvre de la REDD+ (réduction des émissions provenant du déboisement et de la dégradation des forêts associées à la gestion durable des forêts). Au Congo, ce document de programme de réduction d'émissions vise à valoriser le carbone forestier et à diversifier l'économie forestière (CN-REDD, 2016). Il a pour objectif la maîtrise et la planification des émissions du CO<sub>2</sub> et la réduction de ces émissions par la gestion durable des paysages, l'amélioration et la diversification des moyens de subsistance locaux et la préservation de la biodiversité. C'est dans ce cadre que des études sont menées dans les différents types de forêts du pays. Cependant, celles-ci restent encore concentrées dans la partie nord du pays (Koubouana et al, 2016 ; Koubouana et 2019 ; Ekoungoulou et al., 2018) alors que les forêts du sud ont été les premières soumises à la déforestation et à la dégradation forestière.

De par sa proximité du port de Pointe Noire et bénéficiant du passage du chemin de fer, la forêt du Mayombe a connu plusieurs passages d'exploitation forestière depuis des années 1930 (Koubouana et al. 2019). De plus, avec la construction de la route bitumée Pointe Noire – Brazzaville traversant le Mayombe, cette forêt est exposée à une dégradation rapide due à l'exploitation industrielle du bois d'œuvre et à l'agriculture itinérante sur brulis (Kimpolo et al. 2021).

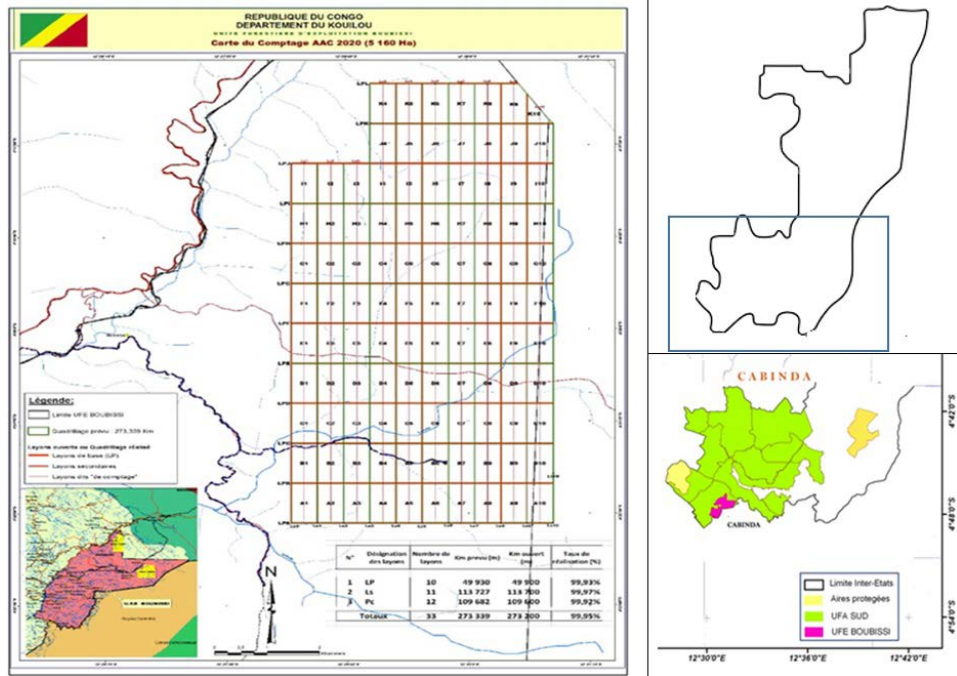
La présente étude a pour objectif général d'évaluer les émissions de carbone dues à l'exploitation de la forêt dense humide semi-décidue de Boubissi dans le Mayombe congolais.

## **Materiels Et Methodes**

### **Présentation De La Zone D'étude**

Cette étude a été menée dans l'AAC 2020 Malemba en 2020. En effet, l'AAC 2020 Malemba qui s'étend sur une superficie de 5 000 ha, est située dans l'unité forestière d'exploitation (UFE) Boubissi dans le Mayombe congolais. Elle se trouve géographiquement entre 12°28'45'' et 12°31'15'' Est, et entre 4°22'30'' et 4°17'30'' Sud (Figure 1). Le choix du site se justifie parce que nous avons été conviés à mener l'inventaire d'exploitation de cette assiette annuelle de coupe.

**Figure 1 : Situation géographique de l'AAC Malemba**



Le climat de la zone d'étude est de type Bas-congolais (Samba-Kimbata, 1978). Les données collectées auprès de la direction nationale de la météorologie montrent que la pluviométrie moyenne oscille entre 1200 et 1400 mm. Le régime pluviométrique montre deux maxima (février-mars : 210 mm d'une part et novembre-décembre : 190 mm d'autre part) séparés par une saison sèche qui dure de juin à septembre (Figure 2). Les températures ne varient pas trop ; les moyennes des thermiques mensuelles oscillent entre 21 et 27 °C (Figure 2). L'humidité relative de l'air reste élevée autour de 98%.

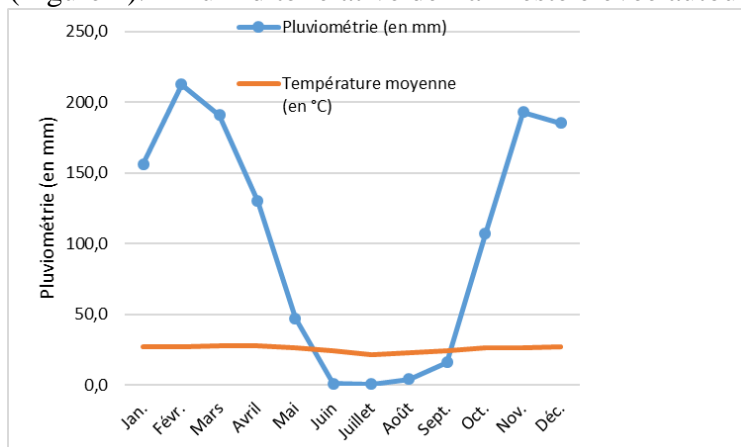


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la station de Pointe Noire de 1995-2015 (source : Direction Nationale de la Météorologie, 2020)

La zone d'étude fait partie de la chaîne du Mayombe d'âge précambrien (Jamet & Rieffel, 1976). Les roches y sont d'origine essentiellement schisteuse ou gréseuse, avec des intrusions de roches cristallines variées telles que les granites, les diorites quartziques, les "roches vertes" (Jamet & Rieffel, 1976). Ce site d'étude est caractérisé par les séries géologiques de Bikossi, de la Loukoula, de Mvouti, de la Mossouva et de la tillite inférieure du bas-Congo (Jamet & Rieffel, 1976). Par ailleurs, les sols de l'AAC Malemba sont des sols ferrallitiques désaturés chimiquement pauvres avec trois niveaux : un niveau supérieur meuble à texture fine, un niveau moyen induré et un niveau inférieur bariolé correspondant à la roche mère altérée (CNIAF, 2018). On y retrouve également par endroits des sols hydromorphes qui sont situés à majorité autour des principaux cours d'eau, notamment au sud de la Loémé (Nzila, 1996).

Le Mayombe étant une chaîne montagneuse large de 30 à 60 km qui a connu plusieurs périodes d'aplanissement avant d'être à nouveau soulevée, des couches de roches anciennes dont il ne reste en général que les racines, offrent à l'érosion une résistance inégale, et le relief est typiquement appalachien (Jamet & Rieffel, 1976) avec une succession de crêtes quartziques culminant à près de 930 m vers le mont Fougouti, et des dépressions allongées ou petits déblayés dans les schistes tendres (bassin Mvouti, au pied du mont Bamba). Cette chaîne du Mayombe est couverte d'une végétation forestière secondaire composée de nombreuses espèces végétales dont les plus importantes sont : *Klainedoxa gabonensis* Pierre ex Engl., *Baillonella toxisperma* Pierre, *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Leonad, *Staudtia kamerunensis* Warb., *Petersianthus macrocarpus* (P. Beauv.) Liben, *Nauclea diderichii* (De Wild. & T. Durand) Merr.

### **Dispositif de collecte des données**

Pour collecter les données de terrain, nous avons procédé à un inventaire d'exploitation qui a consisté d'abord à délimiter l'AAC Malemba en utilisant un GPS MAP Garmin 64 sc et une boussole de modèle Sunnto MB-6. Puis, nous avons poursuivi avec l'opération de layonnage qui a consisté à ouvrir dans l'AAC, des layons principaux et des layons secondaires perpendiculaires aux premiers délimitant ainsi des parcelles d'inventaire de 1 000 mètres de long et 500 mètres de large soit 50 ha chacune. Etant donné que la zone étudiée était accidentée, il a été nécessaire de faire une correction des pentes à l'aide d'un clinomètre de marque Sunnto PM 560 d. Le quadrillage de la zone d'inventaire en layons a permis de délimiter 102 parcelles d'inventaire d'exploitation de 50 ha chacune et deux parcelles de moins de 50 ha chacune. Tous les arbres de DBH  $\geq 60$  cm se trouvant dans ces parcelles d'inventaire ont fait l'objet d'un comptage systématique et leur diamètre a été mesuré en utilisant le ruban DBH de marque Bandma.

## Analyse Des Donnees

Les données collectées sur le terrain à travers la fiche de comptage ont été saisies dans le tableur Excel 2013 pour constituer une base de données. Celle-ci a permis par la suite de déterminer différents paramètres tels que la richesse spécifique, les spectres biologiques, le volume des essences, la biomasse aérienne des arbres, le stock de carbone aérien et les pertes associées.

### Richesse spécifique

La richesse spécifique des différentes familles d'arbres présentes dans l'AAC-2020 Malemba et les spectres biologiques ont été calculés par les formules suivantes :

La richesse spécifique est le nombre d'arbres comptés par espèce.

$$\text{Spectre brut} = \frac{\text{Nombre d'espèces par famille}}{\text{nombre total de famille}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Spectre pondéré} = \frac{\text{Nombre d'arbres par famille}}{\text{Nombre total d'arbres}} \times 100 \quad (2)$$

### Calcul du volume des essences

Le volume de toutes les essences a été calculé à partir des équations de tarifs de cubage élaborées par le PAGEF (2015) (Tableau 1).

**Tableau 1 : Tarifs de cubage des essences**

Noms pilotes	Noms scientifiques	Familles	Tarif de cubage
Acajou	<i>Khaya anthotheca</i> (Welw.) DC.	Meliaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Accuminata	<i>Entandrophragma</i> <i>congoense</i> (Pierre ex De Wild.) A. Chev.	Meliaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Aiélé	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	Burseraceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Alep	<i>Desbordesia</i> <i>glaucescens</i> (Engl.) Tiegh.	Irvingiaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Aniégré	<i>Aningeria altissima</i> (A/ Chev.) Aubrév & Pellegr.	Sapotaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Andok	<i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry-LeComte ex O'Rorke) Baill.	Irvingiaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Andung	<i>Monopetalanthus heitzii</i> Pellegr.	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Avodiré	<i>Turreanthus africana</i>	Meliaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Bahia	<i>Hallea ciliata</i> (Aubrév. & Pellegr.) Le Roy	Rubiaceae	$V = -0,2909 + 1,0933D + 7,7201D^2$
Bilinga	<i>Nauclea diderichii</i> (De Wild. & T. Durand) Merr.	Rubiaceae	$V = -0,0436 - 0,7548D + 9,7930D^2$

Bossé	<i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr.	Meliaceae	$V = -0,3169 + 1,0905D + 7,4915D^2$
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanus</i> (f. Hoof) Brenam	Fabaceae Mimosoideae	$V = -1,7500 + 7,1400D + 2,0449D^2$
Diania	<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	Cabanaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Dibétou	<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	Meliaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Ebiara	<i>Berlinia bracteosa</i> Benth.	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Essia	<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P. Beauv.) Liben	Lecythidaceae	$V = 0,4524 - 2,9382D + 13,0754D^2$
Eveuss	<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl.	Irvingiaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Iroko	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) CC Berg.	Moraceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Izombé	<i>Testulea gabonensis</i> Pellegr	Ixonanthaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Kossipo	<i>Entandrophragma candollei</i> DC.	Meliaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Kotibé	<i>Nesogordonia kabingaensis</i> (K. Schum.) Capuron ex R. Germ.	Malvaceae Sterculioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Lati	<i>Amphimas ferrugineus</i> Pierre ex Pellegr.	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Limba	<i>Terminalia superba</i> Engl.	Combretaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Limbali	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> (De Wild.) J. Leonad	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Longhi rouge	<i>Chrysophyllum africanum</i>	Sapotaceae	$V = -1,3027 + 5,0154D + 3,7702D^2$
Longhi blanc	<i>Chrysophyllum lacourtianum</i> De Wild.		
Moabi	<i>Baillonella toxisperma</i> Pierre	Sapotaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Mukulungu	<i>Austranella congolensis</i> (De Wild.) A. Chev.	Sapotaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Mutenye	<i>Guibourtia arnoldiana</i> (De Wild. & T. Durand) J. Leonard	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Niové	<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb.	Myristicaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Oboto	<i>Mammea africana</i> Sabine	Clusiaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Okan	<i>Cylicodiscus gabunensis</i> Harms	Fabaceae Mimosoideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$

Onzambili	<i>Antrocaryon klaineana</i> Pierre	Anacardiaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Olon 1	<i>Zanthoxylum heitzii</i> (Aubrév. & Pellegr.) P.G. Waterman	Rutaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Olène	<i>Irvingia grandifolia</i> (Engl.) Engl.	Irvingiaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Padouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	Fabaceae faboideae	$V = 1,4914 - 7,7844D + 15,0028D^2$
Pao-Rose	<i>Swartzia fistuloides</i> Harms	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1655 + 0,2997 D + 7,4699D^2$
Safoukala	<i>Dacryodes pubescens</i> (Vermoesen) H.J. Lam.	Burseraceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Tali	<i>Erythrophloeum</i> <i>suaveolens</i> (Guill. & Pierre) Brenan	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = 2,7150 - 10,9578 + 19,0462D^2$
Téné	<i>Copaifera religiosa</i> J. Léonard	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Tchitola	<i>Prioria oxyphylla</i> (Harms) Breteler	Fabaceae Caesalpinioideae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$
Vindu	<i>Vitex ferruginea</i> Schummach & Thonn.	Verbenaceae	$V = -0,1586 + 0,2631D + 9,5162D^2$

### Estimation de la biomasse aérienne et du stock de carbone aérien

Pour estimer les facteurs d'émission du carbone dans les forêts du bassin du Congo, les modèles régionaux, à l'exception du type forestier sempervirent littoral, sont recommandés pour les cinq autres types de forêts (Fayolle et al., 2018) :

$$AGB = \exp[0,046 + 1,156 \cdot \ln(WSG) + 1,123 \cdot \ln(D) + 0,436 \cdot (\ln(D))^2 - 0,045 \cdot (\ln(D))^2] \quad (4)$$

Pour deux prédicteurs (diamètre des arbres et densité spécifique du bois).

Avec AGB : biomasse aérienne ;

WSG : densité

D : diamètre.

### Estimation des pertes de la matière sèche et des émissions du CO<sub>2</sub> dues à la future exploitation forestière

La matière sèche est calculée par la formule :

$$\text{Matière sèche (en tonne)} = DA \times FE \quad (6)$$

DA étant la superficie (en ha) de la forêt ouverte par l'exploitation forestière, et FE le facteur d'émission qui est égal à 213t/ha valeur par défaut définie par le GIEC pour les forêts tropicales.

$$\text{Quantité de Carbone (en tC)} = \text{masse sèche} \times 0,5 \quad (7)$$

$$\text{Quantité de CO}_2 \text{ séquestré ou émis} = \text{quantité de carbone} \times 3,67 \quad (8)$$



**Donnée de l'activité due à l'ouverture des routes**

La donnée d'activité correspond à la superficie ouverte due à la construction des routes forestières dans l'AAC-2020 Malemba suivant la formule :

$$DA1 = L \times l \quad (9)$$

DA<sub>1</sub> : étant la superficie en m<sup>2</sup>, L : la longueur des routes principales et secondaires en mètre et l : la largeur en mètre. La largeur conventionnelle des routes principales étant fixée à 33 m et celle des routes secondaires à 18 m.

**Donnée de l'activité due à l'ouverture des parcs forêt**

D'après les travaux de Koubouana (2010) effectués dans l'UFA Ipendja, il faut au minimum 0,007 ha pour entreposer une grume en forêt. De ce fait, la donnée d'activité due à l'ouverture des parcs forêt sera calculée par la formule :

$$DA2 = \text{effectif d'arbres} \times 0,007 \quad (10)$$

DA<sub>2</sub> étant la superficie en hectare ouverte pour chaque parc.

**Donnée de l'activité due à l'abattage des arbres**

Les trouées dues à la chute des arbres pendant l'abattage varient selon l'espèce d'arbres abattus. Cependant, Laporte (2004) estime que la superficie des trouées varie entre 200 et 600 m<sup>2</sup>, soit une moyenne de 400 m<sup>2</sup> (0,04 ha). Connaissant le potentiel du nombre d'arbres à abattre dans l'AAC-2020 Malemba, il est possible de calculer la superficie ouverte par leur abattage à partir de la formule ci-dessous :

$$DA3 = \text{Effectif d'arbres} \times 0,04 \quad (11)$$

**Resultats**

**Effectifs D'arbres Et Richesse Floristique**

Au total 2496 arbres de DBH ≥ 60 cm ont été recensés dans l'AAC-2020 Malemba. Ces végétaux sont répartis en 47 espèces et 19 familles (Tableau 2) Les familles les mieux représentées étaient les Fabaceae-Caesalpinioideae (25,5%), les Meliaceae (14,9%), les Sapotaceae (12,8%), les Irvingiaceae (6,4%), les Fabaceae-Mimosoideae (6,4%), les Burseraceae (4,3%) et les Rubiaceae (4,3%). Les autres ont été faiblement représentés.

**Tableau 2 : Richesse floristique, spectres brut et pondéré**

Familles	Nombre d'espèce	Spectre brut	Nombre d'arbres	Spectre pondéré
Anacardiaceae	1	2,1	11	0,4
Burseraceae	2	4,3	101	4
Combretaceae	1	2,1	2	0,1
Clusiaceae	1	2,1	71	2,8
Fabaceae Caesalpinioideae	12	25,5	972	38,9
FabaceaeFaboideae	1	2,1	208	8,3
FabaceaeMimosoideae	3	6,4	95	3,8

Irvingiaceae	3	6,4	227	9,1
Lecythidaceae	1	2,1	27	1,5
Malvaceae	1	2,1	2	0,1
Meliaceae	7	14,9	98	3,9
Moraceae	1	2,1	1	0
Myristicaceae	1	2,1	155	6,2
Ochnaceae	1	2,1	11	0,4
Rubiaceae	2	4,3	204	0,2
Rutaceae	1	2,1	3	0,1
Sapotaceae	6	12,8	287	11,5
Ulmaceae	1	2,1	10	0,4
Verbenaceae	1	2,1	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>2496</b>	<b>100</b>

### Effectifs par classes de diamètre

La figure 3 montre la répartition des essences forestières recensées en classe de diamètre.

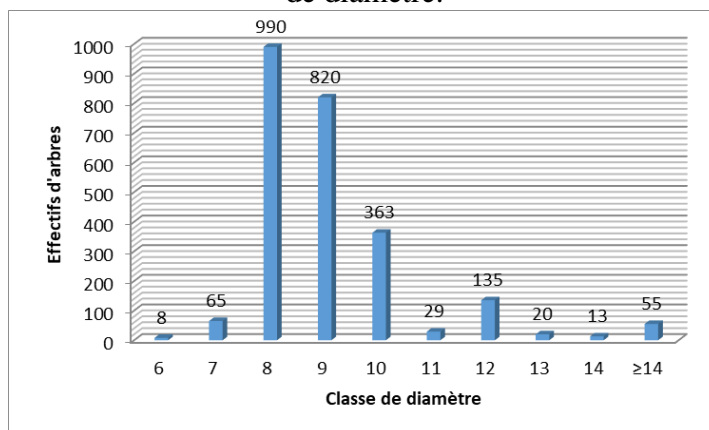


Figure 3 : Répartition en classe de diamètre des essences d'arbres recensées dans l'AAC-2020 Malemba

L'analyse de la classe de diamètre montre une abondance d'arbres dans la classe 7 avec 65 essences, la classe 8 avec 990 arbres, suivis de la classe 9 avec 820 arbres, la classe 10 avec 363 arbres et la classe 12 avec 135 arbres. Les autres sont moins représentées.

### Volume des essences d'arbres inventoriées

Le tableau 3 montre les résultats de calcul du volume à partir des équations du tarif de cubage des différentes essences. Le volume total de l'AAC-2020 est de 8 856 m<sup>3</sup>.

Tableau 3 : Volume des essences calculé à partir des équations du tarif de cubage

Essences	Classes de diamètre										Volume Total
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	≥ 140	
Acajou ou Kaya	0	0	8,066	0	0	0	0	0	0	0	8,066
Accuminata	4,033	0	133,089	88,726	36,297	4,033	8,066	0	0	4,033	278,277
Aiélé	0	0	24,198	8,066	4,033	0	8,066	0	8,066	0	52,429
Alep	0	0	60,495	44,363	0	0	0	0	0	0	104,858
Aniégré	0	0	4,033	0	0	0	0	0	0	0	4,033
Andok	0	0	4,033	0	0	0	0	0	0	0	4,033
Andung	0	0	12,099	8,066	4,033	0	0	0	0	0	24,198
Avodiré	0	0	4,033	0	0	0	0	0	0	0	4,033
Bahia	3,681	3,681	36,81	14,724	0	0	0	0	0	3,681	62,577
<b>Bilinga</b>	<b>0</b>	<b>10,809</b>	<b>381,918</b>	<b>212,577</b>	<b>21,618</b>	<b>3,603</b>	<b>32,427</b>	<b>3,603</b>	<b>3,603</b>	<b>3,603</b>	<b>673,761</b>
Bossé	0	0	96,039	17,785	10,671	3,557	3,557	0	0	0	131,609
Dabéma	0	0	78,855	71,345	22,53	0	7,51	0	0	0	180,24
Diania	0	4,033	68,561	60,495	16,132	4,033	4,033	0	0	4,033	161,32
Dibétou	0	4,033	16,132	12,099	4,033	0	4,033	0	0	0	40,33
Ebiara	0	0	0	4,033	0	0	0	0	0	0	4,033
Essia	0	0	109,809	20,335	12,201	4,067	4,067	0	0	0	150,479
Eveuss	0	4,033	125,023	157,287	181,485	16,132	52,429	4,033	8,066	16,132	564,62
<b>Faro</b>	<b>0</b>	<b>16,132</b>	<b>661,412</b>	<b>810,633</b>	<b>326,673</b>	<b>28,231</b>	<b>137,122</b>	<b>20,165</b>	<b>24,198</b>	<b>24,198</b>	<b>2048,764</b>
Iroko	0	0	0	4,033	0	0	0	0	0	0	4,033
Izombé	0	0	12,099	16,132	0	0	16,132	0	0	0	44,363
Kossipo	0	0	0	12,099	0	0	4,033	0	0	4,033	20,165
Kotibé	0	0	4,033	4,033	0	0	0	0	0	0	8,066
Lati	0	4,033	40,33	28,231	32,264	4,033	0	0	0	0	108,891

Limba	0	0	0	4,033	0	0	4,033	0	0	0	8,066
Limballi	0	0	12,099	4,033	0	0	0	0	0	0	16,132
Longhi rouge	0	3,55	74,55	46,15	39,05	0	10,65	0	0	3,55	177,5
Moabi	0	0	0	14,31715	0	0	14,31715	0	0	0	28,6343
Mukulungu	0	0	52,429	40,33	12,099	0	0	0	0	4,033	108,891
Mutenye	0	0	24,198	56,462	28,231	0	8,066	0	4,033	0	120,99
Niové	0	120,99	415,399	76,627	4,033	4,033	0	4,033	0	0	625,115
Oboto	0	4,033	125,023	112,924	28,231	0	16,132	0	0	0	286,343
Okan	0	0	12,099	4,033	0	0	0	0	0	0	16,132
Onzambili	0	0	12,099	20,165	8,066	0	4,033	0	0	0	44,363
Olon	0	0	0	8,066	4,033	0	0	0	0	0	12,099
Olène	0	0	80,66	88,726	56,462	0	12,099	0	4,033	0	241,98
Padouk	8,31	8,31	149,58	213,29	94,18	11,08	66,48	5,54	0	19,39	576,16
Pao-Rose	3,185	4,185	5,185	6,185	7,185	8,185	9,185	10,185	11,185	12,185	76,85
Safoukala	0	8,066	161,32	108,891	52,429	0	12,099	0	0	12,099	354,904
Tali	0	3,639	189,228	116,448	54,585	0	21,834	0	0	0	385,734
Tené	0	0	4,033	4,033	4,033	4,033	8,066	0	0	0	24,198
Tchitola	0	4,033	475,894	435,564	104,858	16,132	20,165	4,033	0	4,033	1064,712
Vindu	0	0	0	4,033	0	0	0	0	0	0	4,033
<b>Total</b>	<b>19,209</b>	<b>203,56</b>	<b>3674,863</b>	<b>2959,372</b>	<b>1169,445</b>	<b>111,152</b>	<b>488,6342</b>	<b>51,592</b>	<b>63,184</b>	<b>115,003</b>	<b>8856,0143</b>

### Quantité de la biomasse aérienne dans les parcelles inventoriées dans l'AAC

Les résultats du calcul de la biomasse aérienne sont consignés dans le tableau 4. La biomasse aérienne totale de l'AAC-2020 Malemba est de 43 327,29 tonnes inventoriés dans 5 000 ha, soit 8,66 tonnes de matière sèche à l'hectare.

Tableau 4 : Estimation de la biomasse aérienne des essences recensées

NOM PILOTE	NOM SCIENTIFIQUE	FAMILLE	DENSITE	BIOMASSE AERIENNE (en tonnes)
ACCUMINATA	<i>Entandrophragma congoense</i> (Pierre ex De Wild. ) A. Chev.	Meliaceae	0,51	517,57
AIELE	<i>Canarium scheweinfurthii</i> Engl.	Burseraceae	0,49	126,88
ALEP	<i>Desbordesia glaucescens</i> Van Tiegh.	Irvingiaceae	0,6	233,38

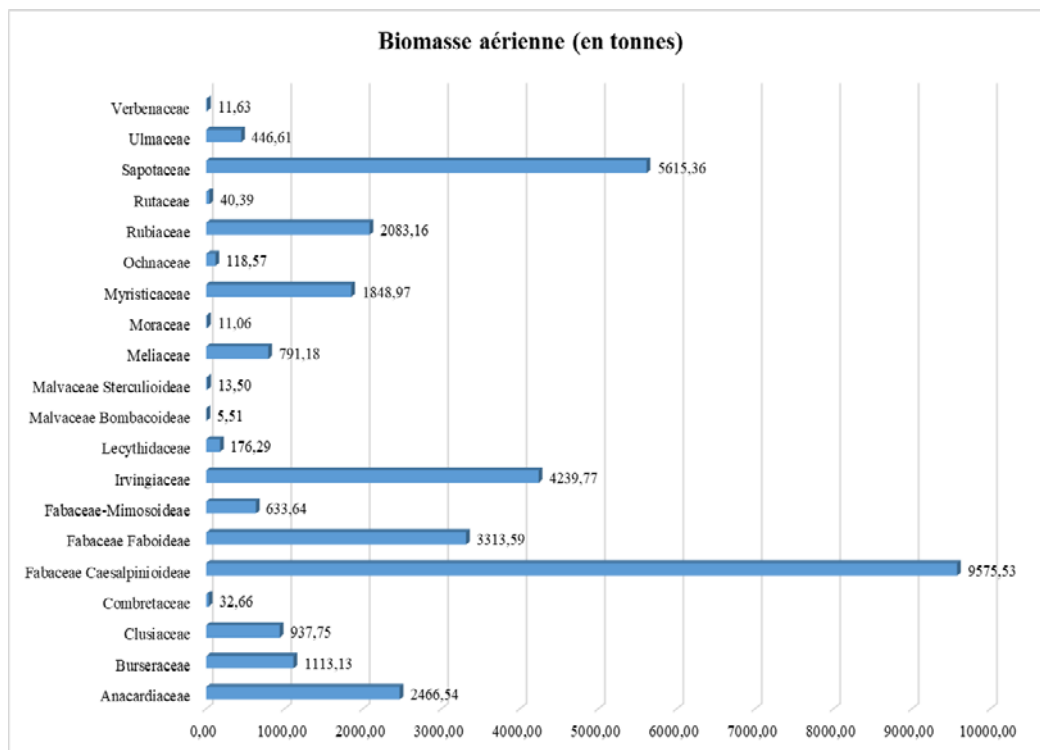
ALONE	<i>Rhodognaphalom brevicuspe</i> (Sprague) Roberty	Malvaceae-Bombacoideae	0,35	5,51
ANDUNG	<i>Aphanocalyx heitzii</i> (Pellegr.) Wieringa	Fabaceae Caesalpinioideae	0,6	57,02
ANIEGRE	<i>Aningeria altissima</i> Aubr. & Pellegr.	Sapotaceae	0,57	14,70
BAHIA	<i>Hallea ciliata</i> Aubr. & Pellegr.	Rubiaceae	0,35	92,91
BILINGA	<i>Sarcocephalus diderrichii</i> Dew.	Rubiaceae	0,63	1990,25
BOSSE CLAIR	<i>Guarea cedrata</i> Pellegr.	Meliaceae	0,63	88,13
DABEMA	<i>Piptadeniastrum africanum</i> Brenan	Fabaceae Mimosoideae	0,69	542,71
DIANIA	<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	Ulmaceae	0,72	446,61
DIBETOU	<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	Meliaceae	0,53	76,00
DOUKA	<i>Tieghemella africana</i> pierre	Sapotaceae	0,69	1779,78
EBIARA	<i>Berlinia bracteosa</i> Benth.	Fabaceae Caesalpinioideae	0,7	12,27
ESSIA	<i>Petersianthus macrocarpus</i> Liben	Lecythidaceae	0,35	176,29
EVEUSS	<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre	Irvingiaceae	1,06	3408,17
EYOUM	<i>Dialum pachphyllum</i> Harms	Fabaceae-Caesalpinioideae	0,94	65,55
FARO	<i>Daniella soyauxii</i> Rolfe	Fabaceae-Caesalpinioideae	0,55	5129,96
IROKO	<i>Milicia excelsa</i> (XeLx.) C;C; Berg.	Moraceae	0,64	11,06
IZOMBE	<i>Testulea gabonensis</i> Pellegr.	Ochnaceae	0,72	118,57
KHAYA	<i>Khaya anthotheca</i> C. DC.	Meliaceae	0,57	7,35
KOSIPO	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	Meliaceae	0,69	102,13
KOTIBE	<i>Nesogordonia kabigaensis</i> (K. Schum.) Capuron ex R. Germ.	Malvaceae Sterculioideae	76	13,50
LATI	<i>Amphimas ferrugineus</i> Pierre	Fabaceae-Caesalpinioideae	0,82	3280,58
LIMBA	<i>Terminalia superba</i> L.	Combretaceae	0,45	32,66
LIMBALI	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> L.	Fabaceae-Caesalpinioideae	0,88	28,14
LONGUI BLANC	<i>Chrysophyllum lacourtianum</i> DeWild.	Sapotaceae	0,75	10,10
LONGUI ROUGE	<i>Chrysophyllum africanum</i> A. DC.	Sapotaceae	0,75	704,48
MOABI	<i>Baillonella toxisperma</i> Pierre	Sapotaceae	0,9	2635,94
MUKULUNGU	<i>Autranella congolensis</i> (De Wild.) A. Chev.	Sapotaceae	0,94	470,35
MUTENYE	<i>Guibourtia arnoldiana</i> De Wild.	Fabaceae(aesalpinioideae)	0,64	3280,58
NIOVE	<i>Staudtia stipitata</i> Warb.	Myristicaceae	0,88	1848,97
OBOTO	<i>Mammea africana</i> Sabine	Clusiaceae	0,8	937,75

OKAN	<i>Cylicodiscus gabunensis</i> Harms	Fabaceae Mimosoideae	0,91	54,50
OLENE	<i>Irvingia grandifolia</i> Engl.	iIrvingiaceae	0,6	598,22
OLON	<i>Zanthoxylum heitzii</i> (Aubrév. & Pellegr.) P.G.Waterman.	Rutacea	0,6	40,39
ONZAMBILI	<i>Antrocaryon klaineana</i> Pierre	Anacardiaceae	0,6	2466,54
PADOUK	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	Fabaceae Faboideae	0,79	3313,59
PAO ROSE	<i>Swartzia fistuloides</i> Harms	Fabaceae Caesalpinioideae	1,02	3291,30
SAFOUKALA	<i>Dacryodes pubescens</i> (Vermoesen) H. Lam.	Burseraceae	0,6	986,25
SIFU-SIFU	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.	Fabaceae Mimosoideae	0,6	36,43
TALI	<i>Erythrophyllum ivorense</i> A. Chev.	Fabaceae Caesalpinioideae	0,91	1581,38
TCHITOLA	<i>Prioria oxyphylla</i> (Harms) Breteler	Fabaceae Caesalpinioideae	0,6	2627,23
TENE	<i>Copaifera religiosa</i> J. Leon	Fabaceae Caesalpinioideae	0,5	73,98
VINDU	<i>Vitex ferrugineus</i> Schumach. & Thom.	Verbenaceae	0,6	11,63
<b>TOTAL</b>				<b>43327,29</b>

A partir de ce résultat, il en découle que le stock de carbone séquestré par les diverses essences est de : 21 663,64 tC et la quantité de CO<sub>2</sub> séquestré ou émis s'élève à 21 663,64 tC x 3,67 soit 75 172,83 tCO<sub>2</sub>

Les émissions planifiées de CO<sub>2</sub> de la coupe de ces essences sont de 75 172,83 tCO<sub>2</sub>.

La quantité de la biomasse aérienne totale est répartie dans les différentes familles botaniques comme l'indique la figure ci-dessous :



**Figure 4 : Variation de la biomasse aérienne par famille botanique dans l'AAC-2020 Malemba**

L'analyse de la figure 4 montre la dominance de la famille des Fabaceae-Caesalpinoideae avec 9 575,53t, suivie des Sapotaceae avec 5 615,36t, des Irvingiaceae avec 4 239,77t, des Fabaceae-Faboideae avec 3 313,59 et des Rubiaceae avec 2 083,16t. En revanche, toutes les autres familles sont les moins représentées.

**Prévision des émissions du CO<sub>2</sub> dues à l'exploitation forestière**

**Émissions dues à la construction des routes et à l'installation des parcs forêt**

A l'aide de la carte de prévision de la construction des routes et de l'installation des parcs dans l'AAC-2020 Malemba, il a été calculé la donnée de l'activité relative à ces activités (Tableau 5).

**Tableau 5 : Superficie de forêt ouverte par la construction des routes**

Numéro	Types de routes	Longueur (m)	Largeur (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)
1	Routes principales	18852	33	622116	62,2116
2	Routes secondaires	26482	18	476676	47,6676
<b>Total</b>				<b>1098792</b>	<b>109,8792</b>

La superficie ouverte pour la construction des routes est de 109,8792 ha. La quantité de matière sèche équivalente est de :  $109,8792 \text{ ha} \times 273 \text{ t/ha} = 29\,997,02$  tonnes et la quantité de Carbone correspondant est de :  $29\,997,02$  tonnes  $\times 0,5 = 14\,998,51$  tC.

La quantité des émissions du CO<sub>2</sub> correspondante sera de  $14\,998 \text{ tC} \times 3,67 = 55\,044,53$  tCO<sub>2</sub>

En ce qui concerne les parcs forêt, il a été prévu l'installation de 14 parcs forêts dans l'AAC-2020 Malemba. De plus, il faut 0,07 ha pour mettre en parc une grume. Le tableau 6 met en exegue la superficie de chaque parc forêt à ouvrir.

**Tableau 6 : Superficie des différents parcs à ouvrir**

Parcs	Nombre de grumes	Superficie unitaire du parc utile pour le parking d'une grume (ha)	Superficie totale des parcs (ha)
<b>Parcs 1</b>	268	0,007	1,876
<b>Parcs 2</b>	147	0,007	1,029
<b>Parcs 3</b>	287	0,007	2,009
<b>Parcs 4</b>	59	0,007	0,413
<b>Parcs 5</b>	196	0,007	1,372
<b>Parcs 6</b>	121	0,007	0,847
<b>Parcs 7</b>	108	0,007	0,756
<b>Parcs 8</b>	220	0,007	1,54
<b>Parcs 9</b>	239	0,007	1,673
<b>Parcs 10</b>	257	0,007	1,799
<b>Parcs 11</b>	282	0,007	1,974
<b>Parcs 12</b>	130	0,007	0,91
<b>Parcs 13</b>	90	0,007	0,63
<b>Parcs 14</b>	92	0,007	0,644
<b>Total</b>	<b>2496</b>		<b>17,472</b>

La prévision de l'ouverture des superficies des parcs forêt est de 17,472 ha. Le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> correspondantes est présenté dans le tableau 7.

**Tableau 7: Emissions prévisionnelles de CO<sub>2</sub> dues à l'installation des parcs forêt**

Parcs	Superficie totale des parcs (ha)	Qté de matière sèche (t)	Qté de carbone (tC)	Emission de CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> )
<b>Parcs 1</b>	1,876	512,148	256,074	939,792
<b>Parcs 2</b>	1,029	280,917	140,459	515,483
<b>Parcs 3</b>	2,009	548,457	274,229	1006,419
<b>Parcs 4</b>	0,413	112,749	56,375	206,894



<b>Parcs 5</b>	1,372	374,556	187,278	687,310
<b>Parcs 6</b>	0,847	231,231	115,616	424,309
<b>Parcs 7</b>	0,756	206,388	103,194	378,722
<b>Parcs 8</b>	1,540	420,420	210,210	771,471
<b>Parcs 9</b>	1,673	456,729	228,365	838,098
<b>Parcs 10</b>	1,799	491,127	245,564	901,218
<b>Parcs 11</b>	1,974	538,902	269,451	988,885
<b>Parcs 12</b>	0,910	248,430	124,215	455,869
<b>Parcs 13</b>	0,630	171,990	85,995	315,602
<b>Parcs 14</b>	0,644	175,812	87,906	322,615
<b>Total</b>	<b>17,472</b>	<b>4769,856</b>	<b>2384,928</b>	<b>8752,686</b>

Les émissions totales du CO<sub>2</sub> qui seront générées par l'ouverture des parcs forêt sont de 8 752,686 tCO<sub>2</sub>.

### **Synthèse des émissions prévisionnelles du CO<sub>2</sub> générées par l'exploitation forestière dans l'AAC Malemba**

Les sources d'émissions de CO<sub>2</sub> pendant une exploitation forestière sont probablement diverses. Dans cette étude, nous avons identifié quatre sources d'émissions prévisionnelles du CO<sub>2</sub> pendant l'exploitation forestière de l'assiette annuelle de coupes de Malemba. Le tableau 8 montre les différentes sources et les émissions correspondantes.

**Tableau 8 : sources d'émissions de CO<sub>2</sub>**

<b>Sources des émissions de CO<sub>2</sub></b>	<b>Émissions (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Pourcentage d'émission (%)</b>
<b>Biomasse aérienne</b>	43 327,29	28
<b>Abattage</b>	50 015,34	32
<b>Routes</b>	55 044,43	35
<b>Parcs</b>	8 752,68	5
<b>Total</b>	<b>157 139,74</b>	<b>100</b>

La prévision totale des émissions de CO<sub>2</sub> suivant les quatre sources d'émissions identifiées est de 157 139,74 tCO<sub>2</sub>. Dans les conditions d'exploitation de l'AAC Malemba, la source la plus émettrice de CO<sub>2</sub> est la construction des routes (35% ; n = 55 044,43 tCO<sub>2</sub>), suivie de l'abattage des arbres (32% ; n = 50 015,34 tCO<sub>2</sub>) et de la biomasse des arbres (28% ; n = 43 327,29 tCO<sub>2</sub>) (Tableau 8).

## Discussion

L'objectif général de cette étude était de connaître la composition floristique de la ressource ligneuse exploitable et la planification des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'AAC 2020 Malemba.

## Composition floristique

Le recensement des arbres dans l'AAC-2020 Malemba a permis de dénombrer 2496 arbres de DBH  $\geq$  60 cm, répartis en 45 espèces et 20 familles botaniques. Au total 102 parcelles de 50 ha chacune et deux parcelles de moins de 50 ha ont été délimitées à travers les travaux de layonnage. Sur le plan qualitatif, ce sont les familles des Fabaceae-Caesalpinioideae (39,6%), des Meliaceae (13,3%) et des Sapotaceae (13,3%) qui sont les plus nombreuses. Par contre, en termes de nombre d'arbres, ce sont les Fabaceae-Faboideae (24,4%), les Sapotaceae (11,8%), les Irvingiaceae (8,9%) et les Rubiaceae (8,4%) qui dominent dans toute l'AAC-2020 Malemba.

En ce qui concerne les essences à exploiter, la famille des Fabaceae-Caesalpinioideae est représentée par le Faro (502 pieds), le Tchitola (286 pieds), le Tali (98 pieds), le Mutényé (31 pieds), le Lati (26 pieds) et le Pao rose (24 pieds). En dehors du Faro qui n'est presque pas commercialisé au Congo, toutes les autres essences peuvent faire partie du volume maximal annuel (VMA) de l'AAC Malemba. Ce stock d'essences du VMA est complété par le Padouk (199 pieds), l'Accuminata (69 pieds), le Kossipo (5 pieds), l'Aiélé (13 pieds), le Safukala (88 pieds), l'Eveuss (140 pieds), le Bilinga (192 pieds), le Bahia (17 pieds) et le Niové (152 pieds). Le volume total de l'AAC Malemba calculé par la méthode des tarifs de cubage est de 8 856 m<sup>3</sup>. L'autorité forestière congolaise propose deux méthodes de calcul du volume sur pied de l'arbre. Il s'agit de la méthode du volume moyen attribué pour chaque arbre ayant atteint un diamètre d'exploitabilité et la méthode des équations des tarifs de cubage. Il a été démontré que la première sous-estime le volume réel et le second est plus proche de la réalité (PAGEF, 2015).

## Émissions planifiées du CO<sub>2</sub>

Les inventaires d'exploitation permettent de connaître les essences et le volume des ressources ligneuses à mobiliser pour la coupe (Ngoya-Kessy, 2019) ; C'est une planification des essences à exploiter au cours de l'année. Dans le cadre de la REDD+, il s'agit de planifier les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la coupe des arbres (CNREDD, 2016).

En effet, les inventaires d'exploitation au Congo exigent qu'après le passage de l'équipe d'inventaire qui recense tous les pieds d'arbres exploitables avec leur qualité, une seconde équipe revient sur les traces de la première pour confirmer les essences qui seront réellement exploitées. Le présent travail a

pris en compte le potentiel des arbres exploitables recensés, c'est-à-dire l'ensemble des essences inventoriées pour le calcul des émissions de CO<sub>2</sub>. En revanche, la planification des émissions de CO<sub>2</sub> a nécessité la prise en compte de la biomasse aérienne de l'ensemble de la ressource ligneuse inventoriée, l'abattage des essences recensées, puis, la planification de l'ouverture des routes et l'installation des parcs forêt. Le total des émissions du CO<sub>2</sub> de ces différentes sources d'émissions est estimé à **157 139,74tCO<sub>2</sub>** pour 5 000 ha soit 31,41 tCO<sub>2</sub>/ha. Cette valeur d'émission (31,41 tCO<sub>2</sub>/ha) est relativement faible et cela pourrait s'expliquer par le fait que la forêt du Mayombe en général et l'UFE Boubissi en particulier a subi plusieurs cycles d'exploitation (Koubouana et al. 2019). D'ailleurs, Durrieu de Madron et al. (2011) ont montré que les forêts tropicales d'Afrique centrale, aussi bien les forêts matures que les forêts secondaires non exploitées, séquestrent en moyenne 118 tCO<sub>2</sub>/ha de biomasse épigée. Le stock calculé par Brown et al. (2005) dans la forêt dense du Congo est de 276,7 tC/ha Lewis et al. (2009), sur 163 ha (79 parcelles) répartis dans dix pays du bassin du Congo, fournissent un stock de 202 tC/ha épigées, pour les arbres de plus de 10 cm de diamètre. Djuikouo et al. (2010), sur 14 ha (14 parcelles) dans trois types de forêts différents (de la forêt sur terre ferme à la forêt inondable), donnent des valeurs ramenées en tC/ha épigées de 283 à 182 pour les arbres de plus de 10 cm de diamètre.

En outre, cette étude a aussi permis de montrer que la construction des routes pendant l'exploitation forestière est la principale source d'émission de CO<sub>2</sub>. En effet, les routes principales et secondaires représenteraient globalement 1 à 2 % de surface perturbée (Durrieu de Madron et al., 1998). Généralement l'exploitation conventionnelle construit son infrastructure routière sans tenir compte de la richesse des peuplements végétaux et avec une cartographie peu précise (Durrieu de Madron et al., 1998). Certaines routes ne seront pas utilisées car non praticables par les grumiers (pentes trop fortes), tandis que d'autres nécessiteront un réseau important de bretelles et de débardages pour atteindre les essences à exploiter. Dans ces conditions, la perte de carbone est très importante par rapport à d'autres composantes telles que le débardage ou l'abattage. La méthode EFIR permettrait d'éviter environ 30 % des dommages liés à l'ouverture des routes et des parcs à grumes (Jonkers & Van Leersum, 2000 ; Capel, 2017).

En ce qui concerne l'abattage, la quantité de carbone en jeu lors de l'abattage a été estimée par Brown et al. (2005) en République du Congo dans une concession sous plan d'aménagement pratiquant des techniques EFIR, avec un diamètre moyen des arbres abattus de 123 cm. Ces auteurs estiment que la quantité de carbone extraite est de 6,82 tonnes de carbone (tC) par arbre abattu. En considérant que tous les arbres recensés dans l'AAC Malemba seront tous exploités, la quantité de carbone extraite par arbre abattu sera de

157 139,74 tCO<sub>2</sub>/2496 arbres = 62,95 tC/arbre. Ce résultat est élevé par rapport à celui de Brown et al. (2005) qui ont trouvé une valeur de 25,03tC/ha. Cette différence serait probablement liée au fait que notre étude prend en compte tous les arbres de DBH  $\geq$  60 cm tandis que les travaux de Brown et al. (2005) ont considéré plutôt les arbres de DBH  $\geq$  120 cm. Dans notre étude, nous avons pris en compte le diamètre moyen d'exploitabilité de la plupart des espèces rencontrées, selon la loi forestière congolaise, qui est de DBH  $\geq$  60 cm.

## **Conclusion**

Cette étude a permis de connaître la richesse de la flore ligneuse exploitable et les émissions planifiées du CO<sub>2</sub> dans l'AAC 2020 Malemba. Il ressort des résultats obtenus que l'ACC 2020 possède un potentiel en termes de volume important qui peut être mobilisable pour les besoins de transformation et d'exportation. De plus, il existe dans cette AAC des essences très intéressantes qui pourraient constituer le VMA à exploiter telles que Moabi, Douka, Mutenyé, Mukulungu, Tali, Padouk, Tchitola, Pao Rose. D'autres espèces aussi abondantes telles que le Faro sont à promouvoir pour une gestion durable des ressources forestières.

Les résultats de notre étude montrent que sur 5000 ha, 2496 pieds appartenant à 43 familles pour un volume prévisionnel total de 8 856 m<sup>3</sup> par application de la méthode des équations des tarifs de cubage. La planification des émissions du CO<sub>2</sub> consécutive à l'exploitation forestière industrielle de l'assiette annuelle de coupe Malemba est de 157 139,74 tCO<sub>2</sub>. Les différentes sources d'émissions du CO<sub>2</sub> considérées sont la construction des routes (32%), la biomasse des arbres recensés (avec 28%), l'abattage des arbres (35%) et l'installation des parcs forêt (5%).

L'exploitation forestière industrielle génère plusieurs sources d'émission du CO<sub>2</sub>. En plus des quatre sources traitées dans ce travail, Il sera important de planifier les émissions qui seraient dues au débusquage et au débardage des grumes. Cet ensemble connaissances antérieures avant d'engager l'exploitation pourrait contribuer à la réduction des impacts négatifs de l'exploitation forestière par la préparation des procédures d'exploitation à faible impact.

## **Conflit d'intérêts**

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas d'intérêts concurrents

## **Contributions des auteurs**

Les auteurs Félix KOUBOUANA, Irène Marie Cécile MBOUKOU KIMBATSA née GOMA, Saint Fédriche NDZAI et Bénicia Mariotte BISSANGA ont participé à la collecte des données et à l'interprétation des

résultats. Leckoundzou AYESSAet Donatien NZALA ont contribué à la compilation et à la relecture finale de cet article.

### Remerciements

Nous remercions très sincèrement, les para-taxonomistes du village Malemba pour leur aide sur le terrain.

### References:

1. Alamgi M. & Amin M., (2008). - Allometric models to estimate biomass organic carbon stock in forest vegetation. *Journal of Forestry Research* 19(2):101-106. DOI:10.1007/s11676-008-0017-4.
2. Brown S., Pearson T., Moore N., Parveen A., Ambagis S., Shoch D. (2005). Impact of selective logging on the carbon stocks of tropical forests: Republic of Congo as a case of study. Deliverable 6: logging impacts on carbon stocks. Little Rock, AR, États-Unis, Winrock International, 21 p.
3. Capela-C, (2017). Etude d'opportunité du mécanisme REDD+ pour le secteur forestier privé. FFEM, ATIBT, ONFi, 68p.
4. CNIAF (2018). Rapport d'inventaire forestier de pré-investissement de l'Unité Forestière d'Exploitation (UFE) Boubissi secteur forestier sud, zone 1 Kouilou, UFA I.
5. CNREDD, (2019). Stratégie nationale REDD+ de la République du Congo., Brazzaville, Congo, 118p.
6. Djuikouo M. N. K., Doucet J.-L., Nguembou C. K., LEWIS, S. L., Sonké B., (2010). Diversity and aboveground biomass in three tropical forest types in the Dja Biosphere Reserve, Cameroon. *African Journal of Ecology*, 48 (4): 1053-1063.
7. DURRIEU DE MADRON L., FORNI E., 1997. Aménagement forestier dans l'Est du Cameroun : structure du peuplement et périodicité d'exploitation. *Bois et Forêts des Tropiques*, 254 : 39-64.
8. Durrieu de Madron L., Beauwens S, Giraud A, Hubert D, Billard A. (2011). Estimation de l'impact de différents modes d'exploitation forestière sur les stocks de carbone en Afrique centrale. *Bois et Forêts des Tropiques* 308 (2) ; 75-86.
9. Durrieu de Madron L., Forni E., Mekok M., (1998). Les techniques d'exploitation à faible impact en forêt dense humide camerounaise. Montpellier, France, Cirad-Forêt, série Forafri, n° 17, 28p.
10. Ekoungoulou R, Nzala D, Liu X. & Niu S., (2018). Tree Biomass Estimation in Central African Forests Using Allometric Models *Open Journal of Ecology*, 2018, 8, 209-237 <http://www.scirp.org/journal/oje>
11. FAO. (2020). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020, Rome, Italie, ISBN: 978-92-5-133645-8. 234p.

12. Fayolle A., Ngoumanda A., Mbasi M., Barbier N., Boko Y., Boyamba, F., Couteron, P., Fonto N., Kamdem N., Katemba J., Kondaoulé H.J., Loumeto J., Maidou H.M., Mankou G., Mengui T., Mofack J., Moundounga C., Moundounga Q. & Madjibé V. (2018). A regional allometry for the Congo basin forests based on the largest ever destructive sampling. *Forest Ecology and Management*, Volume 430, 15 December 2018, Pages 228-240.
13. Jacques G. & Saugier B., (2008). – Les puits de carbone. Lavoisier-Tec & Doc. , 171p.
14. Jamet R & Rieffel (1976). - Carte pédologique du Congo à 1/200.000 : feuille Pointe-Noire, feuille Loubomo. Publications des scientifiques de l'IRD. Paris : ORSTOM, 1976, 169 p.
15. Jonkers W. (2000). Logging, damage and efficiency: a study on the feasibility of reduced impact logging in Cameroon. Final report. Kribi, Cameroun, The Tropenbos-Cameroon Programme, 57 p.
16. Lewis S., Lopez-Gonzalez G., Sonké B., Affum-Baffoe K., Baker T., Ojoj L., hillips O., REITSMA J., White L., Comiskey J., Djuikouo M. N., Ewango C., Feldpausch T., Hamilton A., Glood M., Hart T., Hladik A., Jon Lloyd J., Makana J. R., Malhi Y., Mbago F., Ndangalasi H., Peacock J., Peh K., Sheil., Sunderland T., Swaine M., Taplin J., Taylor D., Thomas S., Votere R., Wöll H., (2009). Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature*, 457: 1003-1006.
17. Koubouana, F., Ifo, S. A., Moutsambote, J. M., Banzouzi, R. R. F., Akobe, A., Openga Ikama, C., Mantota, A. B., Ndzai, S., & Mbemba, M. (2015). Structure and Flora Tree Biodiversity in Congo Basin: Case of a Secondary Tropical Forest in Southwest of Congo-Brazzaville. *Research in Plan Sciences*, 3, 49-60.
18. Koubouana F., (2010). – Rapport de l'étude écologique de l'UFA Ipendja, THANRY-CONGO, Département de la Likouala. Rapp. De l'étude ; Brazzaville, Congo, 165p.
19. Laporte N., Lin T. (2004.) Utilisation de la télédétection pour le développement des Plans d'aménagement et le suivi de l'exploitation forestière au Nord Congo. Woods Hole Research Center, WCS, CIB, 21 p.
20. Ngoya-Kessy A. M., (2019). Etat des lieux du secteur privé de la filière forêt-bois au Congo, ATIBT, UMNG, 67p.
21. Nzila, J. DD. (1996). Principales caractéristiques des sols des reboisements dans la région de Pointe-Noire. UR2PI. 15p.
22. Pan Y., Birdsey R.A., Fang J, Houghton R., Kauppi P.E., Werner A.K., Oliver L.P., (2011). A large and persistent carbon sink in the world. *Sciences* 333: 988-993.

23. Pignard G., Dupouey J.L., Arrouays D. & Loustau D. (2004) - Carbon stocks estimates for French forests. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2000 4 (4), 285–289.
24. Sist P., Dykstra D., Fimbel R., (1998). Reduced impact logging guidelines for Lowland and hill dipterocarp forest in Indonesia. CIFOR occasional paper n° 15. Directives pour l'application des techniques d'exploitation à faible impact (EFI). Au Gabon: objectifs, principaux et enjeux. Séminaire FORAFRI de Libreville. Session 4: exploitation, aménagement, gestion, 26 pp.
25. Ravindranath N.H., Srikantiah S.B. & Madhav Gadgil M. (1987). Carbon Flows in Indian Forest. *Climatic Change* 35(3):297-320. DOI:10.1023/A:1005303405404.
26. Van der Werf G.R., Morton D.C., DeFries R.S., Olivier J.G.J., Kasibhatla P.S., Jackson R.B., Collatz G.J et Randerson J.T., (2009). CO<sub>2</sub> emissions from forest loss. *Nature Geosci* 2, 211, 737-738.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Etude de la filière du *Moringa oleifera* dans cinq (5) marchés de la Communauté Urbaine de Niamey (CUN)

**Nadia Arouna Amadou,  
Rahila Hama Garba,  
Mahamane Sabiou Sani Maazou,  
Ousseini Zakaria,  
Haoua Sabo Seini,**

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

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p99](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p99)

Submitted: 18 January 2021

Accepted: 18 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Amadou N.A., Garba R.H., Maazou M.S.S., Zakaria O., & Haoua S.S., (2022). *Etude de la filière du Moringa oleifera dans cinq (5) marchés de la Communauté Urbaine de Niamey (CUN)* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 99.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p99>

### Résumé

Dans un contexte de crise alimentaire, l'utilisation de ressources locales comme le moringa est primordiale pour réduire la dépendance vis-à-vis des denrées importées. C'est dans cette optique qu'une enquête a été menée dans cinq (5) marchés de la communauté urbaine de Niamey (CUN) pour inventorier les produits et sous-produits du *Moringa oleifera*. A cet effet, une enquête descriptive, avec un échantillonnage par commodité, est effectuée à l'aide d'un questionnaire semi-ouvert et traité avec SPSS version 20. Au total 25 commerçants ont été enquêtés, réparties dans 5 marchés de Niamey (harobanda, dolé, wadata, dar es salam et katako). Il ressort de cette étude que 80% des enquêtés sont mariés et 48% sont analphabètes. La vente du moringa est assurée à 56% par les femmes. Les feuilles fraîches sont les plus commercialisées (72%) et les formes transformées (séchées et précuites séchées) occupent le 20% des produits. Le Moringa frais provient essentiellement des contrées qui longent le fleuve comme balleyara, torodi, sagaia, et gourma. Le Moringa transformé provient principalement de la région de Maradi. Deux variétés du Moringa (la variété locale et la variété pkm-1) sont observées dont les prix varient de 5000F à 50000F le sac selon la



saison. Les enquêtés connaissent à 84% les utilisations nutritionnelles et médicinales (diabète, hypertension artérielle, l'ulcère) du moringa. Le mouillage (44%) reste la principale méthode de conservation de ces feuilles.

---

**Mots clés :** Moringa oleifera, feuilles, sous-produits, marchés, Niamey

## **Inventory of *Moringa oleifera* leaf by-products in five (5) markets in Niamey (Niger)**

*Nadia Arouna Amadou,  
Rahila Hama Garba,  
Mahamane Sabiou Sani Maazou,  
Ousseini Zakaria,  
Haoua Sabo Seini,*

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

---

### **Abstract**

In a context of food crisis, the use of local resources such as *Moringa oleifera* is essential to reduce dependence on imported food it is with this in mind that a survey was carried out in five (5) markets of the Niamey urban community (CUN) to inventory the products and by-products of *Moringa oleifera*. To this end, a descriptive survey, with sampling for convenience, is carried out using a semi-open questionnaire. 25 traders were surveyed, spread over five markets in Niamey (harobanda, dolé, wadata, dar es salam and katako).

It emerges from this study that 80% of the respondents are married and 48% are illiterate. Women sell 56% of Moringa. Fresh leaves are the most sold (72%) and processed forms (dried and pre-cooked dried) occupy 20% of the products. The fresh Moringa comes mainly from the regions that run along the river such as balleyara, torodi, saguia, and gourma...and the processed Moringa comes mainly from the Maradi region. Two varieties of Moringa (the local variety and the pkm-1 variety) are observed, the prices of which vary from 5000F to 50000F per bag depending on the season. Eighty four % of the respondents know the nutritional and medicinal uses (diabetes, arterial hypertension, and ulcer) of moringa. Wetting (44%) remains the main method of preserving these leaves.

---

**Keywords:** *Moringa oleifera*, leaves, by-products, markets, Niamey (3-5 words)

### **Introduction:**

La Stratégie de l'Initiative 3N, « les Nigériens Nourrissent les Nigériens » visant la Sécurité Alimentaire et le Développement Agricole Durable a pour objet principal de «mettre les populations nigériennes à l'abri de la famine et de leur garantir les conditions d'une pleine participation à la production nationale et à l'amélioration de leurs revenus».

Destinée, entre autres, à la promotion du développement rural et la transformation structurelle de l'économie nationale, l'Initiative 3N comporte un volet relatif à la valorisation des produits forestiers ligneux et non-ligneux notamment au niveau de son Plan d'Investissement Prioritaire PIP7. En effet, le Niger regorge d'énormes potentialités en matière de production forestière qui contribuent à l'amélioration des conditions de vie socio-économique des populations rurales et urbaines. Certaines de ces ressources, particulièrement les produits forestiers non ligneux dont les feuilles de *Moringa oleifera*, contribuent largement à l'amélioration des conditions de vie socio/économique des producteurs, soit directement par leur consommation ou indirectement par les revenus générés par leur commercialisation. Selon le Centre National des Semences Forestiers (CNSF), la culture de *Moringa* s'est particulièrement développée dans certaines zones au Niger depuis quelques dizaines d'années où elle constitue aujourd'hui, pour de nombreuses familles d'agriculteurs, une activité importante et presque exclusive (Abdoulaye. 2011).

Le *Moringa oleifera* communément appelé windu bundu en Zarma, zogala ou el makka en Haoussa est une plante dont la production occupe une place de choix au Niger. La demande existe, l'offre reste insuffisante. La demande est également présente toute l'année. Les feuilles de *Moringa* consommées, seules ou associés à d'autres produits (tourteaux / pâte d'arachide, farine de manioc, couscous de riz ou de maïs). La demande est généralement forte à Niamey surtout pendant le mois de ramadan et les festivités (mariages, baptêmes). A l'heure actuelle, il n'existe aucune donnée statistique sur la production nationale de feuilles fraîches de *Moringa*, ni sur l'offre et la demande de cette denrée, encore moins sur la consommation par habitant (Gamatié, 2005)

Les deux grands bassins de production sont Maradi et ses alentours, Niamey et ses alentours. Pourtant, d'après tous les producteurs de moringa interrogés, cette culture rapporte, et même beaucoup où le *Moringa oleifera* a pris une part importante dans le système de production et sa culture connaît une véritable expansion. Il fait l'objet d'une production à grande échelle et d'un commerce florissant pour les producteurs (Kimba et al. 2010).

En effet depuis un certain temps plusieurs producteurs maraichers se consacrent uniquement à sa production en culture irriguée. On distingue ainsi deux espèces de moringa qui sont beaucoup cultivées au Niger, à savoir l'espèce la plus populaire le *Moringa oleifera*, et l'espèce *Moringa*

*stenopetala*. A ces deux espèces s'ajoutent les variétés améliorées du Moringa, tel que la pkm-1 qui résiste plus aux ennemis de culture.

Originaire de l'Inde, *Moringa oleifera* (Mo) est également indigène dans de nombreux pays d'Afrique, d'Arabie, d'Asie du Sud-Est, du Pacifique et des Caraïbes, et en Amérique du Sud (Price, 2007).

Mo arbre tropical, courant en Afrique, est passé en une décennie, du statut de plante inconnue à celui de nouvelle ressource alimentaire et économique pour les pays du Sud (Atakpama et al. 2014). Très largement répandu à travers le monde, cette espèce suscite plus d'intérêts auprès des Organisations Non Gouvernementales (ONG), des scientifiques et même des entrepreneurs (Olson, 2001 ; Saint Saveur et Broin, 2006).

Les feuilles de *Moringa oleifera* ont été caractérisées pour contenir un équilibre nutritionnel souhaitable, contenant des vitamines, des minéraux, des acides aminés et des acides gras (Moyo et al. 2011 ; Teixeira et al. 2014 ; Razis et al. 2014). De plus, les feuilles contiendraient divers types de composés antioxydants tels que l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les composés phénoliques et les caroténoïdes (Alhakmani et al. 2013 ; Vongsak et al. 2014).

Elles sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19-35 % de matière sèche (MS). Les feuilles matures contiennent moins de protéines que les jeunes feuilles du fait de leur teneur élevée en fibres, notamment en cellulose brute variant de 9,13-28,2% MS. Les feuilles de Mo ont un bon profil en acides aminés. Un phénomène plutôt rare pour une plante, elles possèdent les 10 acides aminés essentiels à l'homme (Fuglie, (2002) ; Adeyinka et al. (2008) ; Olugbemi et al. (2010).

Le *Moringa oleifera* est une plante très riche en nutriments, dotée de propriétés médicinales exceptionnelles et largement utilisée pour traiter divers problèmes de santé (Farooq et al. 2012).

Des études pharmacologiques ont démontré que *Moringa oleifera* possède des activités hypoglycémiques, hypotensives, antimicrobiennes, hépato protectrices, immun modulatrices, antioxydants et anti tumorales (Anwar et al. 2007 ; Sudha et al. 2010 ; Mahajan et Mehta, 2010). Ces activités biologiques pourraient être attribuées à la présence de métabolites secondaires des plantes présents chez Mo tels que les caroténoïdes, les vitamines, les minéraux, les acides aminés, les stérols, les glycosides, les alcaloïdes, les flavonoïdes et les composés phénoliques (Auwal et al. 2013).

Aujourd'hui, les feuilles de *Moringa oleifera* sont fortement consommées par la majorité des ménages nigériens, au niveau de la restauration des participants à des ateliers, des rencontres cérémoniales, très sollicitées dans le mois de Ramadan, et encore utilisées dans la pharmacopée traditionnelle. Dans tous les cas de figure, les feuilles de Moringa sont très appréciées et subissent diverses transformations pour l'alimentation des Nigériens.

Les principaux enjeux résident maintenant dans la campagne d'information et de vulgarisation de ce super aliment vert.

D'où la présente étude qui vise à suivre la chaîne de valeur du *Moringa oleifera* dans cinq(5) marchés de Niamey.

### **Matériel et méthodes**

#### **Présentation de la communauté urbaine de Niamey**

La communauté urbaine de Niamey créée par la loi 2002-015 du 11 Juin 2002, est une des huit régions du Niger, située à 13°31 de latitude nord et 2°6 de longitude Est et couvre une superficie de 239263 km<sup>2</sup>, et est localisée au bord du fleuve Niger dans la partie Ouest du pays.

Elle se présente en deux zones : la zone urbaine qui correspond à la grande agglomération de Niamey subdivisée en cinq arrondissement communaux et la zone péri-urbaine qui comprend tous les villages administrativement liés aux communes et situés de 5 à 15 km autour de la ville de Niamey (Chaibou et al, 2011).

#### **Matériel**

Ce travail a été réalisé grâce à un questionnaire semi-ouvert composé de 19 questions axées sur l'identité des enquêtés, les variétés des feuilles de moringa consommées, le mode de conservation, les connaissances nutritionnelles et thérapeutiques du moringa...

#### **Méthodes**

##### **Choix des marchés**

Au total cinq (5) marchés connus ont été retenus en fonction de la place qu'ils occupent dans la commercialisation du *Moringa oleifera*, la procédure d'échantillonnage est de cinq individus par marché choisis en fonction de leur importance pour la commercialisation des feuilles de Moringa.

**Tableau 1 : Répartition des zones d'enquêtes (les marchés)**

<b>Marché</b>	<b>Quartier</b>	<b>Arrondissement</b>
<b>Harobanda</b>	Karadjé	IVème arrondissement
<b>Dolé</b>	Koura me	IIème Arrondissement
<b>Wadata</b>	Wadata	IVème arrondissement
<b>Daressalam</b>	Bobiel	IIème arrondissement
<b>Katako</b>	Boukoki	IIIème arrondissement

#### **Méthodologie :**

La méthode consiste à soumettre au niveau de chaque marché (harobanda, dolé, wadata, dar es salam, katako) un questionnaire à cinq (5) commerçants qu'ils soient détaillants ou grossistes. Il s'agit d'un questionnaire

semi-ouvert d'une vingtaine de question. La procédure est un échantillonnage par boule de neige basé sur le savoir des enquêtés. En effet, de part son aspect de commodité, les enquêtés détenant le plus de connaissance sur la commercialisation du *Moringa oleifera* et sur la plante elle-même, ont été les sujets de notre enquête. Dans un souci d'uniformité et de conformité, le chiffre cinq (5) a été retenu par marché.

Par la suite, les produits et /ou les sous-produits du moringa sont achetés chez les enquêtés de part leur disponibilité qui constituent nos échantillons pour des analyses microbiologiques, nutritionnelles et biochimiques qui sont en cours de réalisation.

### Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été analysés en utilisant les statistiques descriptives par les logiciels informatiques (Excel 2013 et SPSS).

### Résultats et discussion

#### Résultats

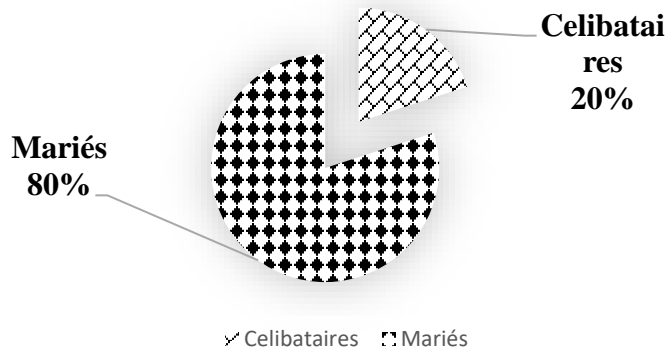
#### Identité des enquêtés

L'analyse de la **figure 1** nous montre que la commercialisation du Moringa est une activité pratiquée à 56% par les femmes et 44% par les hommes.



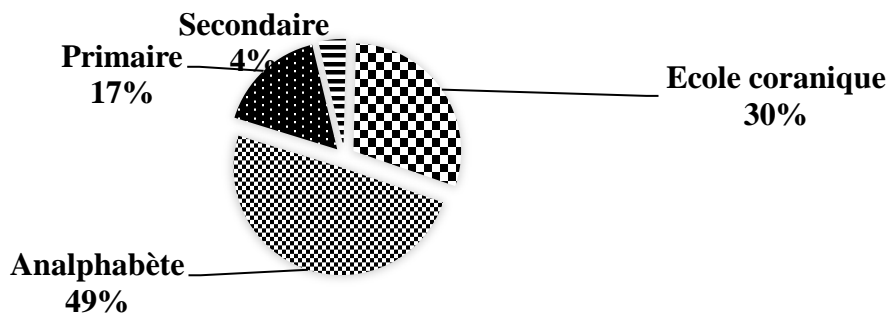
**Figure 1** : Répartition des enquêtés par genre

La situation matrimoniale des enquêtés (figure 2) est telle eu 80% sont mariés et 20% sont célibataires.



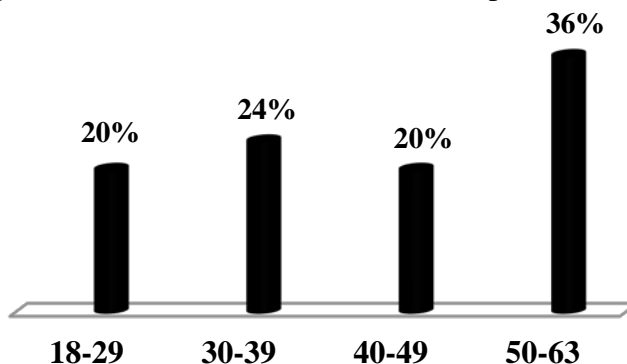
**Figure 2 :** La situation matrimoniale

La figure 3 nous renseigne sur le niveau d’instruction. Ce niveau est tel que 48% des enquêtés ont analphabètes, 29% ont fait l’école coranique, 16% ont le niveau primaire et 4% ont le niveau secondaire



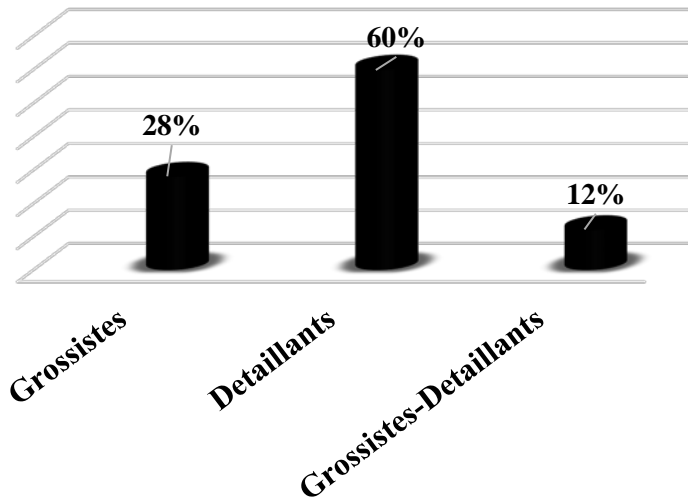
**Figure 3 :** Répartition des enquêtés par genre

La filière de la commercialisation du moringa est une activité pratiquée par tous les âges. En effet, selon la figure 4 la tranche d’âge de ces commerçants varie de 18 ans- 63 ans avec une prédominance de la trentaine.



**Figure 4 :** l’âge des enquêtés

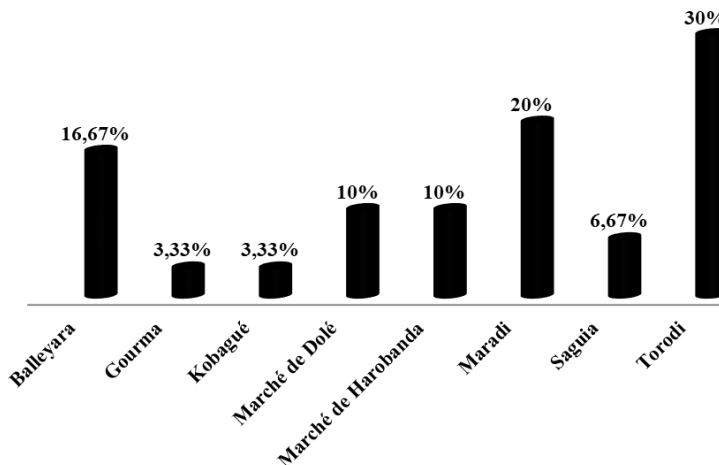
L'enquête nous a révélé (**Figure 5**) que 28% des commerçants interrogés sont des grossistes de Moringa, 60% sont des détaillants et 12% sont à la fois grossiste et détaillant.



**Figure 5** : Les différentes catégories de commerçant

### Provenance du *Moringa oleifera*

On remarque sur la **Figure 6** que le Moringa vient essentiellement des contrées qui longent le fleuve ; torodi constitue le principal lieu de provenance des feuilles fraîches de Moringa. Selon les enquêteurs du marché de katako où on trouve essentiellement du moringa transformés, la région de Maradi est le lieu de provenance des feuilles séchées et des feuilles précuites.



**Figure 6** : Provenance des feuilles de *Moringa oleifera*

### Formes de feuille de Moringa disponible sur les marchés

Le *Moringa oleifera* est vendu sous deux (2) formes au niveau des différents marchés : le frais ou le transformé (figure 7). L'enquête nous relève que 72% des commerçants vendent les feuilles fraîches, 20% commercialisent les feuilles transformé (les feuilles séchées et précuites séchées) et 2% font le commerce des 2 formes de feuille à savoir le frais et le transformé.

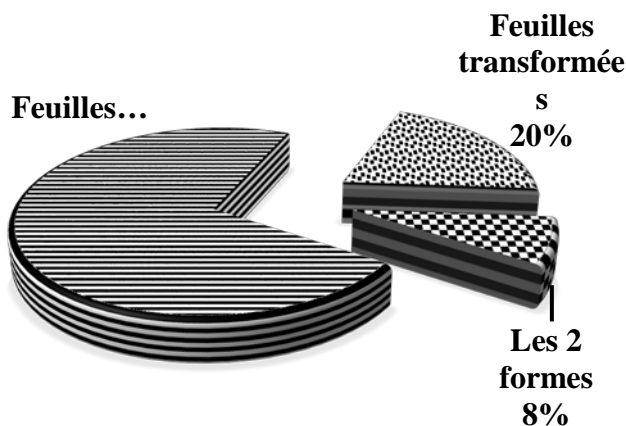


Figure 7 : Nature des feuilles vendues

### Variétés de *Moringa oleifera* sur les marchés

La quasi-totalité des commerçants (92%) affirment qu'il existe 2 variétés de Moringa sur les marchés, à savoir la variété locale caractériser par des petites feuilles et la variété PKM-1 introduite par l'Institut International de Recherches Agronomiques dans les Zones Semi-arides et Tropicales (ICRISAT) qui est le Moringa oleifera à grandes feuilles vertes foncées. Ces mêmes commerçants disent de ne pas avoir de préférence entre ces 2 variétés, contrairement à la clientèle, majoritairement des femmes qui ont une grande préférence pour la variété locale.

### Variation du prix en fonction des saisons

Selon la **figure 8**, le commerce du Moringa est une activité très lucrative avec des prix très variable selon la période. A noter que le mois de ramadan est une période de grande consommation de feuilles fraîches avec une forte demande de la population, qui sont des fois dans l'obligation de se rabattre sur les feuilles transformées, à savoir le séché et le précuit qu'on trouve essentiellement au marché de katako.



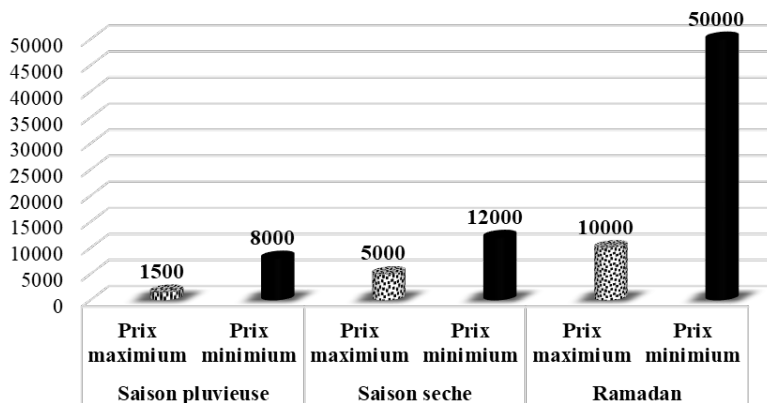


Figure 8: variation du prix

### Mode de conservation en cas de mévente

La principale méthode de conservation des feuilles fraîches en cas de mévente est le mouillage, qui consiste à verser de l'eau sur les feuilles, qu'elles soient dans un sac ou à l'air libre.

D'autres méthodes de conservation existent telle que le séchage à l'air libre de manière archaïque. Le stockage dans les magasins constitue aussi un moyen de conservation des grossistes. En effet, toute la mévente du jour est mouillée et recouverte par des sacs en jute puis stockée dans des magasins jusqu'au lendemain.

Certaines femmes détaillantes, destinent leurs méventes au profil de l'alimentation animale. Et enfin, dans certains cas, les commerçants assurent ne pas avoir de mévente en fin de chaque journée vu la grande consommation de ces feuilles par la population, c'est le cas des commerçants du marché de Dolé. En effet, ce marché représente l'un des plus gros marchés de Moringa dans la ville de Niamey et sert de lieu d'approvisionnement d'une grande partie de la population ainsi qu'en certains marchés.

### Connaissances nutritionnelles et ou thérapeutiques des enquêtés sur le *Moringa oleifera*

Le *Moringa oleifera* étant une plante très connue de tous, l'enquête nous a montré que 84% des enquêtés affirment avoir quelques connaissances sur les valeurs nutritives et/ou thérapeutiques du Moringa. Parmi les valeurs attribuées au Moringa par ces commerçants, nous avons le traitement contre le diabète, l'hypertension artérielle, le vertige, l'ulcère gastrique, l'hémorroïde....

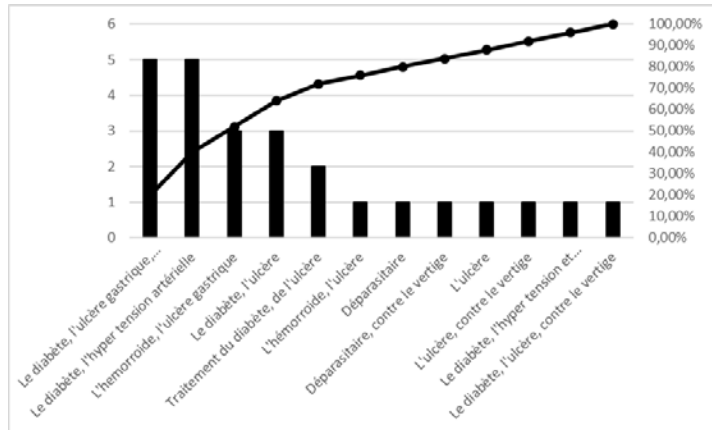


Figure 8 : Les valeurs thérapeutiques attribuées au *Moringa oleifera*

Les principaux problèmes rencontrés par ces commerçants dans la vente du *Moringa*, selon cette enquête, sont la mévente, l'endettement, les manques de bénéfice et de rentabilité.

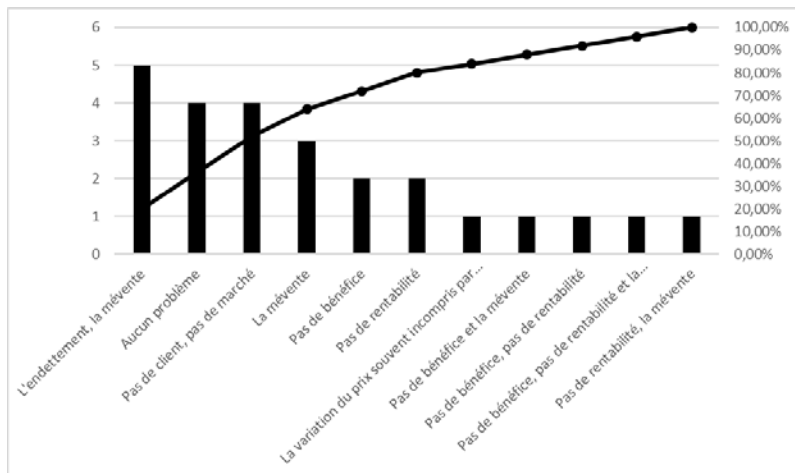


Figure 9 : Les difficultés rencontrées par les commerçants

## Discussion

Au Niger, le *Moringa oleifera* est principalement cultivé pour la production de feuilles pour la consommation humaine. Ainsi, les feuilles de moringa contribuent à la résilience de plusieurs ménages contre la vulnérabilité alimentaire et économique.

En effet, l'étude nous a permis de constater que tous les enquêtés ne vendaient que les feuilles de *Moringa oleifera*. Plusieurs recherches ont montré l'importance nutritionnelle des feuilles du moringa ainsi que l'apport nutritionnel de ces dernières.

Les feuilles de moringa ont récemment été identifiées par le World Végétale Centre (Taiwan) comme le légume à plus fort potentiel nutritionnel

parmi 120 espèces alimentaires étudiées. Dans certaines régions, les gousses immatures sont consommées, tandis que les feuilles sont largement utilisées comme aliments de base en raison de leur contenu nutritionnel élevé (Mbikay, 2012 ; Razis et al. 2014).

Nos résultats nous ont montrés que les feuilles de *Moringa oleifera* sont essentiellement commercialisées sous trois formes à savoir les feuilles fraîches, les séchées et les précuites.

Cela se confirme avec une étude menée par Gamatié (2005) qui a montré que les feuilles de *Moringa oleifera* sont commercialisées au Niger selon trois filières : la filière feuilles fraîches, la filière feuille cuite et la filière feuille séchée.

L'offre de *Moringa oleifera* dans la région de Niamey est essentiellement constituée par les feuilles fraîches qui proviennent de la production locale provenant des villages environnants, notamment torodi, balleyara...

La plupart des commerçants s'intéressent à la vente des feuilles fraîches car ces dernières sont fortement appréciés et consommées par la population. On assiste à une forte demande des feuilles qui parfois dépasse l'offre.

Le marché de katako représente le marché en gros de la filière des feuilles séchées et précuites. En effet, Contrairement aux feuilles fraîches de *Moringa*, le seul marché de vente en gros des feuilles sèches de moringa à Niamey est le marché de katako. En saison sèche et chaude, il arrive de Maradi deux camions gros porteurs de feuilles sèches de *Moringa* chaque vendredi. Par contre en saison pluvieuse, où la demande est faible, il arrive à peine un camion chaque vendredi sur le marché katako de Niamey (Gamatié, 2005). Ces feuilles transformées proviennent pour la plupart de la région de Maradi. Abou Hima (2011) rapporte que le marché de Maradi est le plus grand marché de *Moringa* séché et précuit au Niger.

L'enquête sur les marchés a permis de recenser deux variétés de *Moringa oleifera*, à savoir la variété locale et la variété pkm-1. Les deux sont appréciées pour des raisons différentes, la première pour sa rentabilité au cours de la cuisson et la seconde pour sa qualité organoleptique notamment le goût.

En effet la variété locale caractériser par des petites feuilles qui ont cette aptitude de se gonfler lors de la cuisson, donc plus rentable ce qui arrange bien les revendeuses dans les quartiers. A l'inverse le pkm-1 dont les feuilles sont grandes de couleur plus foncées que les petites feuilles sont appréciées pour leurs qualités organoleptiques mais ne gonflent pas lors de la cuisson, ce qui fait qu'elles sont utilisées en majorité pour une auto consommation. En effet l'ICRISAT travaille depuis 2003 pour comparer 3 variétés : une variété du nom de PKM-1 (originaire de l'Inde), une variété qui vient d'Ethiopie, et une autre variété de moringa, appelée moringa du désert (ou peregrina), qui

serait plus adaptée aux zones sèches. Après des tests, les producteurs et les consommateurs consultés ont tous apprécié la variété pkm-1. C'est une variété qui peut produire toute l'année. Elle est plus productive avec possibilité de la récolter chaque 15 jours, ses feuilles sont plus larges et son goût plus agréable que la variété locale (Kimba et al. 2010). Il est à noter que mis à part ces préférences, la clientèle se contente le plus souvent de ce qui disponible sur les marchés.

Le marché du Moringa est très fluctuant, le prix moyens des *feuilles de Moringa* par sac dépend de plusieurs facteurs : la saison, la disponibilité des feuilles chez les exploitants sur le marché, la qualité offerte, la demande et la qualité des feuilles. Plusieurs auteurs en ont parlé, notamment Gamatié (2001) qui dit eu le sac de 50kg est vendu entre 1000F et 3500F ; Chérif (2010), le prix du sac entre 6000F ET 7000F. Saint Sauveur et Hartout, (2001), indiquent que pendant la saison humide, quand les feuilles sont abondantes, les sacs se vendent à un prix moyen de 750 CFA. Pendant la saison sèche, les prix atteignent parfois plus du triple, jusqu'à 2500 CFA le sac.

Cette instabilité chronique des prix des sacs de *Moringa oleifera* observé à Niamey tout au long de l'année et souvent d'un jour à un autre selon la disponibilité, la demande et les différentes périodes de l'année est dû à la forte demande surtout pendant le mois de Ramadan et les festivités (mariages, baptêmes...).

Le marché nigérien du *Moringa oleifera* est très actif. Les stocks de feuilles se vendent sans problèmes. Cependant, la mévente est une situation délicate pour les commerçants qui sont obligés d'avoir recours à des méthodes pour conserver les feuilles :

Soit par le trempage qui permet aux feuilles de garder un peu de leurs fraîcheur jusqu'au lendemain où la mévente sera mélangée à la récolte u jour pour être vendu.

Soit le séchage au soleil ou le lendemain les feuilles sèches sont ainsi écoulé mais difficilement eu les feuilles fraîches.

Les feuilles de *Moringa oleifera* ont été longtemps cultivé et commercialiser pour ses vertus culinaire. Au Niger, la principale parties de la plante utilisée par la population est le branchage qui après effleurage peuvent être des feuilles fraîches ou séchées. En effet, les feuilles de Moringa ont une grande importance dans les régimes alimentaires des nigériens. Elles sont cuites et consommées seules, ou associées à d'autres produits (tourteaux, pate d'arachide, riz gras, farine de manioc, couscous de riz ou de maïs) (Yagi, 2019). Mais force est de constater eu les feuilles sont entrain de se frayer un autre chemin autre eu celle culinaire. En effet, presque tous nos enquêtés nous ont confirmé avoir des connaissances sur les qualités nutritionnelles et / ou thérapeutiques des feuilles de Moringa oleifera. Ils soutiennent eu la poudre des feuilles ou le jus de cuisson des feuilles sont des moyens pour lutter

contre certaines maladies notamment le diabète, l'hypertension artérielle, l'ulcère gastrique, l'hémorroïde... Cette prise de conscience a été possible grâce aux campagnes de sensibilisation de cet arbre qui sont en train de voir jour.

## **Conclusion**

Cette étude conduite dans cinq marchés de la communauté urbaine de Niamey, a pour objectif d'inventorier les produits et sous-produits des feuilles de *Moringa oleifera*.

Le commerce du *Moringa oleifera* est une activité pratiquée par les femmes. La presque totalité des enquêtés sont mariés avec un âge moyen autour de la trentaine.

La présente recherche a permis de mettre en évidence les trois filières des feuilles qui existent sur les marchés, les feuilles fraîches, les séchées et les précuites avec une nette préférence pour les feuilles fraîches de la part de la clientèle. Ces feuilles viennent des contrées qui longent le fleuve pour le cas des feuilles fraîches et de la région de Maradi en ce qui concerne les feuilles transformées. Le marché de Maradi est le plus grand marché de *Moringa* séché et précuit au Niger. En effet selon Abdou Hima (2011), le *Moringa* séché provient d'une part du bassin de production de Maradi, constitué de la vallée du «Goulbi Maradi» et des 512 ha d'aménagements hydro agricoles, et d'autre part du Nigeria. La production de Maradi est importante. Elle est destinée à la commercialisation et à la consommation locale. Le *Moringa* est commercialisé sous deux formes : le « séché » et le « précuit ».

Les variétés locales et pkm-1 sont les deux types de feuilles de *Moringa oleifera* ressorties lors de notre investigation avec une préférence pour la variété locale pour sa rentabilité.

A l'issue de cette étude, un point important est ressorti à savoir la variation des prix des feuilles. L'inconstance des prix dépend de la quantité des feuilles disponibles sur les marchés variant en fonction des saisons. Les prix diffèrent également d'un marché local à un marché urbain.

Le trempage et le séchage sont les principaux de conservation des feuilles de *Moringa* en cas de mévente. Les enquêtés ont mis en évidence le fait que la commercialisation du *moringa* est une activité qui se fait indépendamment de tout groupement de vendeur de *Moringa*.

## **References:**

1. Abdoulaye, A.A., (2011). Culture du *Moringa oleifera* : un apport considérable pour l'atteinte des objectifs de la politique des «3N», source Le Sahel.

2. Abdou H., (2011). Note sur la variation du prix du Moringa à Maradi. Publié par NCBA CLUSA INTERNATINAL en collaboration avec USAID. 4p
3. Adeyinka, S.M., Oyedele, O.J., Adeleke, T. O., &Odedire, J. A., (2008). Reproductive performance of rabbits fed *Moringa oleifera* as a replacement for *Centrosema pubescens*. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy.
4. Alhakmani, F., Kumar, S., & Khan, S.A., (2013). Estimation of total phenolic content, in-vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3: 623–627.
5. Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A.H., (2007). *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research*, 21: 17–25.
6. Atakpama, W., Kponor, E.G.E., Kanda, M., Dourma, M., Nare, M., Batawila, K. & Akpagana, K.,(2014). *Moringa oleifera* Lamarck (Moringaceae): une ressource phytogénétique à usage multiple. *RevCames, Sciences de la vie, de la terre et agronomie* 2(1) : 6-14.
7. Auwal, M., Tijjani, A., Sadiq, M.A., Saka, S., Mairiga, I.A., Shuaibu, A., Adawaren, E., & Gulani, I. A.,(2013). Antibacterial and haematological activity of *Moringa oleifera* aqueous seed extract in Wistar albino rats. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 11(1): 28-37.
8. Chaibou, M., Illia, A. S., & Marichatou, H., (2011). Pratiques de gestion et performances de production dans les élevages bovins laitiers urbains périurbains de Niamey. *Revue des bio Ressources*, Vol 1 N 2 Décembre 2011.
9. Moussa I., (2016). Environnement : La production du *Moringa oleifera*, une grande opportunité pour contribuer à l'atteinte des objectifs de l'initiative 3N. *Le Sahel*.
10. Farooq, F., Rai, M., Tiwari, A., Khan, A., & Farooq, S., (2012). Medicinal properties of *Moringa oleifera*: an overview of promising healer. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 4368-4374.
11. Fuglie, L. J., (2002). Noms vernaculaires du *Moringa oleifera* (163-167) In : L'arbre de la vie, Les multiples usages du Moringa.- Wageningen : CTA; Dakar: CWS.-177p.
12. Kimba, A., Dan Marafa, B., & Hima, A., (2010). Le moringa, une demande forte, une offre insuffisante, Article tiré du bulletin Reça Niger. Info N°9 (Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger) 2p.

13. Mahajan, S.G., & Mehta, A.A., (2010). Immunosuppressive activity of ethanolic extract of seeds of *Moringa oleifera* Lam. in experimental immune inflammation. *Journal of Ethnopharmacology*, 130(1): 183-186.
14. Mbikay, M., (2012). Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia. *a review. Frontiers in Ethnopharmacology*, 3:1–12.
15. Gamatié, M., (2005). Description des filières feuilles de *Moringa* au Niger. *Moringanews*, 9p
16. Moyo, B., Masika, P.J., Mar, L.J., Hugo, A., & Muchenje, V., (2011). Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10: 12,925–12,933.
17. Olson, M.E., (2001). Introduction to *Moringa* family (11-28). In: Fuglie L.J (editor). *The miracle tree: the multiple attributes of Moringa*.-Wageningen: CTA; Dakar: CWS. - 177p.
18. Olugbemi, T.S., Mutayoba, S.K., & Lekule, F. P., (2010). Effect of *Moringa (Moringa oleifera)* Inclusion in Cassava Based Diets Fed to Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*, 9 (4): 363-367.
19. Price, M.L., (2007). Le *Moringa*. In Note technique- ECHO (revue en 2000, en 2002 et en 2007).
20. Razis, A.F.A., Ibrahim, M.D., & Kntayya, S.B., (2014). Health benefits of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 15 (20): 8571-8576.
21. Saint sauveur, A., & Broin, M., (2006). L'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera* contre les carences alimentaires: un potentiel encore peu valorisé. Stratégies, Normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique. Accra, Ghana. [www.moringanews.org](http://www.moringanews.org).
22. Saint sauveur, A., & Hartout, G., (2001). *Moringa* culture and economy in Niger. In; Fuglie, I. (ed), 2001. *The Miracle tree: The multiple attribution of Moringa*. CTA, Wageningen/ CWS, Dakar.
23. Sudha, P., Asdaq, S.M., Dhamingi, S.S., & Chandrakala, G.K., (2010). Immunomodulatory activity of methanolic leaf extract of *Moringa oleifera* in animals. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 54(2): 133-140.
24. Teixeira, E.M.B., Carvalho, M.R.B., Neves, V.A., Silva, M.A., & Arantes-Pereira, L., (2014). Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *Food Chemistry*, 147: 51–54.
25. Vongsak, B., Sithisam, P., & Gritsanapan, W., (2014). Simultaneous HPLC quantitative analysis of active compounds in leaves of *Moringa oleifera* Lam. *Journal of Chromatography Science*, 52: 641–645.

26. Yagi, B.H., (2019). Essai d'élaboration de conserves de feuilles de *Moringa oleifera* et *stenopelata*. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Nutrition humaine et technologie Agro-Alimentaire. Faculté d'Agronomie. Université Abdou Moumouni de Niamey. P 12



## Milieu Institutionnel, Sexe Et Stabilité Émotionnelle/Névrosisme Chez Des Orphelins Et Enfants Vulnérables Du Fait Du VIH À Abidjan

*Amalaman Franck Severin Ando,*

Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (UFHB), UFR –SHS,  
Département de Psychologie, Laboratoire de Psychologie Génétique  
Différentielle

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p116](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p116)

Submitted: 22 March 2022

Accepted: 20 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Amalaman Franck Severin Ando, (2022). *Milieu Institutionnel, Sexe Et Stabilité Émotionnelle/Névrosisme Chez Des Orphelins Et Enfants Vulnérables Du Fait Du VIH À Abidjan* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 116.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p116>

### Résumé

Le présent travail évalue l'influence séparée et conjointe de la vie en milieu institutionnel et du sexe sur la stabilité émotionnelle ou le névrosisme chez des orphelins et enfants rendus vulnérables du fait du VIH (OEV).

Quatre-vingt-trois (83) sujets âgés de 12-17 ans suivis au Centre Intégré de Recherches Biocliniques d'Abidjan (CIRBA) ont pris part à l'enquête. Ceux-ci ont été soumis à un questionnaire sociodémographique ainsi qu'à l'inventaire de personnalité de H. Eysenck (1971).

Les résultats indiquent d'une part, que les adolescents vivant en milieu institutionnel tendent à développer le névrosisme comparativement à leurs homologues vivant avec au moins un membre de la famille. En fait, les premiers se sentent abandonnés par leur famille et leur vie quotidienne est rythmée de rituels liés à la prise en charge du VIH/Sida, notamment les prises du traitement ARV. D'autre part, que les garçons font plus preuve de stabilité émotionnelle par rapport aux filles, car celles-ci se projettent très souvent dans leur vie d'adulte, en considérant la difficulté à avoir un conjoint qui accepte leur sérologie VIH positive. Par ailleurs, les filles vivant en milieu institutionnel connaissent une instabilité émotionnelle par rapport aux garçons

qui vivent avec au moins un membre de famille.

---

**Mots clés :** Milieu institutionnel, milieu familial, sexe, Névrosisme/Stabilité émotionnelle, orphelins et enfants vulnérables du fait du VIH/Sida (OEV)

## **Institutional environment, gender, and emotional stability/neuroticism among HIV orphans and vulnerable children in Abidjan**

*Amalaman Franck Severin Ando,*

Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (UFHB), UFR –SHS,  
Département de Psychologie, Laboratoire de Psychologie Génétique  
Différentielle

---

### **Abstract**

The present study evaluates the separate and joint influence of institutional life and gender on emotional stability or neuroticism in orphans and children made vulnerable by HIV (OVC).

Eighty-three (83) subjects aged 12-17 years followed at the Centre Intégré de Recherches Biocliniques d'Abidjan (CIRBA) took part in the survey. They were subjected to a socio-demographic questionnaire as well as to the personality inventory of H. Eysenck (1971).

The results indicate that adolescents living in an institutional setting tend to develop neuroticism compared to their counterparts living with at least one family member. In fact, the former feel abandoned by their family and their daily life is punctuated by rituals related to the management of HIV/AIDS, particularly the taking of ARV treatment. On the other hand, boys are more emotionally stable than girls, because they often project themselves into their adult lives, considering the difficulty of having a spouse who accepts their positive HIV status. On the other hand, girls living in institutional settings experience emotional instability compared to boys who live with at least one family member.

---

**Keywords:** Institutional setting, family setting, gender, neuroticism/emotional stability, orphans and children made vulnerable by HIV/AIDS (OVC)

### **Introduction**

Depuis le début de la pandémie du VIH/Sida, selon l'ONUSIDA (2020), 79.3 millions de personnes ont été infectées par ce virus et 36.3 millions sont décédées des maladies liées au Sida. En Côte d'Ivoire, en 2019, 380000

personnes vivaient avec le VIH/Sida et 9400 personnes sont mortes des maladies liées au Sida. Ces statistiques indiquent un nombre important de pertes en vies humaines, entraînant la disparition de mères, de pères et d'enfants. De fait, ce sont des familles qui se trouvent être disloquées et/ou reconstituées à cause de cette pandémie. Les individus de 0 à 17 ans issus de ces familles sont qualifiés d'orphelins et enfants rendus vulnérables du fait du VIH/Sida (USAID, 2018). Selon l'ONUSIDA (2020), la population d'OEV en Côte d'Ivoire était estimée à 340000 individus en 2019. Par ailleurs, Subbarao et Coury (2004), les qualifient d'enfants ayant une plus grande probabilité de présenter des difficultés telles que la déscolarisation, la morbidité, la malnutrition, la délinquance et l'exploitation par les adultes que leurs pairs.

Conséquemment, ceux qui vivent avec le VIH/Sida pourraient avoir plus de mal à adhérer aux soins et traitement antirétroviral (ARV), voire à adopter des comportements de défiance vis-à-vis de cette maladie. Ces comportements traduisent l'expression d'une forme de mal-être surtout dans la période adolescente. C'est à cette période que l'annonce du statut sérologique intervient. Dès lors, selon Funck-Brentano et al. (2004), les adolescents vivant avec le VIH/Sida, comme tous les individus de leur âge sont soumis aux conflits intrapsychiques, mais ceux-ci ont plus de difficultés à les résoudre du fait de la blessure psychologique d'être porteur du virus du Sida et d'une histoire familiale souvent complexe. De plus, l'adolescence constitue une phase déterminante dans la construction psychologique de l'individu, elle termine la formation de la personnalité (Charron & al. 2014). Le vécu de la maladie, pourrait influencer sur la construction de la personnalité des orphelins et enfants rendus vulnérables du fait du VIH/Sida.

La personnalité peut être définie comme ce qui caractérise une personne dans sa singularité, son unité et sa permanence et régissant son adaptation à l'environnement. Elle résulte de toutes les premières interactions de l'enfant avec sa mère, son environnement, ses expériences, ses vécus (Scialom, 2010). Pour l'auteur la personnalité va s'élaborer progressivement de la naissance jusqu'à la fin de l'adolescence et ce sont les traits de personnalité qui vont désigner les modalités selon lesquelles l'individu perçoit, conçoit et réagit à son environnement et à sa propre personne. Autrement dit, les interactions des OEV avec les individus de leur milieu de vie, la gestion de leur maladie et de leur prise en charge médicale peuvent être fonction de leur personnalité et notamment de leur stabilité émotionnelle ou non.

Ainsi, la stabilité émotionnelle et le névrosisme apparaissant comme des traits de personnalité impliqués dans la régulation des émotions, semblent être de bons indicateurs du bien-être chez des orphelins et enfants vivant avec le VIH/Sida. Selon le Centre de Psychologie Appliquée (1971), Une corrélation

entre le névrosisme et les émotions négatives influence le bien-être et déterminent l'occurrence de conduites à risque chez le sujet.

Toutefois, l'individu vivant dans un environnement où il bénéficie d'un soutien affectif et moral, dans lequel le VIH/Sida ne constitue pas une fatalité, pourrait être plus stable émotionnellement que ses pairs évoluant dans un environnement hostile à cette maladie et/ou ils ne bénéficient pas de soutien moral et affectif. En effet, après la disparition d'un parent, que ce soit, du fait de maladies liées au Sida ou non, certains enfants sont recueillis par des centres d'accueils, d'autres vont vivre dans une famille recomposée avec le parent vivant, d'autres encore seront accueillis par un membre de la famille élargie. Par ailleurs, il se pose pour ces individus la question du suivi médical régulier par la famille d'accueil. En d'autres termes, lorsque le parent vivant se remarie, il ou elle doit partager l'information du statut sérologique de son enfant à son ou sa conjointe pour un meilleur suivi médical de celui-ci.

Ce partage qui révèle l'histoire de sa famille précédente, mais surtout son statut sérologique n'est pas toujours fait (Ando, 2018). Ceci entraîne des difficultés dans le bon suivi médical de l'enfant et amène certains parents biologiques à privilégier le milieu institutionnel ou la famille élargie, comme cadre de vie de leur enfant (Ando, op. cit.). Le cadre de vie, faisant partie des facteurs du milieu, constitue avec les facteurs biologiques les deux grands facteurs de développement affectif, cognitif et de la personnalité de l'individu (Huteau, 2013). Ainsi, selon que ces individus vivent en famille ou en milieu institutionnel, ils n'auront pas la même personnalité.

La vie en milieu institutionnel désigne le placement des individus dans un environnement de vie autre que la famille. Selon Tournay (2011), le milieu institutionnel est une structure organisée ayant pour fonction de maintenir un état social. Cependant, dans ce type de milieu, l'enfant ne bénéficie pas toujours d'un environnement propice sur le plan affectif, éducatif, social et matériel, et est souvent exposé à des situations de carence plus ou moins graves (Boudjemââ, 2009). De plus, l'enfant qui y entre plus tôt ne bénéficie pas nous semble-t-il, d'une figure parentale stable, qu'elle soit maternelle ou paternelle, de même qu'il ne pourra pas s'attacher intensément et durablement aux prestataires de soins du fait du roulement des équipes impliquées dans la prise en charge de ces personnes. Alors que, selon Scialom (2010), l'attachement, les préoccupations maternelles primaires et la fonction paternelle contribuent à la construction de la personnalité. Dans ce contexte les orphelins et enfants vulnérables du fait du VIH vivant en milieu institutionnel seraient plus instables émotionnellement comparés à leurs pairs vivant en famille.

Toutefois, compte tenu à la fois de la variabilité et de l'unicité des caractéristiques individuelles, des individus mis dans une même situation ne produiront pas nécessairement les mêmes comportements. En ce sens, les

caractéristiques biologiques de la personne vont jouer une part active dans la formation de la personnalité. En d'autres termes, la construction de la personnalité des filles et des garçons peut connaître des trajectoires différentes à cause de la différence des hormones et du rôle social qu'on leur assigne.

En ce qui concerne les hormones, il y a une différence au niveau de la quantité et du type d'hormone secrétée chez les filles et les garçons du fait du sexe chromosomique. Ces hormones sont les androgènes (hormones dites masculines) et la progestérone et œstrogènes (hormones dites féminines) (Epiney, 2011).

Pour ce qui est du rôle social, le sexe est, l'une des premières caractéristiques que les parents et l'entourage social connaissent de l'enfant qui vient de naître. C'est d'ailleurs cette même caractéristique qui influence la construction identitaire et permet à l'enfant de se développer et de se construire en tant que fille ou garçon (Epiney, Op. cit.). Cette idée est partagée par Zimmermann et al. (2004), dans leur étude sur la validité interne de la version française du questionnaire d'impulsivité d'Eysenck. Les auteurs indiquent que le sexe a un impact sur les échelles *Recherche d'aventure* et *Empathie*. Dans une étude sur la tromperie, Bet et al. (2011) ont démontré que le degré de machiavélisme semble expliquer la quantité d'informations données lors de la description précise d'un objet. Selon les auteurs, les hommes tentent d'effacer les différences entre vérité et mensonge alors que les femmes montrent l'effet inverse, elles tentent à accentuer ces différences. Au total, les caractéristiques des filles et des garçons diffèrent aussi bien au niveau biologique, qu'au niveau de leurs interactions avec leur milieu.

Dans cette perspective, les orphelins et enfants rendus vulnérables du fait du VIH/Sida, vivant, soit en milieu institutionnel, soit en milieu familial et suivant leur sexe vont construire de façon différenciée leur personnalité. Autrement dit, les individus issus du milieu institutionnel aurait une propension à développer une instabilité émotionnelle comparés à leurs pairs vivant dans le milieu familial. De même, les filles développeraient une instabilité émotionnelle par rapport aux garçons.

Dans une étude sur la personnalité des adolescents vivant avec le VIH/sida en Côte d'Ivoire, Cacou et al. (2014), soutiennent que peu de ces adolescents ont de l'ascendant sur les gens autour d'eux. Ils n'ont pas une confiance importante en leur personne. Dans les groupes, Ils seraient plutôt passifs, écoutant plutôt que parlant, se mettant peu en avant. Ils prennent peu d'initiatives et ont tendance à trop compter sur les conseils de l'entourage. Une bonne proportion d'adolescents fait confiance aux autres. Dans l'ensemble, ils sont tolérants, patients et compréhensifs.

Ando et al. (2021), dans une étude sur la famille recomposée, personnalité et adhésion au traitement ARV, soutiennent que les adolescents extravertis qui

vivent avec leur mère dans une famille recomposée adhèrent plus au traitement que leurs pairs introvertis qui vivent avec leur père dans ce même type de famille.

Delmas et al. (2016), quant à eux ont mené des travaux portant sur le profil psychosocial d'adolescents brésiliens vivant avec le VIH et adhérents au traitement : résultats de la cohorte Adoliance. Les résultats qu'ils ont obtenus indiquent que les individus qui adhèrent au traitement se caractérisent, au niveau psychosocial, par une perception moins élevée du stress ( $p = 0,019$ ) mais aussi des symptômes liés à la médication autant en fréquence ( $p = 0,0407$ ), qu'en intensité ( $p = 0,028$ ), ainsi que ceux liés à la dépression ( $p = 0,0033$ ), avec un plus haut niveau de sentiment d'efficacité personnelle ( $p < 0,001$ ) en comparaison avec les adolescents ayant un profil non adhérent.

Boudjemââ (2009), dans une étude sur la Contribution à l'étude des mouvements rythmiques chez l'enfant en milieu institutionnel, souligne que la carence affective dont les enfants font preuve en milieu institutionnel est à l'origine de plusieurs troubles chez ceux-ci. L'auteur ajoute que ces troubles sont lourds de conséquences sur le présent et le devenir de l'enfant.

Les travaux examinés indiquent que le milieu de vie ainsi que les caractéristiques personnelles de l'individu d'influent sur le comportement des adolescents de façon générale. Par ailleurs, le bien-être moral des adolescents vivant avec le VIH/Sida pouvant avoir un effet sur leur adhésion au traitement et sur leur épanouissement malgré cette maladie constitue notre préoccupation. Nous nous intéressons donc, à l'effet de la personnalité, notamment de la stabilité émotionnelle ou le névrosisme chez l'adolescent vivant avec le VIH/Sida en lien avec son placement en milieu institutionnel ou non et son sexe. Alors que, les travaux de recherches susmentionnés montrent qu'aucune étude, en l'état actuel de nos connaissances, n'a examiné les influences isolées et interactives de la vie en milieu institutionnel et du sexe sur la stabilité émotionnelle ou le névrosisme chez les orphelins et enfants rendus vulnérables du fait du VIH/Sida. C'est ce que la présente étude se charge d'explorer. Elle cherche à comparer la stabilité émotionnelle ou le névrosisme chez des adolescents et adolescentes vivant avec le VIH en tenant compte de la vie, soit en milieu institutionnel, soit en famille. Pour y parvenir, nous formulons les hypothèses suivant lesquelles, lorsqu'ils vivent dans le même milieu, les orphelins et enfants rendus vulnérables du fait du VIH/Sida de sexe masculin font preuve de stabilité émotionnelle que ceux de sexe féminin. Lorsqu'ils sont de même sexe, les enfants et orphelins rendus vulnérables du fait du VIH/Sida qui vivent en famille sont plus stable émotionnellement que ceux qui vivent en milieu institutionnel. L'effectif des enfants et orphelins rendus vulnérables du fait du VIH/Sida de sexe masculin vivant avec un membre de la famille qui sont émotionnellement stables est supérieur à celui de leurs pairs de sexe féminin vivant en milieu institutionnel.

## **1- Méthode**

### **2.1 – Participants**

Notre travail s'est déroulé dans le district autonome d'Abidjan. Celui-ci comprend 12 communes, dont la commune de Treichville, où est situé le Centre Intégré de Recherches Biocliniques d'Abidjan (CIRBA), le site de notre étude. Les structures de santé situées dans ladite commune et celle de Marcory sont sous la tutelle du District sanitaire de Treichville-Marcory.

Le CIRBA est un centre ambulatoire de prise en charge des personnes vivant avec le VIH, c'est-à-dire un centre où le patient ne peut être hospitalisé pour des soins. Il est situé au boulevard de Marseille, en zone 3, km4, dans la commune de Treichville. Le centre comporte trois départements, dont le département de la formation, le laboratoire et la clinique. Ce dernier département s'occupe de la prise en charge médicale des personnes vivant avec le VIH/Sida. La clinique est composée de deux services que sont le service psychosocial et le service médical.

Pour constituer l'échantillon, nous avons défini un certain nombre de critères, de manière à ce que les données soient comparables. Ces critères étant des facteurs susceptibles de porter atteinte à la fiabilité de nos résultats, nous devons les contrôler afin d'éviter des biais éventuels. Ces critères concernent l'âge d'entrée en milieu institutionnel, la durée dans l'institution et dans les soins, le contact avec les parents pour les sujets vivant en milieu institutionnel, le fait que l'annonce du statut de l'adolescent soit faite ou pas. L'application des différents critères de sélection sur la population d'étude nous permet d'obtenir un ensemble composé de 83 orphelins et enfants rendus vulnérables du fait du VIH/Sida, des deux sexes (36 garçons et 47 filles), pris en charge au Centre intégré de Recherches Biocliniques d'Abidjan, en Côte d'Ivoire, dont l'âge varie entre 12 et 17 ans.

### **2.2- Instruments**

La vie en milieu institutionnel et le sexe ont été identifiés à l'aide d'un questionnaire d'identification construit à cet effet. Quant à la stabilité émotionnelle/Névrosisme, elle a été déterminée grâce à l'inventaire de personnalité d'Eysenck. En effet, Notre questionnaire est destiné à identifier nos sujets, notamment leurs informations au plan sociodémographiques et sur leur prise en charge médicale de même que leur lieu de vie.

Pour la mesure de la personnalité, il convient de recourir aux instruments pouvant nous permettre de la décrire. Et comme les techniques utilisées dans ce domaine sont généralement les échelles de personnalité, alors nous aussi nous recourons à cet instrument. En effet, il existe plusieurs tests de personnalités, parmi les quels nous avons le MMPI, le 16 PF de Cattell, le GZ de Guilford et Zimmerman et les « big-five » ou l'approche en cinq facteurs qui peut rendre compte de 5 dimensions de la personnalité, dont l'ouverture,

le caractère conscient, l'extraversion, l'agréabilité et le névrosisme. Celle-ci est plus complète, car elle prend en compte plusieurs dimensions de la personnalité. Cependant, en lien avec notre objectif, nous choisissons l'inventaire de personnalité d'Eysenck (EPI), car la stabilité émotionnelle et le névrosisme sont les modalités d'intérêts principales de notre étude et ce test permet de les mesurer fidèlement.

### **2.2.1- L'inventaire de personnalité d'Eysenck (EPI)**

Le test d'Eysenck mesure deux grandes dimensions structurantes et indépendantes de la personnalité : l'extraversion-introversion et le névrosisme-stabilité. L'EPI comporte 57 items, dont 24 items rendent compte du score E, c'est-à-dire le degré d'extraversion de l'individu. 24 autres items permettent de déterminer le score N correspondant au degré de névrosisme. Il y a 9 items qui permettent d'évaluer la désirabilité sociale. Les personnalités identifiées sont confirmées ou non sur la base de l'observation empirique du comportement de ces individus.

### **2.2.2- Questionnaire d'identification**

Le questionnaire d'identification a pour objet de décrire les enquêtés, selon N'da (2002), ce type de questionnaire portent sur les variables sociodémographiques. Nous utilisons donc le questionnaire d'identification pour collecter des informations relatives aux critères caractéristiques du milieu de vie (la vie en milieu institutionnel ou non, le sexe, les informations relatives à leur milieu de vie, notamment leurs rapports avec les individus dudit milieu).

### **2.3- Procédure de collecte des données**

Le recueil de données débute avec la constitution de l'échantillon qui comporte plusieurs groupes expérimentaux (quatre au total). Le processus de constitution des différents groupes passe d'abord par l'administration du questionnaire d'identification qui permet d'opérer la sélection des participants sur la base du milieu de vie (milieu institutionnel & milieu familial) et sexe (garçon & fille). Cette étape est suivie de la passation de l'inventaire de personnalité d'Eysenck, en vue d'évaluer la stabilité émotionnelle ou le névrosisme.

Nous avons interrogé les sujets lors des consultations médicales dans la période d'août à octobre 2017

## **2- Résultats**

Les résultats sont présentés dans des tableaux et leur significativité est testée à l'aide du khi-deux ( $\chi^2$ ). Il s'agit d'abord du lien entre la vie en milieu institutionnel et la stabilité émotionnelle, ensuite de la relation entre le sexe



et la stabilité émotionnelle et enfin l'effet conjugué du milieu institutionnel et du sexe sur la stabilité émotionnelle.

### 3.1. La vie en milieu institutionnel et la stabilité émotionnelle

**Tableau 1** : Effectifs des OEV faisant preuve de stabilité émotionnelle ou de névrosisme selon qu'ils vivent en milieu institutionnel ou non.

		Personnalité		Total
		Stabilité émotionnelle	Névrosisme	
Milieu	Institutionnel	12	40	52
	Familial	15	16	31
Total		27	56	83

Le tableau 1 montre qu'il y a une différence significative entre les OEV vivant en milieu institutionnel et ceux qui n'y vivent pas sur le plan de la stabilité émotionnelle ( $X^2= 5.68 > X^2_{th}= 3.84$  au seuil 0.05 et à 1 ddl).

### 3.2. Sexe et stabilité émotionnelle

**Tableau 2** : Répartition des effectifs des OEV selon la personnalité et le sexe.

		Personnalité		Total
		Stabilité émotionnelle	Névrosisme	
Sexe	Garçon	14	22	47
	Fille	13	34	36
Total		27	56	83

Le tableau 2 montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les filles et les garçons sur le plan de la personnalité ( $X^2= 1.17, P<.05$  à 1ddl). Autrement dit, les garçons OEV ne se différencient pas des filles au plan de la stabilité émotionnelle. Toutefois, les données brutes indiquent qu'il y a plus de filles qui font preuve de névrosisme par rapport aux garçons, soit trente-quatre (34) contre vingt-deux (22) sur l'ensemble des sujets présentant ce type de personnalité.

### 3.3. Milieu institutionnel, sexe et Névrosisme

**Tableau 3** : Répartition des effectifs des OEV faisant preuve de névrosisme selon qu'ils vivent ou non en milieu institutionnel et le sexe.

		Sexe		Total
		Garçon	Fille	
Milieu	Institutionnel	19	21	40

	Familial	03	13	16
Total		22	34	56

Le tableau 3 montre qu'il y a une différence significative entre les sujets de sexe masculin et ceux de sexe féminin vivant ou non en milieu institutionnel sur le plan du névrosisme ( $X^2= 3.96 > X^2_{th}= 3.84$  au seuil 0.05 et à 1 ddl). En somme, le lien simple entre la vie en milieu institutionnel et la stabilité émotionnelle est établie statistiquement, de même que l'effet conjugué du milieu institutionnel et du sexe sur le névrosisme. Cependant, la relation entre le sexe et la stabilité émotionnelle ne l'est pas. Quoique les données empiriques indiquent le contraire.

### 3- Discussion

L'objectif de l'étude était d'examiner dans une perspective différentielle la stabilité émotionnelle / le névrosisme chez des OEV de sexes différents, vivant en institution ou non. Les résultats indiquent globalement que les OEV vivant en milieu institutionnel font preuve de névrosisme par rapport à leurs pairs vivant au moins avec un membre de famille. De même, bien que la différence observée ne soit pas statistiquement significative selon le sexe, nous observons que la proportion de filles qui présentent le névrosisme est supérieure à celle des garçons. Par ailleurs, les filles issues du milieu institutionnel présentent une instabilité émotionnelle comparativement aux garçons vivant avec au moins un membre de la famille.

Les observations faites concernant la stabilité émotionnelle et le milieu institutionnel vont dans le sens des travaux effectués par Boudjemââ (2009) et de Scialom (2010). Le premier auteur souligne que la carence affective dont les enfants du milieu institutionnel font preuve est à l'origine de plusieurs troubles, pouvant inclure les troubles de personnalité chez ceux-ci. Pour le second, le manque d'attachement de l'enfant à un adulte, ainsi que l'absence de figure parentale en milieu institutionnel présentent des conséquences notables sur la construction de la personnalité des enfants. Toutefois, notre travail se différencie de ceux susmentionnés car les travaux de ces auteurs ont porté sur les adolescents de façon générale, alors que le nôtre porte sur les adolescents vivant avec le VIH.

Brown (1937) a mené une étude dans laquelle il a essayé de déterminer si les enfants qui vivent dans les orphelinats manifestent plus de tendances névrotiques que les enfants vivant avec leurs parents. L'auteur a tout d'abord administré son test, le *Personnalité Inventory for Children* à deux cents orphelins des deux sexes. Les enfants des institutions ont des tendances névrotiques plus prononcées que ceux qui vivent avec leurs parents dans la

population générale. Ces résultats sont partagés par Sabatier (1999) ; Ning (2012).

Les travaux de Cacou et al. (2014) et de Ando et al. (2021) portant sur l'adhésion au traitement en lien avec le type de famille et la personnalité des adolescents vivant avec le VIH/Sida corroborent aussi les résultats de la présente étude. En effet, Cacou et al. (2014) dans une étude sur la personnalité des adolescents vivant avec le VIH/Sida, soutiennent que ces individus manquent de confiance en eux et sont plus passifs dans les groupes. Cela dénote une forme de complexe, qui pourrait laisser entrevoir un certain mal-être. Ce trait de caractère est proche du névrosisme que la stabilité émotionnelle. En outre, les auteurs indiquent que ces individus ont tendance à compter sur les conseils de l'entourage. Dans cette perspective, l'adolescent vivant en milieu institutionnel pourrait être désavantagé en ce qui concerne les conseils qu'il pourrait avoir compte tenu du nombre de pensionnaire par rapport à ses homologues vivant avec au moins un membre de la famille. En somme, les adolescents vivant en milieu institutionnel seraient plus enclins à développer le névrosisme que leurs pairs vivant en milieu familial.

Quant à Ando et al. (2021), ils mettent également en avant le soutien de l'entourage en évoquant que les mères sont au centre de la prise en charge des adolescents. Ainsi, l'absence de celle-ci constitue un manque important de soutien affectif pour l'adolescent pouvant affecter son instabilité émotionnelle. Ces travaux, même s'ils se rapprochent du nôtre, n'ont pas porté sur les adolescents vivant en milieu institutionnel. Ce qui constitue une différence avec notre étude.

Par ailleurs, la relation entre le sexe et la stabilité émotionnelle/ Névrosisme mise en évidence dans la présente étude va dans le sens des travaux de Zimmermann (2004) et Epiney (2011).

Epiney (op. cit.) souligne que la différence biologique, notamment la différence d'hormones chez les filles et les garçons, ainsi que le rôle social qui leur est assigné depuis l'enfance constituent des facteurs de différenciation dans la construction identitaire et de la personnalité chez les filles et les garçons. En effet, du fait de cette différence des rôles sociaux et dans la procréation, les filles vivent avec l'idée qu'il leur sera difficile d'avoir plus tard un homme qui accepte de les prendre pour épouse à cause de leur statut sérologique VIH. De plus, sachant que l'infection de l'enfant se fait essentiellement par voie materno-fœtale, une proportion importante de fille vit avec le désir de tout mettre en œuvre pour éviter l'infection de leur progéniture. Ces deux facteurs expliquent l'angoisse que vivent les filles vivant le VIH et partant du névrosisme dont elles font preuve. Toutefois, les conclusions de l'auteur et les nôtres se différencient au plan des objectifs et des populations d'étude. Alors que nous évaluons spécifiquement la stabilité émotionnelle/ Névrosisme, l'auteur traite du développement de la

personnalité chez les enfants. Notre population d'étude est composée d'adolescents vivant avec le VIH/Sida, alors que l'auteur a travaillé sur la population générale.

Zimmermann (op. cit.) quant à lui, a démontré l'influence du sexe sur la personnalité à partir d'une étude sur la validation du test d'impulsivité d'Eysenck. Il est parvenu aux conclusions selon lesquelles, les filles se différencient des garçons sur les échelles « recherche d'aventure et d'empathie ». Ainsi, notre étude comme celle de l'auteur met en évidence la variabilité interindividuelle entre fille et garçon sur le plan de la personnalité. De plus, la projection des filles dans leur vie d'adulte fait qu'elles développent plus le névrosisme par rapport aux garçons.

Les travaux de Bet et al. (2011) vont dans ce sens. En effet, les auteurs ont démontré que dans la description d'un objet, les garçons ont tendance à effacer les différences entre vérité et mensonge, alors que les filles tendent à accentuer cette différence. Cela laisse entrevoir, nous semble-t-il, le souci du détail et la prise en compte des différentes parties du problème chez les filles, alors que chez les garçons, ce serait plutôt le problème dans sa globalité qui est considéré.

Pour ce qui est de l'effet conjugué du milieu institutionnel et du sexe sur la stabilité émotionnelle, nos résultats vont dans le sens des travaux de Rivard (1955) sur l'instabilité émotionnelle dans les grands orphelinats de la province de Québec. L'objectif de l'auteur était d'évaluer l'instabilité émotionnelle des enfants en tenant compte de la vie en milieu institutionnel et le sexe. L'échantillon comptait 1055 sujets des deux sexes dont l'âge est compris entre 9 à 14 ans. L'auteur souligne que les protégés des grands orphelinats ordinaires du Québec étaient beaucoup plus instables que les enfants qui vivaient dans leur famille. Cependant, il n'a pas trouvé de différence entre les garçons et les filles des orphelinats à ce point de vue. C'est dans ce sens que vont nos résultats, en soulignant que le milieu institutionnel potentialise l'impact psychologique du VIH/Sida chez les OEV du fait des carences affectives et de ne pas pouvoir s'attacher à une personne. Car, le programme du personnel des institutions connaît des roulements d'effectifs. En somme, l'influence néfaste du milieu institutionnel, ajouté aux préoccupations des filles sur le VIH font que celles qui vivent en milieu institutionnel font preuve de névrosisme plus que leurs pairs de sexe masculin vivant avec un membre de famille.

Au regard de ces informations qui peuvent avoir des applications dans le domaine de la prise en charge des OEV, il importe que d'autres études soient menées en vue de conforter les résultats acquis ou les relativiser. La présente étude n'a pu établir une différence significative entre les filles et les garçons concernant la stabilité émotionnelle, il se révèle nécessaire d'étudier l'âge d'entrée en institution afin de minimiser l'effet de la famille d'origine

et la personnalité de l'enfant avant d'intégrer l'institution. Par ailleurs, la prise en compte du choc affectif lors de la séparation de l'enfant d'avec ses parents pour intégrer l'institution pourrait permettre la compréhension de l'instabilité émotionnelle chez ces populations.

## **Conclusion**

Malgré l'existence du traitement ARV, le VIH/Sida continue de faire des pertes en vies humaines. Cette situation entraîne plusieurs conséquences, notamment la dislocation des familles. Les enfants issus de ces familles se retrouvent souvent être confiés à des institutions, soit parce que le parent vivant ne souhaite pas impliquer d'autres membres de famille dans la prise en charge médicale de son enfant, soit parce que les deux parents sont décédés et aucun membre de la famille ne souhaite occuper la responsabilité de s'occuper de l'enfant. En effet, cette responsabilité renferme le suivi médical correcte, avec le respect des rendez-vous pour les consultations, le suivi quotidien des prises du traitement ARV. Ajouté à cela, la représentation de la maladie chez ces personnes peut entraîner un rejet de l'enfant.

Or le développement de chaque être humain et plus principalement de l'enfant repose à la fois sur les facteurs du milieu et les facteurs biologiques. C'est dans ce sens que nous avons voulu savoir l'effet de la vie en milieu institutionnel en lien avec le sexe sur la personnalité, notamment l'instabilité émotionnelle/ Névrosisme.

La présente étude confirme à l'instar des travaux antérieurs que la vie en milieu institutionnel favorise le névrosisme chez des OEV. Toutefois, le sexe ne semble pas être un facteur de différenciation de la stabilité émotionnelle, malgré que l'observation des données brutes issues du tableau indique le contraire. Notre étude suggère donc qu'avant qu'un OEV ne soit placé en institution, un travail préalable d'éducation et de prise en charge psychologique des parents et/ou leurs substituts potentiels soit fait, pour répondre à leurs préoccupations et craintes, de telle sorte que l'institution soit le dernier recours au lieu d'être un endroit où certains parents peuvent aller placer leur enfant afin de mener une vie moins contraignant sans le suivi de la prise en charge médicale de l'enfant.

En outre, en prouvant qu'il peut y avoir une différence quoique non significative dans la stabilité émotionnelle des enfants selon le sexe, la présente étude suggère la prise en compte de la variabilité interindividuelle dans le traitement des dossiers de placement en institution par le personnel médical et paramédical.

## **References:**

1. ANDO AMALAMAN FRANCK, 2018, *Type De Famille, Personnalité Et Adhésion Au Traitement ARV Chez Des Adolescents*

- Vivant Avec Le VIH Abidjan*. Thèse De Doctorat, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY d'Abidjan (Non Publiée).
2. ANDO, AMALAMAN FRANCK SEVERIN ; OYENIRAN RASSIDY, TRA BI TRA ISIDORE, 2021, Famille Recomposée, Personnalité Et Adhésion Au Traitement ARV Chez Des Adolescents Vivant Avec Le VIH/Sida À Abidjan. *Revue Des Sciences Sociales Du PASRES*, 9 (30), P3-13
  3. BOUDJEMAA, BOURAOUI (2009). *Contribution À L'étude Des Mouvements Rythmiques Chez L'enfant En Milieu Institutionnel. Pour Une Meilleure Prise En Charge Psychologique*. Mémoire De Psychologie Clinique, Université Mentouri-Constantine, Algérie
  4. BROWN, FRED (1937). Neuroticism Of Institutions Versus Non-Institutions Children. *The Journal Of Applied Psychology*, (21), 4. P. 379-383
  5. CACOU, M.-C. ; AKA DAGO-AKRIBI, H. ; BOUAH, B. ; MELESS, G. D. ; OGA, M. (2014). Étude De La Personnalité Des Adolescents Vivant Avec Le VIH À Abidjan À Partir Du Gpp-I / (Pradoci, Sidaction). *Revue Des Sciences Sociales Du PASRES*, 2, 31-43.
  6. CHARRON, CAMILO; DUMET, NATHALIE; GUEGUEN, NICOLAS; LIEURY, ALAIN; RUSINEK, STEPHANE, 2014, *Les 500 Mots De La Psychologie*. Paris : DUNOD
  7. DELMAS, PHILIPPE ; COTE, JOSE ; GALANO, ELIANA, CORALINE STORMACQ, EGBERTO RIBEIRO TURATO, MARIO ALFREDO DE MARCO, AÏDA DE FATIMA BARBOSA GOUVEA, REGINA CELIA DE MENEZES SUCCI, PATRICIA AUGER, DAISY MARIA MACHADO, 2016, Profil Psychosocial D'adolescents Brésiliens Vivant Avec Le VIH Et Adhérents Au Traitement : Résultats De La Cohorte Adoliance, *Revue Francophone Internationale De Recherche Infirmière*, 2, 1, P 5-17,
  8. EDITION DU CENTRE DE PSYCHOLOGIE APPLIQUEE (1971). Test 16 PF De R. B. Cattell : (Questionnaire De Personnalité En 16 Facteurs) / Par Raymond B. Cattell Et Herbert W. Eber, 2e Édition : Paris : Editions Du Centre De Psychologie Appliquée, DL,
  9. EPINEY, JOHAN, 2011, *Garçon Ou Fille : Ça Se Construit. Approche Psychosociologique De L'identité Sexuée À L'école Primaire*. Mémoire De Fin D'étude À La Haute Ecole Pédagogique Valais Suisse
  10. EYSENCK, HANS, 1971, Readings In Extraversion-Introversion: *Theoretical And Methodological Issues, Volume 1*. London: Staples
  11. FUNCK-BRENTANO Isabelle. & Al, 2004, « Intérêts Et Limites D'un Groupe De Parole Pour Adolescents Infectés Par Le VIH » *La Psychiatrie De L'enfant*. 47, 341-391.

12. HUTEAU, Michel (2013). *Psychologie Différentielle. Cours Et Exercices*. Paris : DUNOD
13. N'DA, Paul (2002). *Méthodologie De La Recherche. De La Problématique À La Discussion Des Résultats : Comment Réaliser Un Mémoire, Une Thèse D'un Bout À L'autre*. Abidjan : EDUCI
14. NING, LING, HAN (2012). *La Vie Psychique Et Sociale Des Enfants Dans Les Orphelinats Chinois. Sociologie*. Université René Descartes - Paris V.
15. ONUSIDA (2020). STATISTIQUE MONDIALE SUR LE VIH. <https://www.unaids.org/fr/resources/fact-sheet#:~:text=STATISTIQUES%20MONDIALES%20SUR%20LE%20VIH,Avec%20le%20VIH%20en%202019>. [En Ligne]
16. RIVARD, REYNALD (1955). *L'instabilité Émotive Dans Les Grands Orphelinats De La Province*. Thèse De Philosophie, Institut De Psychologie De l'Université d'Ottawa. Québec.
17. ROMAIN BET, ELODIE BROSSAT, CELIA DUCAMP, CHLOE GRAZIANO, GEORGE A. MICHAEL (2011). *Les Indices De Tromperie Diffèrent Selon Le Sexe Seulement Lorsque La Personnalité Est Prise En Compte*. Université De Lyon ; Laboratoire EMC, Université Lumière Lyon 2, Bron
18. SABATIER, COLETTE (1999). *Manuel De Psychologie De L'enfant*. Bruxelles : Mardaga
19. Scialom, Philippe (2010). *Comment Se Constitue La Personnalité ?*  
Source : [Http://Guide-Psycho.Com/App/Download/5781481847/Comment Se Constitue La Personnalité.Pdf](http://Guide-Psycho.Com/App/Download/5781481847/Comment%20Se%20Constitue%20La%20Personnalit%C3%A9.Pdf)
20. SUBBARAO, KALANIDHI Et COURY, DIANE (2004). *Reaching Out To Africa's Orphans : A Framework For Public Action*. Washington, D.C. : WORLD BANK
21. TOURNAY, VIRGINIE (2011). *Sociologie Des Institutions*. Collection Que Sais-Je. Paris : PUF
22. USAID (2018). *Système National Des Services Sociaux Pour Les Orphelins Et Enfants Vulnérables. Cadre De Planification Et De Suivi Et Évaluation*. Caroline Du Nord : University Of North Carolina At Chapel Hill.
23. ZIMMERMANN, G. ; ROSSIER, J. ; MEYER DE STADELHOFEN, F. (2004). Validation De La Version Française Du Questionnaire I7 D'impulsivité. Influence De La Personnalité, Du Sexe Et De La Religion, *Annales Médico-Psychologiques, Revue Psychiatrique*, 162, 2, P 116-121,



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## The Impact of Dental Hypersensitivity on the Patients Quality of Life. A Questionnaire-Based study

*Alexandra Mihaela Stoica, Lecturer, DMD, PhD*

*Monica Monea, Prof., DMD, PhD*

*Timea Dako, Assit. Lecturer, DMD*

Department of Odontology and Oral Pathology, Faculty of Dental Medicine,  
University of Medicine, Pharmacy Science and Technology, George Emil  
Palade, Tirgu Mures, Romania

*Oana Elena Stoica, Assist. Lecturer, DMD*

Department of Pedodontics, Faculty of Dental Medicine, University of  
Medicine, Pharmacy Science and Technology, George Emil Palade, Tirgu  
Mures, Romania

*Liana Beresescu, Lecturer, DMD, PhD*

Department of Preventive and Community Dentistry, Faculty of Dental  
Medicine, University of Medicine, Pharmacy Science and Technology,  
George Emil Palade, Tirgu Mures, Romania

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p131](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p131)

Submitted: 21 February 2022

Accepted: 12 March 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Mihaela Stoica A., Monea M., Times D., Stoica O.E., & Beresescu L., (2022). *The Impact of Dental Hypersensitivity on the Patients Quality of Life. A Questionnaire-Based study* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 131.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p131>

### Abstract

**Introduction:** Dentinal hypersensitivity is a pathological condition with an increased incidence among patients of various ages, affecting their well-being and with a common response for a wide range of treatment strategies.

The study aimed to assess the impact of teeth hypersensitivity on the quality of life, daily activities, and on the emotional status of the patients affected by it.

**Method:** We conducted an anonymous survey on a group of 200 patients with ages 20 and 65 years old, using a questionnaire that included 23



questions. The results were collected and statistically analyzed using the chi-square test.

**Results:** Out of all the patients who answered our questionnaires, 51 percent have ages between 20-25 years, 26 percent between 26-35 years, 12 percent between 36-45 years, respectively 11 percent represent patients older than 46 years. 81 percent of patients are female, and 19 percent are male. In 65 percent, the onset of dental hypersensitivity sensations is caused by the consumption of ice cream, affecting the patients' lifestyle negatively. According to the study, 36 percent of patients give up on certain foods/drinks that led to the appearance of dentinal hypersensitivity sensations. Forty-one correspondents felt compelled to give up consuming cold food, and carbonated and sour drinks.

**Conclusions:** Dentin hypersensitivity is represented by the appearance of an uncomfortable sensation due to dentin being exposed to the exterior environment, a sensation that can range from mild irritation to severe pain and can reduce the quality of mastication and oral hygiene.

---

**Keywords:** Hypersensitivity, hyperesthesia, dental pain.

## Introduction

Dentin hypersensitivity is considered a pathological and painful condition that occurs due to the exposal of the tubular dentin to the exterior. It can affect a specific tooth or a group of teeth (Stoica, 2016), being a prompt response to a wide range of external stimuli, namely chemical, thermal, volatile, or tactile (Lacruz, 2017).

Pluri-etio-pathogenesis of dentinal hypersensitivity offers a wide range of possible factors that trigger this condition, which in some cases is difficult to diagnose, and therefore special care must be taken to establish a correct diagnosis to exclude any other possible dental disease with similar manifestations that could mislead the clinician (Roberson, 2018).

The incidence of dentin hypersensitivity has a considerably higher frequency among patients with periodontal pathology and females compared to males. According to clinical studies, the canines and the first premolars are the most affected teeth, followed by the incisors, the second premolars, and the molars (Dabiri, 2018).

Two very important criteria are incriminated for inducing tooth hypersensitivity: the location of the exposed dentin and the erosive lesions that create a communication between the dentinal tubular system and the dental pulp chamber (Rex Holland, 2016). To understand exactly the mechanism by which this condition acts, we need to consider the role of intradental nerve fibres and how pain acts on these structures. Dental pain from dentinal hypersensitivity occurs due to the action of exogenous stimuli exerted on open

dentinal tubes which produce changes in the dentinal fluid, activating the pulpal nerve fibres, through the hydrodynamic mechanism described by Martin Brännström. The role of intradentalimuli nerve fibres is to transmit nerve impulses received from brain structures (Grippe, 2014).

Dentin exposure results from the loss of hard dental tissue (Lussi, 2000) and soft tissue loss in pathological situations like a gingival retraction or periodontopathy (West, 2013). The factors that contribute to the loss of enamel include attrition, abrasion, fraction, and acid erosion from both the external and internal body in the case of gastroesophageal reflux, respectively industrial erosion (Tugnai, 2019). Periodontal diseases, and an aggressive and incorrect brushing technique, can lead to the removal of a thin layer of root cement and the exposure of the dentin layer (Lee, Kihwan & Lee, 2019). Another factor that can induce hypersensitivity at the dental level is the oxygen peroxide used in dental bleaching techniques.

In order to observe the intensity of the patient's hypersensitivity, we considered applying various stimuli on the dental surface, that have a triggering role. The stimuli were as follows: mechanical, tactile, chemical, thermal, evaporative, and electrical. In addition to the patient's dental history and the clinical and complementary examination, the findings of these stimuli will help us set a correct diagnosis and treatment.

The differential diagnosis includes a wide variety of dental pathologies, similar to those of dental sensitivity, as follows (Kathariya, 2016): tooth decay, cracked tooth syndrome, dental trauma, reversible pulpal inflammation, lateral periodontal abscess, apical periodontitis, teeth whitening, vicious habits as in the case of bruxism and last but not least, the postoperative hypersensitivity that occurs after the preparation of cavities.

The universal literature currently proposes a wide range of treatment strategies to combat dental hypersensitivity. The three main categories include strategies that use desensitizing agents acting on both the nerve causing a desensitization of it and the teeth with their consequent blockage, and the last category includes anti-inflammatory medication: corticosteroids (Markowitz, 2008).

The most common therapy used in the treatment of dentinal hypersensitivity is the one used at home, being accessible to every patient and it does not require excessive acquisition costs: toothpaste or tooth mousse, mouthwash, respectively chewing gum containing sodium fluoride and potassium nitrate, which will significantly reduce the incidence of dental sensitivity.

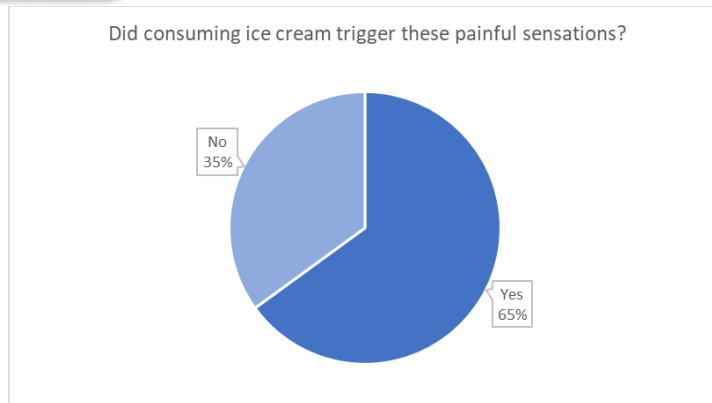
## **Methods**

The study was conducted based on an anonymous survey that included 200 people who agreed and gave written consent to participate and complete

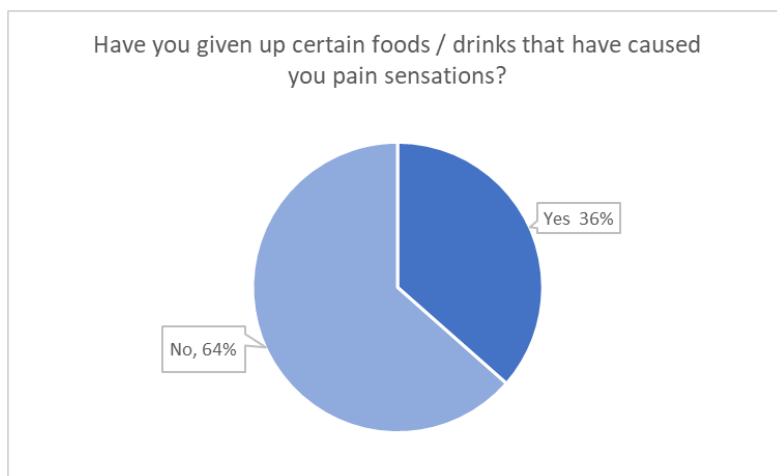
our questionnaire regarding dental hypersensitivity. All participants are patients at the Faculty of Dental Medicine Clinique of Targu Mures and answered our questionnaire onsite. The questionnaire is composed of 23 questions, and its structure includes both closed questions with a single answer and a multiple-choice answer, respectively, as an open editorial question. The group of patients involved in this study have ages 20-65 years, both female and male; the obtained data is confidential and will be used strictly to carryout our scientific study. The results were collected and statistically analysed using chi-square test.

## Results

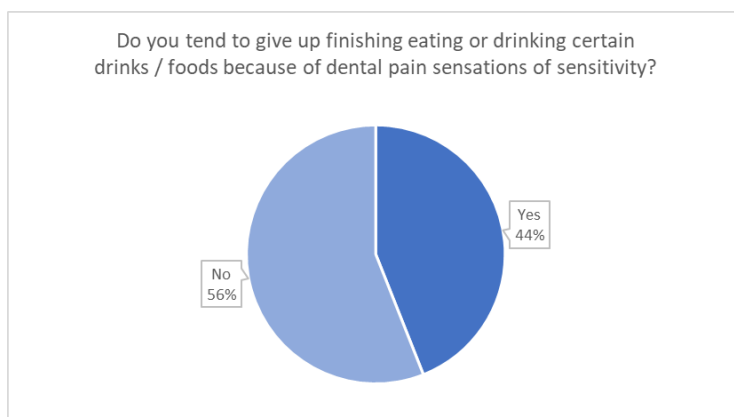
Out of all the patients who answered our questionnaires 51 percent have ages between 20-25 years, 26 percent between 26-35 years, 12 percent between 36-45 years, respectively 11 percent represent patients older than 46 years. 81 percent of patients are female and 19 percent are male. The urban environment predominates among the subjects, representing 86 percent, compared to the rural environment. 65 percent of patients consider that the onset of dental hypersensitivity sensations is caused by the consumption of ice cream, with a negative influence over their lifestyle (Figure. 1) A high percentage of 61 percent informed us that due to the painful sensations induced by this condition, the quality of social life is negatively affected. According to the study, 36 percent of patients gave up certain foods / drinks that led to dentinal hypersensitivity sensations. (Figure. 2). 44 percent of the patients do not finish eating or drinking their food and drinks, dental sensitivity having a bad impact on their eating habits (Figure. 3) and 53 percent consider that it is necessary to change the way they consume certain foods or drinks by adopting various mechanisms that relieve the painful syndrome. According to the results, 59 percent of patients state that they must be careful not to touch certain dental surfaces during meals to not trigger the painful syndrome (Figure. 4). Also a percentage of 48 percent of patients avoid consuming cold drinks and hot foods (Figure. 5). Painful experiences associated with dentinal hypersensitivity was mentioned by 34 percent of study participants, saying that the condition affects the general state of health (Figure. 6). 77.5 percent of all patients use toothpastes to decrease nerve fibre stimulation, 66 percent of the subjects also state that they started to use ultra-soft and soft toothbrushes, 46.5 percent start avoiding the consumption of sour foods / beverages, respectively, 22.5 percent began treatments in the dentist's office with the beneficial effects of relieving pain dental sensitivity and 8.5 percent of the subjects choose the administration of analgesic medication.



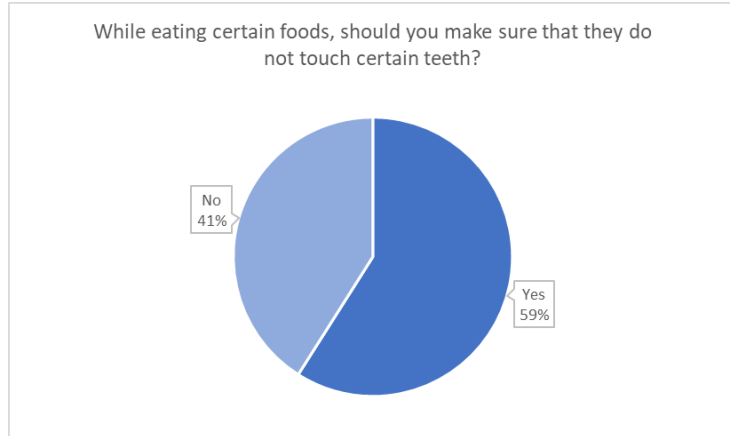
**Figure 1. Answer to question number 6 from questionnaire.**



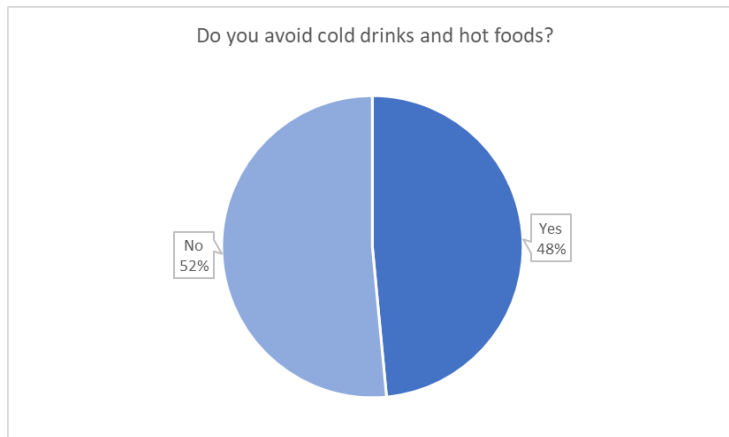
**Figure 2. Answer to question number 8 from questionnaire.**



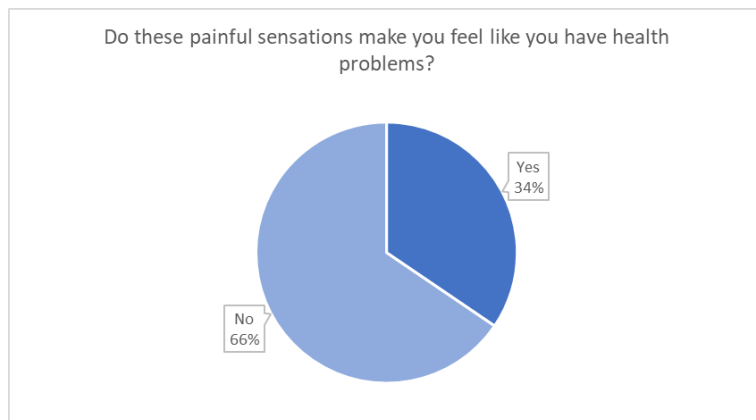
**Figure 3. Answer to question number 11 from questionnaire.**



**Figure 4. Answer to question number 13 from questionnaire.**



**Figure 5. Answer to question number 14 from questionnaire.**



**Figure 6. Answer to question number 22 from questionnaire.**

## Discussion

Discussing and analysing the results after collecting the questionnaires, we noticed that young people with ages between 20-25 years old, are the ones who address to dental services mainly, young adults representing 12 percent, and the elderly representing 11 percent. The female gender dominates the group of patients, the women presenting more rigor in terms of oral health and prevention of dental diseases.

The largest number of patients interested in dental services are from urban areas, which is related to the ease of addressing a dentist in urban areas compared to rural areas. In rural areas, patients go to the dentist for emergencies and acute pain, dental prevention or aesthetics are not a strong point. This is related to the fact that the standard of living, culture, financial level in rural areas is very different compared to developed urban areas. According to Strassler (2008) the incidence with a considerably higher frequency of dentinal hypersensitivity is among female patients compared to male patients.

Nowdays, the requirements of dental scaling and professional brushing have more and more demand, but being carried out over a long period of time can cause the inevitable occurrence of dental hypersensitivity. This happens especially in patients with poor oral hygiene who maintain the painful syndrome in the first days after the scaling procedure, therefore maintaining dental check-ups once every six months is essential to diagnosing and treating any dental pathologies (Gillam, 2013).

At the same time, the side effects of teeth whitening were analysed, it was concluded that one of the main side effects was the occurrence of dentinal hypersensitivity (Zeola, 2020).

In orthodontic treatments, the potential factor for dentinal sensitivity was gingival recession which has been described in multiple studies and strongly correlated with previous orthodontic treatments (Izhar, 2019). Other studies conducted about dental hypersensitivity show that participants noticed that the onset of this painful syndrome can be a side effect of aggressive toothbrushing, so the patients were urged to change both the brushing technique and the type of toothbrush they used, choosing soft or ultra-soft toothbrushes (Exarchou, 2019).

According to Kopycka-Kedzierawski (2017), the patients complain about a nervousness sensation as a response to the dentinal sensitivity developing eating habits caused by the specific adaptations in everyday life, affecting both social interactions and a strong emotional impact (Sood, 2016). The socio-emotional impact on patients attributed to daily activities accusing different states of discomfort, social isolation, various situations imposed by

this pathology, causes the person to address to various therapeutic means (Blaizot, 2020).

### **Conclusions**

Dental hypersensitivity is a common dental condition, a sensation that can range from mild irritation to severe pain which makes the patient address to the dental services. The pain induced by dental hypersensitivity modifies patients' eating habits by reducing the consumption of acidic foods, beverages, and foods with strong or very spicy aromas.

Hypersensitivity affects the hygiene of patients, who will avoid brushing certain tooth surfaces or certain teeth in order to reduce pain, thus, contributing to the accumulation of plaque, tartar, maintaining an acidic pH without beneficial effects or even increasing the degree of hypersensitivity.

### **Funding:**

This research received no external funding.

### **Conflicts of Interests:**

The authors declare that they have no conflict of interest regarding this article, and we did not receive any financial support from any organizations or a research grant.

## **QUESTIONNAIRE**

We all know that tooth hypersensitivity is a common dental condition nowadays. People who suffer from short and sharp pain associated with this condition, make an effort to avoid the triggers.

1. Your age:

- a. <20-25
- b. 26-35
- c. 36-45
- d. 46-65

2. Your gender:

- a. Feminine
- b. Male

3. Environment:

- a. Rural
- b. Urban

4. Have you noticed the appearance of dental sensitivity following these procedures?

- a. Professional dental cleaning and brushing;
- b. Teeth whitening treatment;
- c. Tooth brushing;
- d. Removal of an orthodontic appliance;

5. Does not, the sensations in your teeth, allow you to enjoy any food or drink?

- a. Yes
- b. No

6. Did consuming ice cream trigger these painful sensations?

- a. Yes

- b. No
- 7. Do you think that because of the painful sensations in your teeth, it takes longer to eat certain foods or drinks than other people?
  - a. Yes
  - b. No
- 8. Have you given up certain foods / drinks that have caused you pain sensations?
  - a. Yes
  - b. No
- 9. If the answer to the previous question was in the affirmative, please list the foods / drinks that you have given up because of these tooth pain or sensitivities:  
.....  
.....  
.....
- 10. Does breathing in cold winter weather induce teeth sensitivity?
  - a. Yes
  - b. No
- 11. Do you tend to give up finishing eating or drinking certain drinks / foods because of dental pain sensations of sensitivity?
  - a. Yes
  - b. No
- 12. Do you think that you need to change the way you eat certain foods or drinks?
  - a. Yes
  - b. No
- 13. While eating certain foods, should you make sure that they do not touch certain teeth?
  - a. Yes
  - b. No
- 14. Do you avoid cold drinks and hot foods?
  - a. Yes
  - b. No
- 15. Did the sensations made you to change your toothbrush and / or brushing technique?
  - a. Yes
  - b. No
- 16. Do you feel that you need to pay attention to what you eat when you are with other people because of these painful sensations that can occur in your teeth?
  - a. Yes
  - b. No



17. Do you avoid socializing with those around you because of the possible onset of painful sensations?
- Yes
  - No
18. Do you find it difficult to go to the dentist because you know that you may experience dental sensation through dental interventions / manoeuvres?
- Yes
  - No
19. Do you tend to worry that something you eat might trigger your sensations of toothache?
- Yes
  - No
20. Do the sensations of pain give you anxiety, nervousness?
- Yes
  - No
21. Do you feel that these unpleasant sensations make you feel different, withdrawn, ashamed?
- Yes
  - No
22. Do these painful sensations make you feel like you have health problems?
- Yes
  - No
23. What kind of therapeutic means are used to treat this dental pain or sensitivity?
- Sensodyne toothpaste, Elmex;
  - Using a soft toothbrush;
  - Analgesic medication;
  - Treatment with desensitizing agents performed in the dentist's office;
  - Supervision of eating and avoiding the consumption of sour foods / drinks;

The data filled in is confidential and will be used strictly for the purpose of carrying out our scientific study. Thank you!

## References

- Buruian, M., Monea, M., Stoica, A.M. Cone beam computed tomography study among dental residents based on a questionnaire, *European Scientific Journal*, December 2016 edition 12:32-38.
- Habelitz, S., Lacruz, R.S., Paine, M.L. Dental enamel formation and implications for oral health and disease, *Physiological Reviews*, 2017 July 1;97(3):939-993.

3. Heymann, H.O., Roberson, T., Swift, Jr E.J. Sturdevant's art and science of operative dentistry, Ed. Sixth, Canada, Mosby: 2006; 6-10.

4. Dabiri, D.M. Harper, D.E., Kapila, Y., Kruger, G.H., Applications of sensory and physiological measurement in oral-facial dental pain, *Special Care in Dentistry* 38:6, 2018, 395-404.

5. Holland, R. & Torabinejad, M. La biologie de la pulpe dentaire et des tissus périradiculaires. *Endodontie*, 2016, 1-21.

6. Grippo, J.O., Simring M., & Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions, *Journal of the American Dental Association*, 2004, 135(8):1109–18 quiz 63-65.

7. Lussi, A. & Schaffner M. Progression of and risk factors for dental erosion and wedge-shaped defects over a 6-year period, *Caries Research Journal*, 2000, 34(2):182–187.

8. Lussi, A, Seong, J., & Hellwig, E. West, N. X., Dentin hypersensitivity: pain mechanisms and aetiology of exposed cervical dentin, *Clinical Oral Investigation*, 2013, 17(Suppl 1):9–19.

9. Clerehugh, V. Tugnait, A. Gingival recession- it's significance and management, *Journal of Dentistry*, 2001, 29(6):381–394.

10. Kim, Y., Lee, K. Lee, B.M, Park, C., Ion Channels Involved in Tooth Pain, *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, 20-28.

11. Kathariya, R. Dental hypersensitivity: A common cold in dentistry, *Journal of Dental Research and Review*, 2016, 3:49-50.

12. Markowitz, K., Pashley, D.H. Discovering new treatments for sensitive teeth: the long path from biology, *Journal of Oral Rehabilitation*, 2008; 35: 300-315;

13. Managing, F. Strassler, H.E, & Serio. Dentin hypersensitivity, *Inside Dentistry*, 2008;4(7):730-738.

14. Attrill, D., Brunton, P., Chesters, R., Gillam, D., Slater, M., Dentine hypersensitivity guidelines for the management of a common oral health problem, *Dental Update*, 2013, 40: 514-524.

15. Galvão, A.D.M., Souza, P.G., Teixeira, D.N.R, Zeola, L.F. Soares PV. Brazilian dentists' perception of dentin hypersensitivity management, *Brazilian Oral Research*, 2020, Jan 10-33.

16. Almas, K., Izhar, F., Majeed, A, Nazir, M.A. A Study of Dentists about Their Knowledge and Practice of Dentine Hypersensitivity. *European Journal of Dentistry* 2019 Oct;13(4):540-546.

17. Betsani, I., Chatzopoulou, D., Exarchou C., Sakellari D. A survey of dentists in the management of dentine hypersensitivity: A Questionnaire-based Study, *European Journal of Dentistry*, 2019, 383-390.

18. Meyerowitz, C., Kopycka-Kedzierawski D.T. Management of dentin hypersensitivity by practitioners in The National Dental Practice-Based

Research Network, *Journal American of Dental Association*, 2017, Oct.148:728-736.

19. Gupta, S., Sood, S., & Jain, A. Evaluation of dentine hypersensitivity in adult population with chronic periodontitis visiting dental hospital in Chandigarh, *Indian Journal of Dental Research*, 2016, May-Jun.27(3):249-255.

20. Blaizot, A., Offner, D., Trohel, G. et al - Prevalence of sensitive teeth and associated factors: a multicentre, cross-sectional questionnaire survey in France, *BMC Oral Health*,2020, 234-250.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## Connaissance Des Normes De Gestion Des Ressources En Eau Souterraine Dans La Vallée Du Fleuve Niger Au Bénin

*Maman Abdou Razak,  
Baco Mohamed Nasser,*

Laboratoire Société-Environnement (LaSEn), Université de Parakou,  
République du Bénin

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p143](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p143)

Submitted: 21 February 2022

Accepted: 21 March 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Razak M.A., & Baco M.N., (2022). *Connaissance Des Normes De Gestion Des Ressources En Eau Souterraine Dans La Vallée Du Fleuve Niger Au Bénin* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 143.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p143>

### Résumé

La présente étude dont l'objectif est de comprendre les connaissances des acteurs locaux sur les conditions d'utilisation des systèmes d'irrigation et leurs pratiques courantes a été menée dans la vallée du fleuve Niger au Bénin. Cent dix personnes ont pris part aux entretiens individuels et enquêtes d'approfondissement sur la base d'un guide d'entretien et des questionnaires recueillis grâce à l'application Android KoboCollect App. La traduction des enregistrements à partir des ordiphones (smartphones) a facilité la collecte et le traitement des données. Les acteurs directs dans deux villages, Garou et Toumboutou, au niveau des périmètres UGPPM et SOTA, les autorités communales, les agents de l'administration publique et des personnes ressources ont été concernés par cette étude. L'analyse du contenu des discours, et les statistiques descriptives ont été exploitées. De nos résultats, il ressort que des dispositions réglementaires ont été prévues par l'administration publique à travers différentes lois et un code de l'eau avec l'implication prépondérante des acteurs du secteur public sans la participation des usagers locaux. Des différentes perceptions des acteurs locaux, il y a une ambiguïté juridique autour des droits d'usage ou sur l'appropriation de la réglementation des ressources hydro-agricoles de la part des acteurs locaux, ou encore une confusion sur le libre accès à la ressource en eau, qui pourraient conduire à sa surexploitation. Il s'avère indispensable de faire prendre

conscience aux usagers des dangers de l'utilisation abusive des ressources hydro-agricoles par la multiplication de puits et de dissiper les inquiétudes irrationnelles des acteurs locaux sur la gestion de l'eau d'irrigation encadrée par la collectivité nationale.

---

**Mots clés :** Vallée du fleuve Niger, Bénin, eau souterraine, gestion participative

## **Knowledge of Groundwater Resources Management Norms in the Niger River Valley in Benin**

*Maman Abdou Razak,  
Baco Mohamed Nasser,*

Laboratoire Société-Environnement (LaSEn), Université de Parakou,  
République du Bénin

---

### **Abstract**

The present study, whose objective is to understand the knowledge of local actors on the conditions of use of irrigation systems and their current practices, was conducted in the Niger River Valley in Benin. One hundred and ten people took part in individual interviews and in-depth surveys based on an interview guide and questionnaires collected through the Android KoboCollect App. Translation of recordings from smartphones facilitated data collection and processing. Direct actors in two villages, Garou and Toumboutou, at the UGPPM and SOTA perimeters, communal authorities, public administration agents, and resource persons were involved in this study. The content analysis of the speeches and descriptive statistics were used. Our results show that the public administration has made regulatory provisions through various laws and water codes, with the predominant involvement of public sector actors without the participation of local users. The different perceptions of local actors reveal a legal ambiguity regarding usage rights, the appropriation of hydro-agricultural resource regulations by local actors, or confusion regarding free access to water resources, which could lead to overexploitation. It is essential to make users aware of the dangers of abusing hydro-agricultural resources and dispel the irrational concerns of local actors regarding the management of irrigation water, which is already regulated by the national authority.

---

**Keywords:** Niger River Valley, Benin, Groundwater, Participatory Management

## Introduction

Les totaux pluviométriques dans le bassin du fleuve Niger sont en baisse progressive et sur le plan climatique, des sécheresses sont récurrentes. La croissance démographique entraîne le développement de l'agriculture productiviste, la dégradation des terres cultivables et la pollution des nappes phréatiques, principale source d'eau potable. L'élevage et la transhumance du bétail provenant des pays frontaliers occasionnent chaque année des conflits d'usage entre agriculteurs et éleveurs (Alomasso et *al.*, 2015).

Ces dernières décennies, l'irrigation représente l'activité la plus consommatrice d'eau, et son développement a surtout été intensif depuis les années 1970 lorsque les techniques traditionnelles ont été concurrencées par les motopompes permettant de prélever davantage d'eau souterraine. Ainsi, le développement de l'irrigation dans les pays en développement a été lié à la recherche de rendements agricoles toujours plus élevés pour lutter contre l'insécurité alimentaire (Bied-Charreton et *al.*, 2006). Cette innovation technique est adoptée à partir des années 1980, avec sa généralisation conduisant ainsi à une multiplication des forages individuels à faible profondeur, (Daoudi et *al.*, 2017). Cette multiplication des forages individuels soulève des inquiétudes quant au risque de surexploitation des nappes phréatiques et recentre le débat sur la gestion de l'eau dans le domaine agricole avec des cultures exigeantes en eau (maraîchage et riziculture) autour de la problématique de sa gouvernance en termes de durabilité (Kuper et *al.*, 2016 ; Petit et *al.*, 2017). De nombreuses études ont révélé que l'efficacité du système de gestion des ressources en eau est confrontée à certaines difficultés. Les plus observées sont la lourdeur et la lenteur des procédures administratives ainsi que l'insuffisance du système de suivi et de mesure qui constituent les principaux facteurs de fragilité de la gestion publique. Plusieurs auteurs (Berkoff, 1994 ; Tolentino, 1996 ; Grimble et *al.*, 1996) ont montré que peu de pays ont les capacités administratives de la gestion des ressources, d'inspection et de contrôle des exploitations des eaux souterraines. De même une autre contrainte dans la gestion des ressources en eau est traduite par la confusion entourant les droits de propriété et les textes légaux dans la réglementation de la gestion de la ressource en eau pour des fins agricoles. Peu d'études ont cherché à comprendre cette réglementation dans ce domaine en lien avec les comportements des acteurs locaux. L'objectif de cette étude est de comprendre les conditions d'utilisation et d'usage de l'eau des systèmes d'irrigation et les pratiques des acteurs locaux dans la vallée du fleuve Niger au Nord du Bénin en Afrique de l'Ouest. La méconnaissance des règles de gestion peut entraîner la dégradation des ressources hydro-agricoles. Selon (Nawal et *al.*, 2016), l'irrigation avec l'eau usée provoque plus de porosité, une grande conductivité hydraulique et une bonne rétention en eau malgré la charge élevée en matières organiques et particulaires qui favorisent les

activités microbiennes et modifient positivement les propriétés hydro physiques des sols.

Au Bénin, le potentiel hydro-agricole connu est estimé à 322 000 ha de terres irrigables, dont 117 000 ha de vallées et 205 000 ha de bas-fonds et plaines inondables. Mais les terres équipées à des fins d'irrigation avec maîtrise totale de l'eau ne totalisent que 10 973 hectares dont 9 349 ha sont des périmètres formels et 1 624 ha des périmètres informels. Les aménagements avec maîtrise partielle de l'eau intéressent 1 285 ha de bas-fonds équipés de diguettes isohypses de rétention dotées d'ouvrages de vidange et de régulation (Gbaguidi, 2014). Par rapport à la réglementation, le Bénin dispose du code de l'eau (lois n° 87-016 et n° 2010-044) portant gestion de l'eau en République du Bénin qui assurent la gestion durable de cette ressource naturelle. Cependant, il est observé l'incapacité de l'État à faire respecter ces dispositions légales soit par ignorance ou soit encore par une non appropriation des textes par les acteurs (PANGIRE, 2011). Dans cet article, il est question de comprendre les connaissances des acteurs locaux sur les droits de propriété et d'usage et la perception des acteurs sur les droits d'accès et d'utilisation de l'eau souterraine d'irrigation parmi les premiers essais d'aménagements hydro-agricoles au Bénin dans la vallée du fleuve Niger.

### **Cadre théorique de l'étude**

Plusieurs auteurs ont proposé diverses approches théoriques et méthodologiques de la gouvernance des eaux souterraines et schématiquement, il a été suggéré deux approches principales (Fofack et *al.*, 2015). En premier lieu, on trouve les travaux de l'école de Bloomington sur les eaux souterraines (Ostrom, 1990). Ces travaux mettent en évidence la capacité des collectifs à s'auto-organiser pour conduire une action collective permettant, sous certaines conditions, une gestion durable des ressources communes. Ils insistent aussi sur une hiérarchie de règles qui sont à la base des mécanismes de l'action collective. L'hybridation des règles par le croisement de plusieurs niveaux de règles de différents acteurs (Fofack-Garcia, 2012). La seconde approche est celle qui met en évidence les logiques sous-jacentes à une économie informelle de l'eau souterraine d'irrigation (Shah, 2009). Dans un contexte d'anarchie marqué par l'abandon ou l'incapacité de l'administration publique à proposer des dispositifs de planification, avec des règles d'accès et des usages acceptables par tous sur le plan environnemental, il y a l'émergence d'arrangements autour desquels les acteurs privés définissent des règles en contradiction avec celles de l'État. Shah (2009) propose alors une approche pragmatique, en fonction du caractère informel de l'exploitation de l'eau souterraine.

Selon Daoudi et *al.* (2017), la réglementation occupe une place importante pour la gouvernance grâce à l'application des lois définies par

l'administration. Elle donne accès à cette ressource à travers une autorisation des autorités compétentes de l'État. Malheureusement, il est constaté que l'application de la loi semble limitée et le nombre de forages réalisés sans autorisation est plus important que ceux autorisés du fait de la non application de cette loi. Les raisons avancées par les agriculteurs, sont fondées sur le fatalisme donnant foi à la spiritualité et à la religion : si l'eau souterraine reste un « bien de l'État » dont l'accès est soumis à autorisation, c'est aussi un « bien et un don de Dieu » pour « une eau à soi » (Kuper *et al.*, 2012 ; Quarouch *et al.*, 2014). L'absence d'un cadre institutionnel consensuel entre les différents acteurs, le décalage entre la politique agricole de mise en valeur des aménagements hydro-agricoles, la différence observée entre le cadre formel et les pratiques locales en matière de gestion de l'eau, prouvent l'incapacité de la puissance publique à proposer des règles d'accès et d'usage qui soient partagées et soutenables. Pour répondre à leurs besoins en eau, les acteurs privés ont structuré eux-mêmes des règles d'accès à l'eau et au foncier après de nombreux arrangements informels (Amichi *et al.*, 2015).

L'analyse des systèmes de gouvernance de l'eau en lien avec la mise en valeur des terres irrigables devrait être explorée, en utilisant le cadre réglementaire formel régissant l'accès et l'usage de l'eau et une caractérisation des pratiques locales autour de l'irrigation dans les périmètres agricoles aménagés (Daoudi *et al.*, 2017).

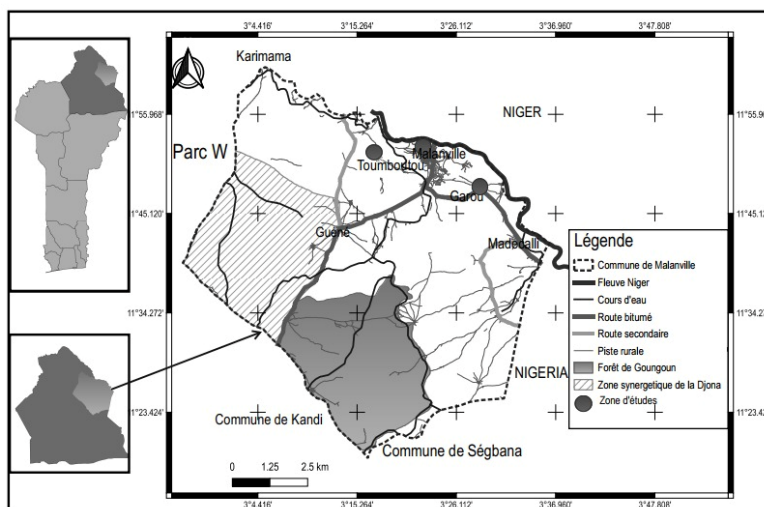
Ces différentes approches combinées sont utilisées comme grille de lecture pour analyser les modes de gouvernance des ressources hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Niger.

## **Méthodologie**

### **Milieu d'étude**

Dans le cadre de la mise en œuvre du Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole PSDSA (2017-2022), sept Pôles de Développement Agricole ont été créés. Le premier est situé dans la vallée du fleuve Niger dans le département de l'Alibori à la limite Nord du Bénin et du Niger sur la rive droite du fleuve (11° 52' 05'' - 12° 06' 67'' Nord) (Figure 1). Le site de l'Union des Groupements des Producteurs du Périmètre de Malanville (UGPPM) est le plus grand aménagement hydro-agricole du Bénin avec une superficie de 516 ha près de Malanville. Depuis 2011, s'est ajouté le Périmètre Sota avec une superficie exploitée de 400 ha sur les 500 ha disponibles. Il y a également les bas-fonds aménagés à l'intérieur desquels s'est développée, à partir de 2008, l'irrigation privée. Les villages Garou (11° 47' 55'') et Toumboutou (11° 51' 15'') ont respectivement 27 638 et 17 539 habitants, selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH4).





**Figure 1 :** Carte de localisation des sites d'étude dans la Commune de Malanville (Département de l'Alibori) dans la vallée du fleuve Niger

Dans la vallée du fleuve Niger on distingue deux saisons, une qui va de novembre à juin et une autre qui couvre juin à décembre. La riziculture, pratiquée deux fois l'an dans les aménagements collectifs, est la principale activité. Dans les bas-fonds, le maraîchage est pratiqué en rotation avec le riz pendant la contre saison.

### Unités de recherche et échantillonnage

L'échantillon comprend les membres des conseils d'administration des différentes coopératives rizicoles, les membres des coopératives et les structures étatiques représentées par le Cabinet ministériel, le Conseiller Technique aux Organisations Professionnelles et à l'Entrepreneuriat Agricoles (CT/OPEA), la Direction Générale de l'Agence Territoriale pour le Développement Agricole (ATDA1), la Direction de la Législation Rurale des Organisations Professionnelles et à l'Entrepreneuriat Agricole (DLROPEA), la Direction Départementale de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (DDAEP/Alibori), la Cellule Communale de Malanville, la Mairie de Malanville et trois riziculteurs maîtrisant la problématique des aménagements hydro-agricoles. Au total, cent dix personnes ont participé aux discussions et entretiens. Compte tenu de la sensibilité des questions liées aux aménagements hydro-agricoles dans cette région et pour faciliter le dialogue lors des interviews semi-structurées, trois sous-groupes au niveau des périmètres et deux sous-groupes dans les villages ont été constitués.

## **Collecte des données et méthodes d'analyse**

Les données ont été collectées de février 2021 à avril 2021 à la fin de la saison sèche, en contre-saison de la campagne agricole 2021. Les entretiens semi-structurés et les interviews ont été organisés avec les coopérateurs présents sur les périmètres au cours des rencontres individuelles ou de groupes. Un guide d'entretien et des questionnaires ont été utilisés grâce à l'application Android *KoboCollect App*. Les données collectées sont relatives à l'organisation des travaux collectifs autour des aménagements hydro-agricoles, à l'organisation de la collecte et de l'utilisation des redevances d'eau, à l'organisation des assemblées générales surtout celles électives, les principales contraintes observées sur le terrain, la fréquence des manifestations et les mécanismes de résolution des problèmes. La traduction des enregistrements à partir des ordiphones (*smartphones*) a facilité la collecte et le traitement des données. Les acteurs directs dans deux villages (Garou et Toumboutou), au niveau des périmètres UGPPM et SOTA, les autorités communales, les agents de l'administration publique et des personnes ressources ont été concernés par cette étude. L'analyse du contenu des discours, et les statistiques descriptives, qui ont permis de produire des graphes et d'expliquer l'évolution des forages dans la zone d'étude, ont été exploitées.

## **Résultats et discussion**

### **Résultats**

#### **Perception des acteurs sur les droits de propriété et d'usage : Importance de la réglementation**

La perception des acteurs permet d'apprécier leur niveau de connaissance du cadre réglementaire de la politique de l'eau, les nappes phréatiques étant incluses dans les nappes d'eau souterraine. Selon le code de l'eau, elles font partie du domaine public naturel et relèvent de la propriété publique de l'État (Art. 3, alinéa 3 de la loi n° 87-016) : Toute utilisation des eaux souterraines est soumise au préalable à une autorisation du Ministre en charge de l'hydraulique (Art. 8, alinéa 1). Notons que ce code ne mentionne pas l'utilisation d'eau souterraine pour l'irrigation et a faiblement pris en compte le domaine agricole.

Le code de l'eau de 1987 est focalisé sur les domanialités des eaux, et ne s'inscrit pas dans une logique d'utilisation rationnelle. Il manque la prise en compte des instruments de planification permettant d'apporter des précisions sur le cadastre hydraulique et l'équilibre hydrique entre nappes. Le code de l'eau a défini une gestion étatique centralisée. Il est prévu toutefois le paiement

d'une redevance d'exploitation sans apporter des précisions sur sa valeur dans la réglementation.

Suite à l'évaluation du premier code de l'eau (1987), une nouvelle loi portant gestion de l'eau en République du Bénin a été adoptée en 2010 (loi 2010-044) en partant du principe constitutionnel qui stipule que « Toute personne a le droit à un environnement sain, satisfaisant et durable et a le devoir de le défendre. L'État veille à la protection de l'environnement et à la conservation des ressources naturelles en général, en l'occurrence l'eau » (Art.1). La loi définit clairement les buts et objets d'une gestion rationnelle de la ressource eau afin d'y assurer une utilisation équilibrée, une répartition équitable et une exploitation durable de la ressource disponible (Art. 3). Elle définit aussi les principes relatifs à la gestion de l'eau comme la première loi. L'utilisation de l'eau, sous quelque forme que ce soit, exige de chacun une contribution à l'effort de la nation pour une gestion rationnelle de cette ressource y compris l'irrigation (Art. 7). L'État et les collectivités territoriales, dans leurs domaines respectifs de compétences, veillent à la gestion durable de l'eau, en vue d'en garantir aux usagers un accès équitable (Art. 9). Ils constituent les principaux acteurs dans la gestion durable de l'eau (Art. 29). La mise en place des cadres de concertation prévoit la prise en compte des utilisateurs des aménagements hydro-agricoles dans le processus de prise des décisions sous la responsabilité du ministère permettant d'assurer une gestion participative de l'eau à tous les niveaux : territoire national, ensembles hydrographiques, collectivités territoriales, communautés villageoises. (Art. 11 et 12). Cette loi confirme le caractère prioritaire de l'agriculture irriguée. Elle sépare la gestion étatique bureaucratique et la gestion participative pour une gestion rationnelle de la ressource. La loi 2010-044 introduit également de nouveaux principes fondés sur la planification à travers le document de politique nationale de l'eau et du plan d'action national de gestion intégrée des ressources en eau pour la préservation et la conservation de l'eau par l'État et les collectivités territoriales (Art. 30). Ils doivent assurer, dans le temps et dans l'espace, un équilibre entre la disponibilité de la ressource en eau en quantité et en qualité et les besoins à satisfaire selon les divers usages et fonctions de l'eau. Ceci afin d'éviter les pertes et le gaspillage de l'eau (Art. 26).

En application du principe « utilisateur-payeur » énoncé aux articles 7 et 8, les personnes physiques ou morales qui utilisent l'eau à des fins autres que domestiques peuvent être assujetties au versement d'une contribution financière calculée sur la base du volume d'eau prélevé, consommé ou mobilisé. Cette contribution doit en priorité servir au financement du secteur de l'eau (Art. 34). Le financement de la gestion de l'eau a été pris en compte à travers les redevances ; mais son montant qui est défini par voie réglementaire, n'est toujours pas appliqué au secteur agricole.

Tout comme le code de l'eau 87-016, la loi 2010-044 reconnaît aux détenteurs de droits sur une terre agricole un droit d'usage de l'eau souterraine, dont l'accès par un forage est néanmoins soumis à déclaration et à autorisation (également, les ouvrages, travaux et activités réalisés par toute personne physique ou morale, publique ou privée entraînant, selon le cas, des prélèvements d'eau superficielle ou d'eau souterraine). La réalisation d'un forage sans autorisation ou concession est punie d'emprisonnement et d'amendes.

La nouvelle loi oblige explicitement les usagers de l'eau d'irrigation à utiliser des techniques permettant d'économiser l'eau et prévoit la suspension, voire l'annulation du droit d'usage en cas de constatation de gaspillage.

La loi de 2010 est dans la logique de gestion intégrée des ressources en eau, comme prévue à l'échelle internationale par des organismes comme le Partenariat mondial de l'eau (Petit et *al.*, 2017). Cette gestion vise un compromis théorique entre l'exploitation des ressources hydriques disponibles et leur préservation pour une exploitation rationnelle et durable. La réalisation de ces deux concepts nécessite une maîtrise des différents aquifères exploités (limites, stocks, recharge) ainsi qu'un contrôle précis et rigoureux de leur exploitation, nombre de forages, périodes de pompage, volumes prélevés (Daoudi et *al.*, 2017).

L'enquête montre un décalage important entre ce qui est prévu par la loi (le cadre réglementaire) et les comportements réels des usagers (Tableau 1).

**Tableau 1** : Décalage entre la réglementation et les pratiques des usagers dans la vallée du fleuve Niger au Nord du Bénin en 2021. **Source** : Auteur à partir des résultats de l'enquête de terrain.

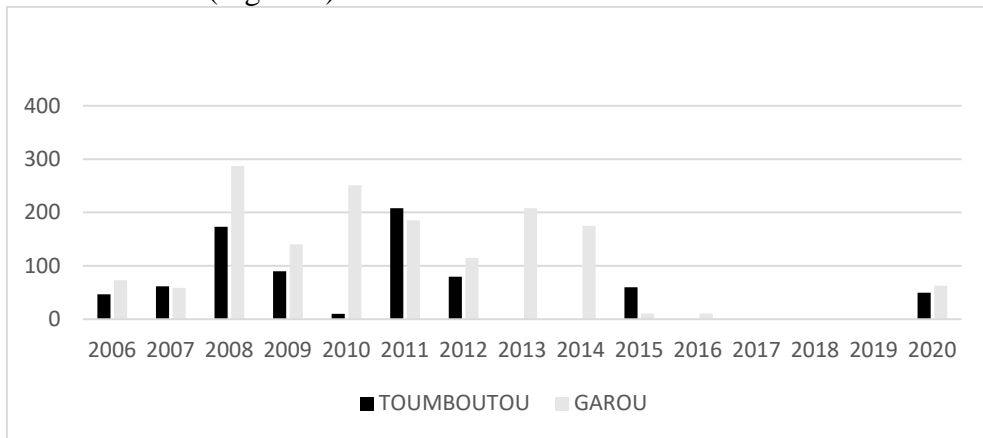
	Dispositions des lois 087-16 et 2010-044	Réflexions et pratiques observées
<i>Principaux acteurs</i>	Article 9 : La gestion durable de l'eau consiste en une utilisation prudente. L'État et les collectivités territoriales, dans leurs domaines respectifs de compétences, veillent à la gestion durable de l'eau, en vue d'en garantir aux usagers un accès équitable.	Méconnaissance totale des rôles des principaux acteurs dans la gestion de l'eau. Inexistence de cadre de concertation entre acteurs.
<i>Propriétaires</i>	Loi n°087-16 (Art. 2, 3, 4 et 5) Loi 2010-044 (Art. 17 et 18) portant gestion de l'eau qui relève du domaine public de l'État béninois	Compréhension ambiguë ou ignorance totale du cycle de l'eau Croyance des usagers : <i>L'eau est un don de Dieu qui n'appartient à personne. C'est Dieu qui donne l'eau.</i>
<i>Droits d'usage des propriétaires</i>	Loi 086-17 (Art. 11 et 14) tout propriétaire doit fournir la preuve de son titre ou s'il n'est pas propriétaire du fonds au point d'exhaure de l'eau, faire la preuve d'un droit d'usage (Art. 11)	Absence de droit de propriété d'usage. Utilisation abusive, sans aucune limitation de volume, ni de durée ou de période
<i>Formes de cession des droits d'usage</i>	Avec autorisation ou à déclaration suivant leur nature, leur localisation, leur importance ou la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques	Être membre d'un Groupement Mutuel de Producteurs (GMP) au niveau des périmètres collectifs (UGPPM et SOTA) Ailleurs aucune autorisation. <i>L'eau est pour tout le monde, il suffit qu'elle soit dans ta parcelle</i>
<i>Application des sanctions</i>	Des sanctions sont applicables loi 087-16 (Art. 16), loi 2010-044 (Art. 76)	Ignorance totale de la loi. Aucune application de sanctions observées.
<i>Paiement des droits d'usage</i>	Loi 2010-044 (Art. 34) : En application du principe « utilisateur-payeur » (Art. 7 et 8) les personnes physiques ou morales qui utilisent l'eau à des fins autres que domestiques peuvent être assujetties au versement d'une contribution financière calculée sur la base du volume d'eau prélevé, consommé ou mobilisé.	Aucun paiement des droits d'usage n'est observé. Les redevances perçues servent au paiement des factures d'électricité et au paiement du personnel au niveau des périmètres collectifs.
<i>Protection et conservation</i>	Pour assurer la conservation des ressources en eau, l'État et les collectivités territoriales assurent, dans le temps et dans l'espace, un équilibre entre la disponibilité de la ressource en eau en quantité et la qualité (Loi 2010-044 Art. 26)	Méconnaissance du cadre réglementaire de la gestion de l'eau d'irrigation aussi bien par l'État que par les Collectivités locales. Aucune action dans le sens de la protection et la conservation.

Sur le terrain, les entretiens avec les différents acteurs montrent une méconnaissance totale de la réglementation dans le domaine de la gestion de l'eau et des textes de la juridiction sur l'eau. Les agents rencontrés des structures aussi bien étatiques que ceux de la Mairie de Malanville, ignorent l'existence totale d'une quelconque politique de gestion de l'eau. Les usagers de l'eau d'irrigation des aménagements, doivent des redevances à

l'administration des périmètres irrigués UGPPM et SOTA. Elles sont prélevées sans aucune base juridique entrant dans le cadre du financement de la gestion de l'eau. Elles servent actuellement au paiement des factures de la Société Béninoise d'Énergie Électrique (SBEE) ou au remboursement des dettes contractées pour l'approvisionnement du carburant et du lubrifiant et au paiement du personnel.

Par ailleurs, l'étude des différents textes fondamentaux (statuts et règlement intérieur) des différentes coopératives étudiées a révélé que ces documents sont calqués sur le modèle des coopératives agricoles ordinaires. Ils permettent l'organisation de la production agricole. Les textes n'abordent nulle part, les aspects liés à la gestion de l'eau. Le constat est général. Il concerne aussi bien les aménagements collectifs (UGPPM et SOTA) que les bas-fonds aménagés autour des villages de Garou et Toumboutou.

Depuis les années 2006, on enregistre une forte augmentation des forages individuels sans autorisation dans les bas-fonds aménagés des villages Garou et Toumboutou (Figure 2).



**Figure 2 : Evolution du nombre de forages de 2006 à 2020 dans les villages de Garou et Toumboutou (Source : Auteur : Résultats de l'enquête de terrain).**

Les puits tubés sont des forages manuels avec lançage à l'eau (injection d'eau sous pression avec une motopompe), dans un tube pénétrant le sol avec des parois protégées par des tuyaux en PVC, pour faire remonter l'eau et le sable à la surface. Leur profondeur varie entre 6 et 15 m au maximum. Ils sont réalisables dans les zones limono-sableuses ou argileuses. Les puits tubés sont des techniques traditionnelles, faciles et rapides à réaliser (entre une heure et 24 heures au maximum). Le coût de réalisation d'un forage varie en fonction de la nature du sol et de la profondeur de la nappe phréatique. Dans la vallée du fleuve Niger, ils sont réalisés pour un montant variant entre 35 000 et 50 000 Francs CFA (entre 59 et 85 \$ US). Les puits tubés constituent une

bonne solution aux problèmes d'irrégularité des pluies, de pénurie d'eau surtout pendant la saison sèche et de poches de sécheresse par endroit.

Avant 2006 un peu partout dans la vallée du fleuve Niger, les forages manuels avec lançage à l'eau étaient rares. Seuls quelques maraîchers disposaient de puits tubés. Dans presque tous les villages de cette vallée, le nombre de forages a augmenté d'année en année de 2006 à 2015. À Tomboutou, entre 2008 et 2012, le nombre de nouveaux forages a été de 560 environ. Dans le village de Garou le nombre de nouveaux forages a été plus important, environ 970 entre 2008 à 2014. Ces forages sont le fruit d'une politique gouvernementale visant à faire face à la crise alimentaire de 2008 à travers une stratégie de mobilisation de l'eau d'irrigation pour le développement de la riziculture. Ainsi, grâce à la mise en œuvre de plusieurs projets/programmes dont le Programme d'Urgence d'Appui à la Sécurité Alimentaire (PUASA), des subventions ont été accordées aux riziculteurs comprenant une motopompe par hectare avec des accessoires (tuyaux d'aspiration et de refoulement), un forage manuel (puits tubé), les frais d'aménagement et de carburant y compris les semences et les engrais minéraux. Mais à partir de 2016 avec la mise en œuvre de nouvelles réformes, le nombre de nouveaux forages a considérablement baissé pour ne reprendre qu'en 2020. Avec le nombre de pompage dans la nappe phréatique, il importe qu'une attention particulière soit accordée au respect de la loi 2010-044 dans le cadre de la gestion de l'eau d'irrigation afin d'éviter les problèmes de baisse de niveau de la nappe, de salinisation, de surexploitation, etc.

Pour y parvenir, seule l'intervention de l'État en tant que régulateur et/ou l'implication des chefs traditionnels, des chefs de villages, des sages et notables des villages, permettraient de garantir la durabilité de la ressource en eau. Il est également indispensable de mettre en place des polices de gestion de l'eau d'irrigation et de prévoir la signature des « contrats de nappes » entre les usagers de l'eau et la collectivité locale.

Vu l'importance quantitative des forages, il doit être possible de décréter un moratoire sur les forages et de définir des zones sans forage. De telles dispositions éviteraient la surexploitation, l'installation anarchique des forages et donneraient une chance à la génération future de disposer durablement d'eau à des fins agricoles.

### **Perception des acteurs locaux sur les droits d'accès et d'utilisation de l'eau d'irrigation**

Dans la vallée du fleuve Niger, les pratiques et les comportements des acteurs sont informels. Le système de gouvernance de l'eau des nappes phréatiques comprend deux sous-systèmes aux logiques et règles de fonctionnement différentes (Figure 3). Dans le premier sous-système, l'État est un acteur central. Il concerne l'accès aux nappes

souterraines, exploitées à travers des forages le plus souvent réalisés par les foreurs de puits tubés pour les agriculteurs. Le deuxième est relatif à la gestion des forages et à l'usage de l'eau à la parcelle.

Des entretiens et des observations réalisés, il est noté qu'il y a des décalages entre le cadre légal et les comportements des usagers. Les pratiques locales sont en grande partie marquées par une méconnaissance ou incompréhension totale des règlements aussi bien par l'administration publique que par la collectivité locale et des bénéficiaires eux-mêmes. De 2008 à 2020 plus de 2 000 motopompes ont été mises en place pour le fonctionnement des forages à base de puits tubés dans le cadre de la valorisation de la vallée du fleuve Niger pour la sécurité alimentaire à travers la production rizicole. Aucune disposition n'a été prise pour contrôler, délivrer des autorisations ni connaître les conditions d'installation. Nous pouvons dire que tous ces forages sont installés de façon illicite. Si rien n'est fait pour contrôler la délivrance des autorisations, il y aura une crise avec l'épuisement de l'eau d'irrigation.

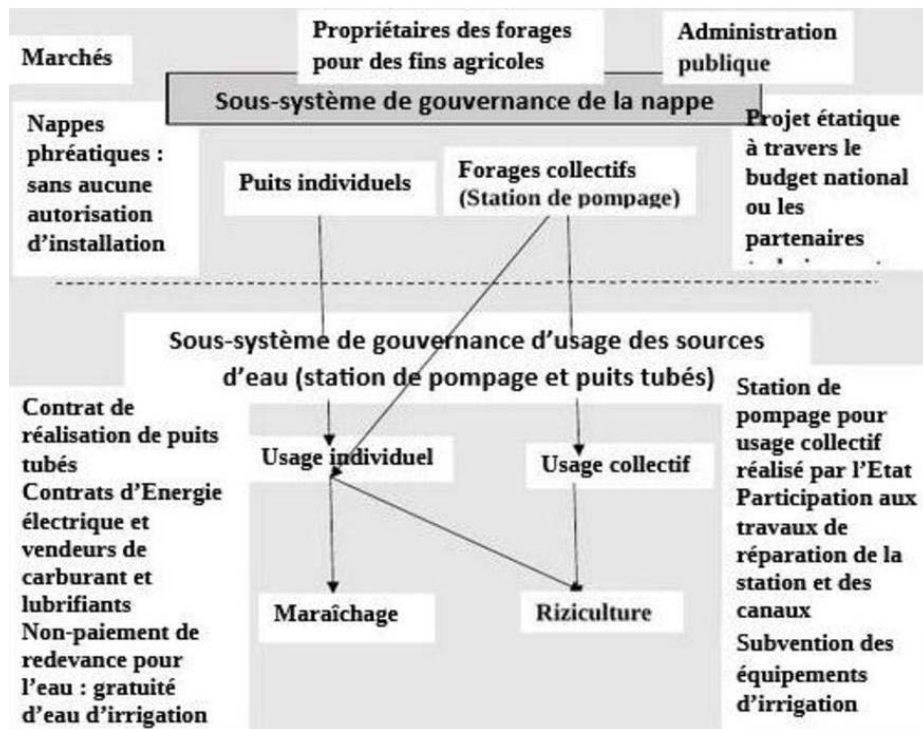


Figure3 : Schéma de gouvernance des ressources hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Niger (Source : auteur à partir des résultats d'enquête)

Dans le premier sous-système, certains acteurs privés, notamment les foreurs de puits tubés, sont très importants en jouant un rôle d'intermédiation du système formel d'allocation de droit d'accès à la nappe entre les bénéficiaires et l'administration locale. La réalisation des puits tubés est faite dans le cadre



de la mise en œuvre des projets/programmes sur la base des contrats de prestation. Les principaux acteurs dans la gestion de l'eau, l'État et les collectivités, sont complètement ignorés. La préoccupation majeure des autorités communales est de s'assurer que leurs électeurs ont bénéficié des subventions mises en place par l'État. Alors qu'ils ont la possibilité de prendre des décisions dans le cadre de la réglementation de la gestion de l'eau d'irrigation. Les possibilités de négociation et de mise en place des polices de protection des nappes souterraines, des formes de signature de contrats des puits tubés, des dispositions d'identification et d'interdiction de zones d'installation des forages, etc. sont des atouts dont elles disposent pour non seulement garantir la pérennité de l'eau et éviter sa surexploitation mais aussi et surtout de développer l'économie locale à travers le financement de la gestion de l'eau.

Le deuxième sous-système (Figure 3) concerne l'exploitation des forages réalisés avec l'autorisation au niveau des aménagements collectifs (UGPPM et SOTA). À ce niveau, c'est l'État qui est responsable de la réalisation de l'infrastructure à travers les grandes entreprises de réalisation des aménagements hydro-agricoles. Quant aux forages, ils sont réalisés par les foreurs de puits tubés et sans autorisation préalable. Ils se trouvent dans les bas-fonds aménagés dans les villages de Toumboutou et Garou. Leur démarche obéit à une logique strictement privée sans aucun contrôle de l'État quand bien même il existe un cadre réglementaire (lois 086-17 et 2010-044). L'État joue un rôle indirect à travers le subventionnement des motopompes, des aménagements sommaires (digues et diguettes) et des équipements d'irrigation (tuyaux en PVC, tuyaux d'aspiration et de refoulement de l'eau vers les parcelles). Cette gestion privée est uniquement valable pour les forages individuels.

Au niveau des périmètres irrigués les forages sont exploités collectivement sous la responsabilité du conseil d'administration, pour l'irrigation de la riziculture. Dans les villages où le maraîchage est dominant en rotation avec la riziculture on note un important marché privé de l'eau par les foreurs manuels de puits tubés car l'eau d'irrigation constitue le cœur du développement de la riziculture et du maraîchage.

Une forte implication de l'État à travers la vulgarisation et l'organisation des séances de sensibilisations sur la législation en vigueur en matière de l'eau d'irrigation permettraient de mettre chaque acteur devant ses responsabilités dans cette gestion de l'eau souterraine.

Une cogestion des Communautés et l'État pourrait assurer une stabilisation de l'exploitation des nappes phréatiques, que les paysans croient en accès libre, et mettre fin à leur surexploitation.

La riziculture pluviale ou la culture du sorgho pendant la saison des pluies et la riziculture inondée ou la culture du sorgho de contre saison pendant la saison sèche peuvent être des alternatives à la baisse des nappes phréatiques.

## Discussion

Plusieurs auteurs ont abordé l'étude des modes de gouvernance des systèmes d'irrigation à travers la régulation de l'administration publique. En Algérie, depuis la loi sur l'eau de 2005, l'accès à l'eau souterraine sur les terres mises en valeur est soumis à autorisation (Daoudi et *al.*, 2017). Toutefois, l'application de la loi semble limitée et les forages illicites sont plus nombreux que les forages autorisés. Comme dans les autres pays du Maghreb, l'eau souterraine reste un « bien de l'État » (dont l'accès est soumis à autorisation) pour les agriculteurs mais c'est aussi un « bien et un don de Dieu » pour « une eau à soi » (Kuper et *al.*, 2012 ; Quarouch et *al.*, 2014). L'absence de cadre institutionnel consensuel admis et partagé par tous les usagers locaux, le décalage entre la politique agricole et la politique de l'eau, ainsi que l'écart entre le cadre formel et les pratiques locales en matière de gestion de l'eau, mettent en évidence l'incapacité de la puissance publique à proposer des règles d'accès et d'usage qui soient soutenables et partagées. Dans ce contexte, les acteurs privés ont structuré eux-mêmes leurs règles d'accès à l'eau à travers des arrangements informels (Amichi et *al.*, 2015). Cette conclusion confirme nos observations. La présence de règles ne garantit pas qu'elles soient suivies (Fofack et *al.*, 2015). De même, le fait que les usagers aient construit et adhéré à ces règles eux-mêmes ne peut suffire à assurer leur continuité par des individus qui n'étaient pas impliqués dans l'accord d'origine (Ostrom, 1992). Ils doivent développer des actions de contrôle et de sanction soutenues par l'intervention extérieure de l'État. Dans notre contexte, il faut considérer l'État comme le « gendarme » qui fait respecter les lois et normes.

En Tunisie, à travers la régulation, les agriculteurs et l'administration se sont mis d'accord pour qu'un groupement de développement agricole soit créé spécifiquement pour contrôler les puits et forages. Malgré les difficultés d'auto-financement, le processus de concertation qui a conduit à ce dispositif de gestion a réussi grâce à l'administration, à la fois ferme en matière d'application des lois en vigueur mais ouverte à la concertation et grâce aux compétences et à la légitimité des responsables du groupement. Il a été ainsi montré que, dans certains cas, les agriculteurs peuvent devenir partie prenante d'une cogestion des eaux souterraines pour un usage durable de cette ressource (Frija et *al.*, 2016). Une telle expérience dans la vallée du fleuve Niger permettrait d'éviter l'utilisation abusive de l'eau d'irrigation donc garantir une durabilité de cette ressource pour l'agriculture irriguée.

Pour une stabilité et une meilleure gouvernance des ressources communes quatre modes de régulation ont été identifiés : la régulation par le biais de

*politiques publiques (PP) ; la régulation par les droits de propriété existants ; la régulation par la redéfinition du droit de propriété et la régulation par une redéfinition de la structure de distribution des droits de propriété (Varone et al., 2008). Le premier mode implique la mise en œuvre des conditions d'incitation pour encourager la collaboration à travers des subventions, des appuis ou des sensibilisations, etc. Le second mode agit sur l'impact du contenu des droits de propriétés par le biais d'une redéfinition du contenu substantiel de ces droits (droits de disposition et/ou sur les droits d'usage). Le troisième quant-à-lui requiert la redéfinition de l'institution même du droit de propriété, agissant généralement par la révision du cadre réglementaire en vigueur. Ce dernier mode de régulation met en place des dispositions touchant la structure de distribution des droits de propriété. Il peut s'agir d'une intervention aussi radicale que la privatisation ou la nationalisation des ressources naturelles ou de son expropriation. Il évite surtout la spéculation dans les transactions à travers l'amélioration de l'efficacité économique, la sécurité de l'approvisionnement. Il est surtout observé dans l'exécution des projets d'infrastructures publiques.*

Les témoignages des enquêtes corroborent l'ensemble des différents modes de régulation proposés par (Varone et al., 2008).

En situation d'anarchie, la réponse institutionnelle est d'agir pour formaliser les règles informelles dans l'utilisation des eaux souterraines avec une stratégie indirecte, par exemple, la tarification de l'énergie (Shah, 2009). Cela concorde avec les constats observés dans cette étude sur le terrain. Dans le contexte béninois, il faudrait proposer des contrats « nappe » entre l'administration locale et les entreprises privées qui installent anarchiquement les puits manuels tubés sans aucune autorisation ; ceci afin de réduire le phénomène dans une approche participative (Leyronas et al., 2016). Grâce à la réglementation, le nombre des affaires révélées par les médias liées aux détournements de fonds publics au profit des intérêts d'individus ou d'organisations privés a cessé d'augmenter (El Amry, 2018). Cela confirme nos observations sur le manque d'instruments de contrôle à propos de l'utilisation des fonds perçus sur l'eau d'irrigation dans les différents périmètres.

## **Conclusion**

A travers cette étude, il ressort que des dispositions réglementaires sur l'utilisation des eaux souterraines par la riziculture et le maraîchage sont prévues par l'administration publique à travers différentes lois avec l'implication prépondérante des acteurs du secteur public au détriment des usagers locaux. Les lois existent mais sont très peu connues par les cadres, au sommet de l'État à travers les différents ministères impliqués dans la gestion de l'eau, qui sont censés les appliquer et à plus forte raison par les agriculteurs.

Il y a une ambiguïté juridique autour des droits d'usage des ressources hydro-agricoles de la part des acteurs locaux, et une confusion sur le libre accès des ressources en eau souterraine, qui conduisent à sa surexploitation irresponsable. Il s'avère indispensable de faire prendre conscience, aux usagers des périmètres irrigués et des bas-fonds aménagés, des risques de pollution des nappes phréatiques (donc de l'eau potable) et de l'utilisation abusive de la ressource hydro-agricole (Alomasso, 2017).

### References:

1. Alomasso, A. A., Agbossou, E. K. & Vissin E. W. (2015). Gestion intégrée des ressources en eau et conflits d'usage dans le bassin béninois du fleuve Niger en Afrique de l'Ouest. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 12, 631-643.
2. Amichi, F., Bouarfa, S., Lejars, C., Kuper, M., Hartani, T., Daoudi, A., Amichi, H. & Belhamra, M. (2015). Des serres et des hommes : des exploitations motrices de l'expansion territoriale et de l'ascension socioprofessionnelle sur un front pionnier de l'agriculture saharienne en Algérie. *Cahiers Agricultures* 24, 11-19. <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0736>.
3. Berkoff, J. (1994). A Strategy for Managing Water in the Middle East and North Africa (Directions in Development), The World Bank, Washington D.C, 72 p.
4. Bied-Charreton, M., Makkaoui, R., Petit, O. & Requier-Desjardins, M. (2006). La gouvernance des ressources en eau dans les pays en développement : enjeux nationaux et globaux. *Mondes En Développement*, 135, 39-62. <https://doi.org/10.3917/med.135.0039>.
5. Daoudi, A., Lejars, C. & Benouniche, M. (2017). La gouvernance de l'eau souterraine dans le Sahara algérien : enjeux, cadre légal et pratiques locales. *Cahiers Agriculture*, 26, 35004. 10 p.
6. El Amry, A. (2018). La Dématérialisation : Determinant primordial de l'efficacité de la commande publique. *European Scientific Journal* 14, 63-74. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n19p63>
7. Fofack, R., Kuper, M. & Petit, O. (2015). Hybridation des règles d'accès à l'eau souterraine dans le Saïss (Maroc) : entre anarchie et Léviathan ? *Études Rurales* 196, 127-150. <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.10427>.
8. Fofack-Garcia, R. (2012). Analyse des règles d'accès à l'eau souterraine dans un contexte de mutations de l'agriculture et des politiques publiques au Maroc : Le cas de l'aquifère du Saïss. Master science politique et action publique, spécialité Politiques territoriales

- de développement durable. Université Lille 2, 130 p. doi :10.13140/RG.2.1.4737.5443
9. Frija, I., Frija, A., Marlet, S., Leghrissi, H. & Faysse, N. (2016). Gestion de l'usage d'une nappe par un groupement d'agriculteurs : l'expérience de Bssi Oued El Akarit en Tunisie. *Alternatives rurales* 1, 61-72.
  10. Gbaguidi, F. (2014). Situation de l'irrigation au Bénin. In Namara, R. E. & Sally, H. (eds). Proceedings of the Workshop on Irrigation in West Africa: Current Status and a View to the Future, Ouagadougou, Burkina Faso, 1-2 December 2010, 380 p. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI), 63-87. <https://doi.org/10.5337/2014.218>.
  11. Grimble, R. J., Gass, G., Grey D. R. C., Adams, B., Macdonald, A. M. & Calow, R. C. (1996). Groundwater resource degradation: a framework for analysis, with examples from China and Palestine. In HOWSAM, P., CARTER R. C. (eds). Water Policy: allocation and management in practice, E & FN Spon, London, 97-105. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017021>
  12. Kuper, M., Faysse, N., Hammani, A., Hartani, T., Marlet, S., Hamamouche, M. F., & Ameer, F. (2016). Liberation or Anarchy? The Janus nature of groundwater use on North Africa's new irrigation frontiers. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9\\_23](http://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9_23). In: Jakeman A. J, Barreteau, O., HUNT, R. J., Rinaudo, J.-D. & Ross, A (eds.) Integrated Groundwater Management. Concepts, Approaches, and Challenges, Dordrecht: Springer, <http://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9>, 583-615.
  13. Kuper, M., Hammani, A., Chohin, A., GARin, P. & Saaf, M. (2012). When groundwater takes over: linking 40 years of agricultural and groundwater dynamics in a large-scale irrigation scheme in Morocco. *Irrigation and Drainage* 61(S1), 45-53. <https://doi.org/10.1002/ird.1653>.
  14. Leyronas, S., Rojat, D., Maurel, F. & Giraud, G. (2016). Un cadre d'analyse pour la gouvernance des ressources naturelles. Le cas des eaux souterraines. *Revue d'économie du développement* 24, 129-148.
  15. Ministère de l'Énergie, des Recherches Pétrolières, et Minières, de l'Eau et du Développement des Énergies Renouvelables. (2011). Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE). République du Bénin. 74 p.
  16. Nawal, A., Mohammed, K., Lahbib, T., Dalila, A., Anissa, Z., & Djawhara, M. (2016). Relation entre l'activité biologique et le comportement hydro physique des sols dans le contexte du système

prairial naturel irrigué à l'eau usée. *European Scientific Journal* 12, 76-89. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n5p76>

17. Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge university press, 280 p.
18. Ostrom, E., (1992). The rudiments of a theory of the origins, survival, and performance of common-property institutions. *Making Commons Work: Theory Practice, and Policy* 293-318.
19. Petit, O., Kuper, M., López-Gunn, E., Rinaudo, J. D., Daoudi, A. & Lejars, C. (2017). Can agricultural groundwater economies collapse? An inquiry into the pathways of four groundwater economies under threat. *Hydrogeology Journal*, 25, 1549-1564. <https://doi.org/10.1007/s10040-017-1567-3>.
20. Quarouch, H., Kuper, M., Abdellaoui, E., H. & Bouarfa, S. (2014). Eaux souterraines, sources de dignité et ressources sociales : cas d'agriculteurs dans la plaine du Saïss au Maroc. *Cahiers Agricultures* 23, 158-165. <https://doi.org/10.1684/agr.2014.0699>
21. Shah, T. (2009). *Taming the Anarchy: Groundwater governance in South Asia*. Resources for the future, Washington DC, and International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 310 p.
22. Tolentino, A. S. (1996). Legal and institutional aspects of groundwater development in the Philippines, in HOWSAM, P. & Carter, R. C. (eds) *Water Policy: Allocation and Management in Practice*, E & FN Spon, London, UK, 283-289.
23. Varone, F., Nahrath, S. & Gerber, J.-D. (2008). Régimes institutionnels de ressources et théorie de la régulation. *Revue de la régulation*, Capitalisme, institutions, pouvoirs, [En ligne], 2. <https://doi.org/10.4000/regulation.2623>.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Dynamique d'occupation et d'utilisation des sols et la hausse de la nappe dans la basse vallée du Dallol Maouri**

**Rabilou Abdou Mahaman,**

**Yahaya Nazoumou,**

Département de Géologie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

**Guillaume Favreau,**

IGE, Université Grenoble Alpes, IRD, CNRS, Grenoble-INP, Grenoble,  
France

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Niamey, Niger

**Boukari Issoufou Ousmane,**

Département de Géologie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p162](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p162)

Submitted: 21 February 2022

Accepted: 23 March 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Abdou Mahaman R., Nazoumou Y., Favreau G., & Issoufou Ousmane B., (2022). *Dynamique d'occupation et d'utilisation des sols et la hausse de la nappe dans la basse vallée du Dallol Maouri* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 162.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p162>

### **Résumé**

L'état de surface de la zone sahélienne a subi plusieurs mutations ces dernières années suite au changement climatique et aux activités anthropiques, ce qui amplifie les événements extrêmes. L'analyse de la dynamique d'occupation et d'utilisation des sols s'avère un outil excellent pour renforcer la résilience de la population. L'état de surface de la basse vallée du Dallol Maouri, qui constitue un affluent fossile du fleuve Niger, a subi plusieurs modifications depuis les années 70. L'objectif de cet article est d'évaluer l'impact de la dynamique d'occupation des sols sur la hausse du niveau piézométrique de la nappe libre de la basse vallée du Dallol Maouri. L'analyse de la dynamique d'occupation et d'utilisation des sols montre une nette régression de la classe de savanes arborées et arbustives, et nette progression de mosaïque cultures-jachères. La classe des savanes arborées et arbustives, qui était largement représentée dans cette région, a perdu 61 % de sa superficie en 42 ans, soit 38 000 ha de 62 000 ha qu'elle représente en 1973. La progression importante des mosaïques cultures jachères et de sols nus et

habitats, montre l'emprise des activités anthropiques telles que l'agriculture extensive et urbanisation. Le suivi de l'évolution de la nappe libre de la zone durant la période étudiée a montré une certaine remontée du niveau piézométrique de 3,4 m sur le plateau, et 1,6 m dans la vallée du Dallol Maouri.

---

**Mots clés :** Zone Sahélienne, Hausse de la nappe, modification de l'état de surface

## **Dynamics of land use and the rise of the water table in the lower valley of Dallol Maouri**

*Rabilou Abdou Mahaman,  
Yahaya Nazoumou,*

Département de Géologie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

*Guillaume Favreau,*

IGE, Université Grenoble Alpes, IRD, CNRS, Grenoble-INP, Grenoble,  
France

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Niamey, Niger

*Boukari Issoufou Ousmane,*

Département de Géologie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

---

### **Abstract**

The Sahelian environment zone has undergone several changes in recent years due to climate change and human activities, which amplifies extreme events. The analysis of the dynamics of land occupation and use is an excellent tool for strengthening the resilience of the population. The surface condition of the lower Dallol Maouri valley, which constitutes a fossil tributary of the Niger River, has undergone several modifications since the 1970s. The objective of this article is to assess the impact of the occupation dynamics soils on the rise in the piezometric level of the unconfined aquifer of the lower Dallol Maouri valley. The analysis of the dynamics of land occupation and use shows a clear regression of the class of tree and shrub savannahs, and a clear progression of crop-fallow mosaic. The class of wooded and shrubby savannahs, which was widely represented in this region, has lost 61% of its surface area in 42 years, i.e. 38,000 ha from the 62,000 ha it represented in 1973. The significant progression of mosaic fallow crops and of bare soils and habitats, shows the influence of human activities such as extensive agriculture and urbanization. The monitoring of the evolution of the unconfined aquifer in the area during the period studied showed a certain rise in the piezometric level of 3.4 m on the plateau, and 1.6 m in the Dallol Maouri valley.

---



**Keywords:** Sahelian zone, rise in the water table, modification of the surface condition

## 1. Introduction

Les cartes sur l'occupation et l'utilisation des sols constituent une base d'information efficace aux prises des décisions aux planificateurs et aux aménageurs des territoires (Samaali, 2011). Elles sont utilisées pour le suivi des dynamiques d'ensablement ou l'expansion d'un plan d'eau, mais aussi des forêts classées (ONG Karkara et AFVP, 2004 ; Abdelkrim, 2006 ; Karim, S., et al, 2012 ; Tchibozo et Domingo, 2014). Les cartes d'occupation et d'utilisation des sols sont également utilisées en zone de socle pour caractériser les linéaments traduisant à la surface du sol des structures géologiques (failles et fractures), favorables à générer des bons débits (Mahmood, 1996 ; Gustafsson, 1994 ; Illias et al, 2018). La cartographie d'occupation et de l'utilisation des sols a été employée pour évaluer la recharge des aquifères en hydrogéologie à travers l'analyse de répartition spatiale de végétation et état de surface, ceux qui conditionnent l'évapotranspiration et le ruissellement de surface (Chalifoux et al, 2006).

Au Sahel, plusieurs études récentes ont montré une nette remontée de la nappe suite aux modifications des états de surface (Leduc et al., 1997 ; Favreau et Leduc, 1998 ; Favreau, 2000 ; Leduc et al., 2001 ; Favreau et al., 2002 ; Favreau et al., 2009). Ce phénomène de remontée de la nappe observé sur le degré carré du Niamey, a été expliqué par une modification des états de surface suite aux activités anthropiques, telles que l'agriculture, la déforestation (Favreau et al., 2002 ; Favreau et al., 2009). Ces dernières ont augmenté considérablement le ruissellement et une recharge localisée de la nappe phréatique. La même explication a été avancée pour la remontée de la nappe phréatique de la région de Dosso (Guéro, 2003).

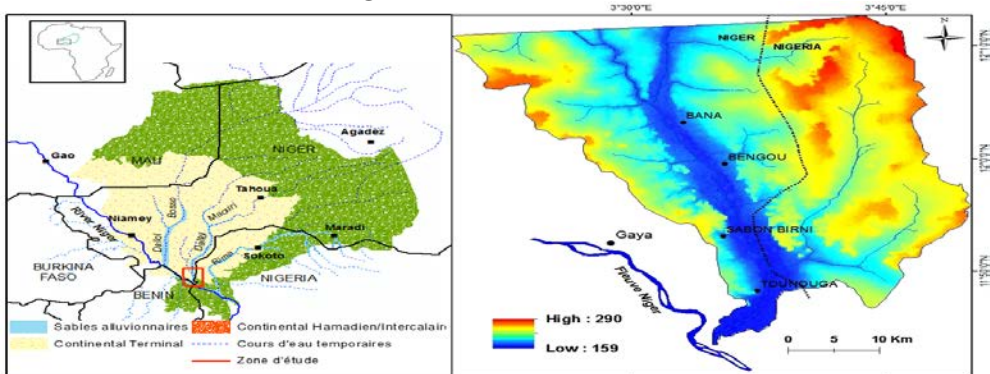
La présente étude expose la dynamique d'occupation et de l'utilisation des sols dans la basse vallée du dallol Maouri, en vue d'analyser l'impact du changement climatique et des activités anthropiques sur les ressources en eau dans la zone d'étude.

## 2. Présentation de la zone d'étude

### 2.1 Contexte hydro-climatique

Affluent fossile de la rive gauche du fleuve Niger, la vallée du dallol Maouri s'étend sur une superficie d'environ de 45 000 Km<sup>2</sup>. La basse vallée du dallol Maouri qui représente l'extrémité sud de ce dallol (**Figure 1**), s'inscrit entre la latitude 11°42' et 12°12' Nord et la longitude 3°20' et 3°40' Sud. Elle constitue la zone la plus au sud et la plus arrosée du pays. La pluviométrie enregistrée dans cette région à la station de Gaya se répartit sur les sept (7) mois de l'année (d'avril à octobre), mais l'essentielle de la pluviométrie se concentre sur les quatre (4) mois (de juin à septembre), qui définissent la

saison pluvieuse de la zone (**Figure 2**). L'analyse des valeurs de l'Indice Standardisé des Précipitations et de la moyenne mobile sur 5ans, sur cette période de 87 ans d'observation, permet de mettre en évidence les fluctuations interannuelles des précipitations dans la zone d'étude. Ainsi, deux périodes sèches ont été identifiées, période comprise entre 1930 et 1935 et celle de 1971-2001. Deux autres périodes humides ont été remarquées entre 1936 et 1970, et de 2002 à 2017, (**Figure 3**).



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

Avec une pluviométrie annuelle qui varie de 600 à plus de 1000 mm, cette région est classée dans la zone hydro-climatique soudanienne. La température est très variable dans la journée, avec une amplitude thermique qui peut dépasser 14 °C. L'évapotranspiration potentielle est très élevée, avec une moyenne annuelle de 2 360 mm, soit près de trois fois la pluviométrie de la région.

Cette région est caractérisée par de sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés en argiles et sols ferralitiques sur les plateaux, les terrasses du fleuve Niger et sur les placages des versants peu pointus. Les sols hydromorphes sont rencontrés dans les vallées du dallol et du fleuve Niger (Gavaud, 1977). La nappe subaffleurente dans la vallée, devient résurgente dans les bas-fonds du dallol formant un chapelet des mares qui deviennent interconnectées pendant la saison pluvieuse, avec un écoulement vers le fleuve Niger (Abdou Mahaman et al., 2020). Du fait de ses conditions climatiques favorables pour l'agriculture et l'élevage, cette zone d'une superficie de 4044 km<sup>2</sup> (Dambo, 2007), constitue l'une des régions de plus forte densité démographique du pays. En effet, la population de la zone de Gaya est passée de 164 305 habitants en 1988 à 261 693 habitants en 2012, soit une densité de 65 habitants/km<sup>2</sup> avec un taux d'accroissement annuel de 3,4% (INS, 2012), ce qui a augmenté considérablement la demande en eau pour les besoins domestiques et agricoles.

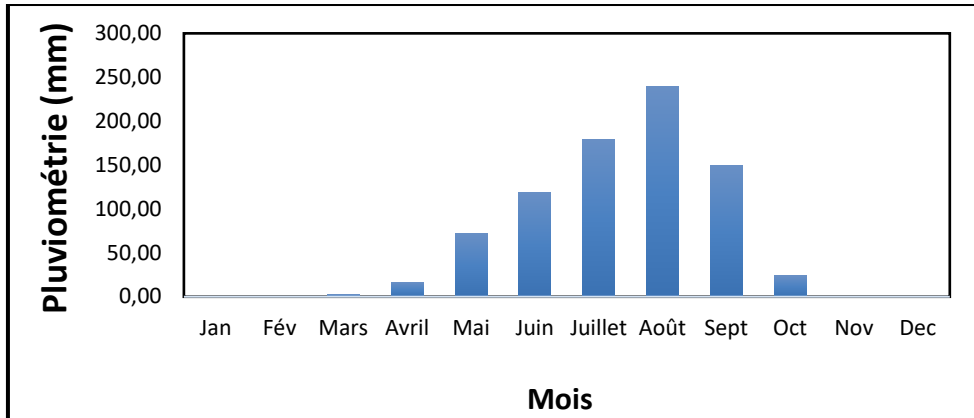


Figure 2 : Pluies moyennes mensuelles de la station de Gaya de 1931 à 2017

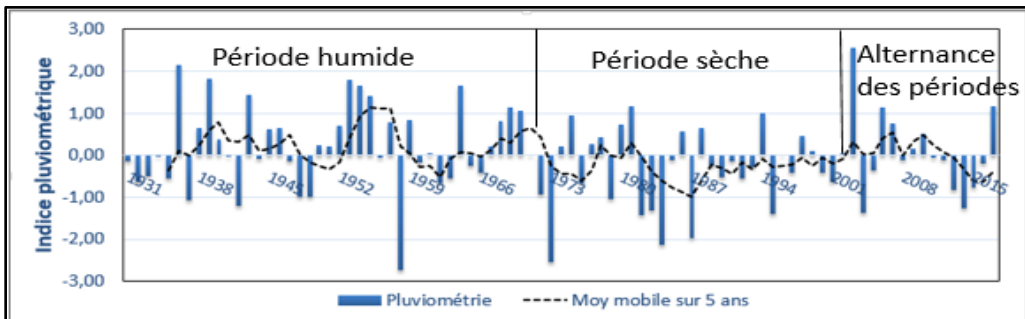
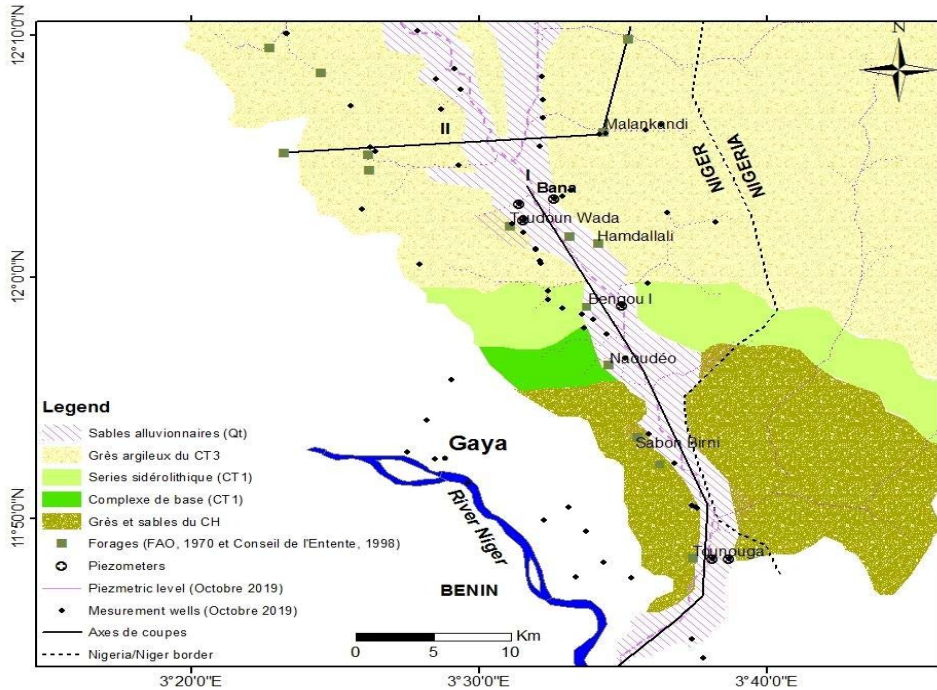


Figure 4: Indice Standardisé des Précipitations et la moyenne mobile de chronique pluviométrique enregistrée à la station de Gaya

## 2.2 Contexte géologique

Le contexte géologique de la basse vallée du dallol Maouri est caractérisé par des formations alluvionnaires d'âge quaternaire qui affleurent dans la vallée. Sur le plateau, les formations géologiques sont constituées par un ensemble détritique d'âge oligocène, la série sidérolithique de l'Ader Douchi, les sables fins à moyens oolithiques argileux (CT1), les grès argileux du CT3 et les grès à sables du CI/CH (Figure 5).



**Figure 5:** Carte géologique de la zone d'étude (source: BGR/ABN, 2019)

L'analyse litho stratigraphique des formations géologiques du bassin d'Iullemeden dans la basse vallée du Dallol Maouri, montre cette succession lithologique de la base au sommet (**Figures 6 et 7**) :

Les formations du socle précambrien rencontrées par le forage de Bengou à une profondeur de 342 m (**Figure 6**). Cette formation du socle cristallin est constituée principalement de granites altérés et des granites sains. Elle est atteinte au nord de la zone d'étude, par exemple à Dosso à une profondeur de 375 m (Abdou Mahaman et al., en cours).

Dépôts continentaux du Crétacé Supérieur (Continental Hamadien), Cette formation affleure dans l'extrémité sud de la basse vallée du dallol Maouri entre Sabon Birni et fleuve Niger et le long du fleuve Niger de Tounouga jusqu'à l'ouest Gaya sur une trentaine de kilomètres. Le toit du continental hamadien est atteint à une profondeur de 134 m au droit du forage de Dioundou, (FAO, 1970) au nord de la zone d'étude, et subaffleure sous les alluvions à partir de Toudou Wada (Bana), jusqu'au fleuve Niger (**Figure 6**). Cette formation est constituée par des alternances des sables moyens à grossiers et des grès fins, moyens à grossiers durs à tendres plus ou moins argileux et des sables fins à moyens plus ou moins consolidés dans le secteur de Bana-Bengou.

La formation marine du Paléocène/Eocène constituée principalement de marnes, de marno-calcaires, et d'argiles grises à blanchâtre, attapulgités dans la partie ouest du dallol Fogha. Elle est atteinte à une profondeur de 111

m par le forage de Dioundou (FAO, 1970) au nord de la zone d'étude, et disparaît sous les alluvions entre Bana et Bengou dans la zone d'étude suivant l'axe du dallol Maouri. L'épaisseur de cette formation est très faible, de quelques mètres à 23 m au droit du forage de Dioundou, mais elle peut atteindre 50 m dans le secteur de Douchi au nord de la zone d'étude.

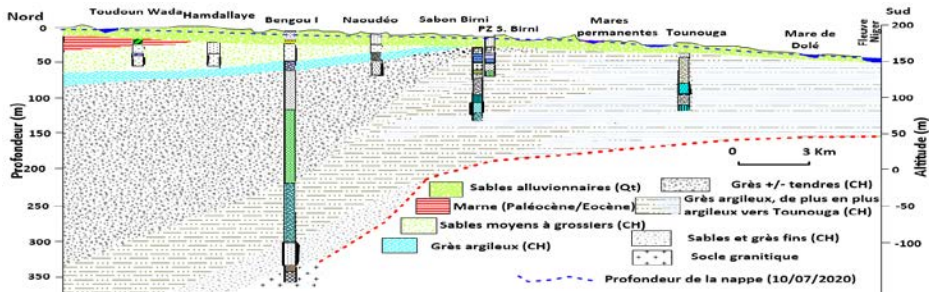


Figure 6: Coupe géologique suivant l'axe de la basse vallée du dallol Maouri (Abdou Mahaman et al., en cours)

Les formations détritiques quartzo-kaolinique à faciès sidérolitique déposées au Tertiaire d'âge post-éocène moyen et ante-quaternaire, le continental terminal est l'équivalent des dépôts continentaux de Gwandu dans la partie nigériane. Cet ensemble est constitué de trois séries litho stratigraphiques (Greigert, 1966) qui sont, de bas en haut (Figure 7):

la série sidérolitique de l'Adar Douchi, qui représente la base du continental terminal (ct<sub>1</sub>); la série argilo-sableuse à lignite (Ct<sub>2</sub>); les grès argileux du Moyen Niger, constituant le sommet (Ct<sub>3</sub>).

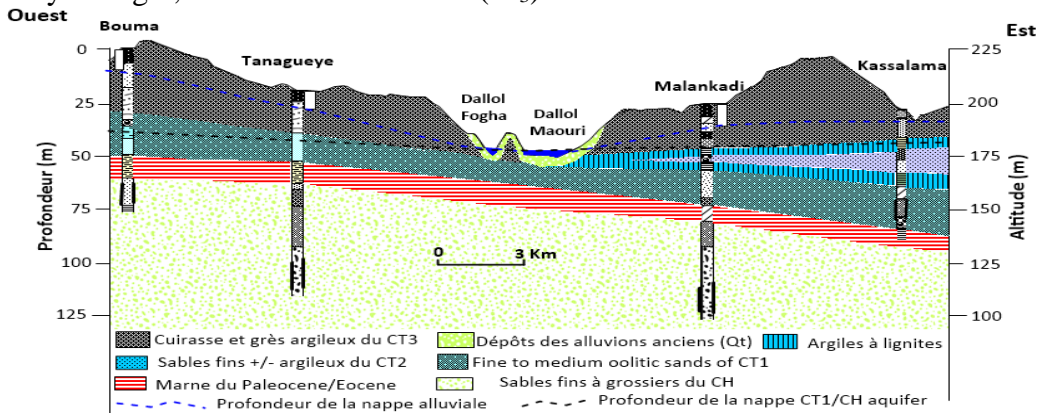


Figure 7: Coupe géologique suivant l'axe transversal de la basse vallée du dallol Maouri, secteur de Bana

## Matériel et méthode

### 3.1 Matériel

Ce sont surtout les données spatiales, c'est-à-dire les images satellitaires dont :

- Une image Landsat MSS, acquise le 1973

- Une image Landsat TM (Thematic Mapper), acquise le 2001
- Une image Landsat ETM+ (Enhancement Thematic Mapper), acquise le 2015

### **3.2 Méthodologie utilisée**

Dans le cadre de ce travail, l'occupation des sols est considérée comme la couverture biophysique (végétation et eau), alors que l'utilisation des sols expose la description du développement de toutes les activités anthropiques de la surface du sol (agricultures, infrastructures et urbanisations). Trois images LANDSAT prises à la fin des saisons pluvieuses (octobre et novembre), étalées sur une période de 42 ans ont été utilisées pour effectuer ce travail. Une première image LANDSAT MSS, quatre (4) canaux avec des pixels qui mesuraient environ 60 m de côté, prise le 17 octobre 1973. La deuxième est une image LANDSAT TM, sept canaux avec une résolution de 30 m, prise le 12 octobre 2001. Et la troisième est une image LANDSAT ETM<sup>+</sup>, sept canaux plus un canal panchromatique de 15 m de résolution, prise le 29 novembre 2015. Cette image a une même résolution que la précédente à l'exception de son canal panchromatique. Toutes ces images ont été interprétées en utilisant la méthode de classification supervisée par le maximum de vraisemblance. La méthodologie adoptée dans le cadre ce travail est structurée en quatre étapes essentielles :

- ✓ La première étape consiste à faire un prétraitement à toutes les images, c'est-à-dire apporté à ces images des corrections atmosphériques, temporelles, géométrique et radiométriques. Cette opération permet de réduire les déformations spatiales et augmenter la réflectance des objets contenus dans les images ;
- ✓ La deuxième étape est relative au choix des canaux, c'est une technique qui permet de faire ressortir les caractéristiques spectrales de toutes les unités (structures ou textures, formes et répartition spatiale) et de rehausser les contrastes de chaque unité.
- ✓ La troisième étape consiste à définir les différentes classes ou unités d'occupation et d'utilisation des sols dans la zone à travers leurs caractéristiques spectrales ainsi que leurs formes géométriques et distributions spatiales.
- ✓ La quatrième étape présente la classification proprement dite.

La classification supervisée par le maximum de vraisemblance constitue la méthode plus performante pour la réalisation des cartes d'occupation et d'utilisation des sols (Larissa, 2013 ; Issa Malam Salmanou et al., 2018). Cette technique a consisté en trois étapes :

- La sélection des zones ou parcelles d'entraînement pour chaque classe dont les signatures spectrales sont connues, elle est faite sur la base des informations acquises sur la zone d'étude ;

- La classification proprement dite, cette étape consiste à extrapoler les signatures spectrales identifiées aux autres éléments de caractéristiques spectrales analogues ;
- La troisième étape présente les rapports statistiques, matrices de confusion permettant de valider les classifications effectuées.

Les cartes issues de cette classification vont être confrontées aux réalités du terrain pour validation.

Pour nos images, les compositions colorées les mieux adoptées sont les suivantes : 4-3-2 pour l'image Landsat MSS de 1973, 4-5-6 pour l'image Landsat TM de 2001 et 6-5-4 pour l'image Landsat ETM<sup>+</sup> de 2015. Ces compositions font ressortir les réponses spectrales de différentes unités et rehaussent le mieux les contrastes entre ces unités. Sur la base de différentes réponses spectrales, nos connaissances de la zone ainsi que des travaux d'occupation et d'utilisation des sols réalisés dans la région (ME/LCD, 2001 ; Géoconseil, 2013a ; Géoconseil, 2013b), et en tenant compte de l'objectif visé par ce travail, à savoir l'évaluation de la dynamique de la végétation et des activités anthropiques, six classes ont été retenues :

La classe de **savanes arborées/arbustives** qui regroupe les savanes arborées et les savanes arbustives plus ou moins dégradées ;

La classe de **mosaïques cultures jachères** qui regroupe les zones de cultures sous parc arborées au sein et en dehors du dallol et les cultures pluviales en continues ainsi les zones pastorales ;

La classe de **sols nus & habitats** regroupant toutes les surfaces dénudées et les établissements humains ;

La classe de **zones de cultures maraîchères**, regroupant les cultures irriguées, cultures de décrues et cultures maraîchères

La classe de **plans d'eau** ;

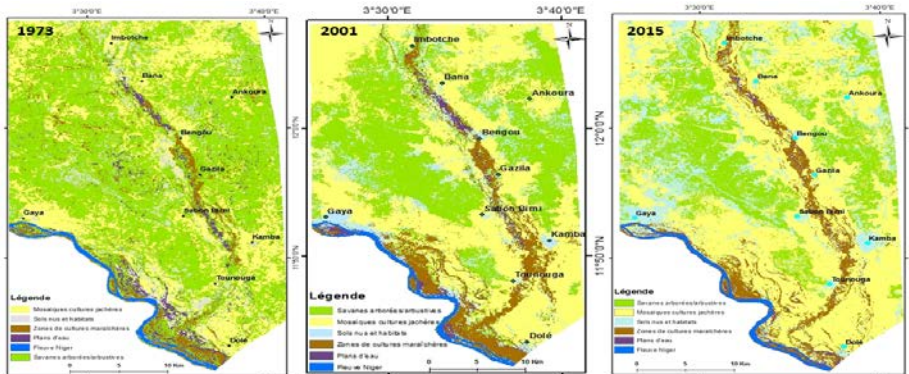
Et une classe pour le **fleuve Niger**.

### 3. Résultats et discussions

#### 4.1 Résultats

La figure et les tableaux présentent les cartes d'occupations et d'utilisations des sols des années 1973, 2001 et 2015 et de leurs rapports statistiques. Ces cartes ainsi que les statistiques tabulaires pour chaque image de l'année étudiée sont représentées ci-après. L'analyse des cartes d'occupation des sols (**Figure 8**) montre deux tendances dans les classes d'occupations des sols dans la zone d'étude. La première tendance est régressive qui affecte la classe des savanes arborées et arbustives (en verte), qui occupaient la majeure partie de la zone d'étude en 1973, ce sont retrouvés en îlots en 2015. De même cette régression a été également remarquée dans la classe de plans d'eau (violet) qui apparaissaient de manière sporadique le long de la vallée de Bana jusqu'à Tounouga en 1973, mais se retrouvées en des petits points en 2015 dans les

bas-fonds de la vallée entre Bana et Bengou. La deuxième tendance est progressive, et concerne les classes de mosaïques cultures jachères (jaune), sols nus et habitats (cyan) ainsi les zones de cultures maraîchères, (marron). Toutes ces tendances sont statistiquement évaluées (*tableau 1 & 2*) et (*Figure 9*) dans les statistiques de différentes classes que composent le paysage environnemental de la zone d'étude.



**Figure 8:** Dynamique d'occupation et d'utilisation des sols de la zone d'étude de 1973 à 2015

La nette progression constatée dans les classes de mosaïques cultures jachères et de sols nus et habitats, soulignent l'importance des activités anthropiques, c'est-à-dire agricultures extensives et l'urbanisation dans la zone d'étude. Les résultats relatifs aux superficies de différentes unités entre les trois périodes étudiées sont résumés dans les deux tableaux suivants (*Tableaux 1 et 2*):

Les abréviations (SA/Ar : Savanes arbustives ; M.C.J : Mosaïques Cultures Jachères ; S.N.H : Sols Nus et Habitats ; Z.C.M : Zones de Cultures Maraîchères ; P.E : Plan d'Eau ; F.N : Fleuve Niger)

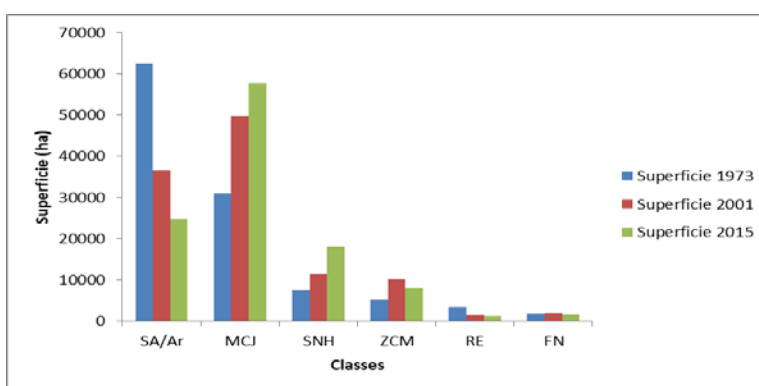
**Tableau 1:** Etat et évolution des superficies des classes d'occupations des sols dans la zone d'étude

Classes OS	1973		2001		2015		Ecart 73-2001		Ecart 01-2015	
	Superf (ha)	%	Superf (ha)	%	Superf (ha)	%	Superf (ha)	%	Superf (ha)	%
SA/Ar	62 000	56	36 500	33	25 000	23	-25 500	-23	-11 500	-10
M.C.J	31 000	28	50 000	45	58 000	52	19 000	17	8 000	7
S.N.H	8 000	7	11 500	10	18 000	16	3 500	3	6 500	6
Z.C.M	5 000	5	10 000	9	8 000	7	5 000	4,5	-2 000	-2
P.E	3 000	3	1 500	1	1 000	1	-1 500	1	-500	-0,5
F.N	2 000	2	2 000	2	1 500	1	0	0	-500	-0,5
<b>Total</b>	<b>111 000</b>	<b>100</b>	<b>111 000</b>	<b>100</b>	<b>111 000</b>	<b>100</b>				



**Tableau 2: Etat et évolution des superficies des classes de 1973 à 2015**

Classes OS	1973		2015		Ecart 1973-2015	
	Superf (ha)	%	Superf (ha)	%	Superf (ha)	%
SA/Ar	62 000	56	25 000	22	-37 000	-33
M.C.J	31 000	28	58 000	52	27 000	24
S.N.H	8 000	7	18 000	16	10 000	9
Z.C.M	5 000	5	8 000	7	3 000	3
P.E	3 000	3	1 000	1	-2 000	-2
F.N	2 000	2	1 500	1	-500	-0,5
<b>Total</b>	<b>111 000</b>	<b>100</b>	<b>111 000</b>	<b>100</b>		



**Figure 9 : Evolution des superficies de classes d'occupations des sols de 1973 à 2015**

## 4.2 Discussions

### 4.2.1 Dynamique d'occupation et de l'utilisation des sols dans la zone d'étude

Les statistiques d'occupation des sols confirment les tendances soulignées ci-haut. En effet, les savanes arborées et arbustives qui occupaient 62 000 ha en 1973, soit 56 % de la superficie totale de la région, sont passées à 36 500 ha en 2001, pour atteindre 25 000 ha en 2015, soit des pourcentages respectifs de 33 % et 22 % par rapport à la superficie totale de la région, (*Tableau 2*). Cela montre une perte pour la classe des savanes arborées et arbustives de 37 000 ha soit 33% de la superficie de la zone d'étude durant la période étudiée. Les espaces perdus par cette classe ont été essentiellement occupés par la classe de mosaïques cultures jachères, qui étaient de 31 000 ha en 1973, soit 28 %, mais cette classe a vu sa superficie passée à 50 000 ha en 2001 puis 58 000 ha en 2015, ce qui correspond à une augmentation de 27 000 ha. Cette progression est également très remarquable dans la classe de sols nus et habitats qui a vu sa superficie passée de 8 000 ha en 1973 à 11 500 ha en 2001, puis 18 000 ha en 2015, soit une augmentation de 10 000 ha en 42 ans. Les classes de zones de cultures maraichères et de retenues d'eau ont

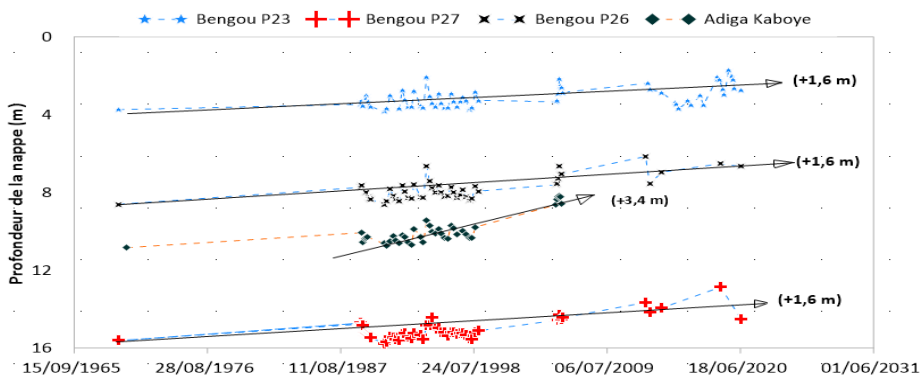
également enregistré des changements durant la période d'étude. La superficie de la première classe qui était de 5 000 ha en 1973, est passée à 10 000 ha en 2001 avant de revenir à 8 000 ha en 2015. De même le plan d'eau a vu sa superficie rétrécie de 3 000 ha en 1973 à 1 500 ha en 2001 puis 1 000 ha en 2015, soit 2 % de la superficie de la zone étudiée. Ces statistiques d'occupations des sols dans la zone d'étude, ont montré que toutes les classes ont suivi à des degrés différents des changements durant la période étudiée. Les causes de ces changements sont d'ordre climatique et anthropique. En effet, depuis les années 1970, l'Afrique de l'Ouest connaît des changements hydrologiques majeurs caractérisés par une baisse des précipitations (Mahé et al, 2005). Cette baisse a eu pour conséquences la dégradation de la classe de savanes arborées et arbustives. A ces phénomènes naturels, viennent s'ajouter des activités anthropiques menées par l'homme et qui contribuent significativement à modifier l'état du milieu naturel. Cette région constitue la partie la plus arrosée du pays, jusqu'à 1000 mm par an et présente des conditions favorables pour l'agriculture et l'élevage. Parallèlement les fertilités des terres de la vallée, la présence de l'eau à faible profondeur, les pâturages abondants ainsi que les sels du dallol Fogha, ont fait de cette zone un atout pour la pratique de l'agriculture et de l'élevage. Du fait de ces conditions, cette région de 4044 km<sup>2</sup> (Dambo, 2007) connaît une forte pression démographique soldée par une forte modification au sein des classes environnementales. En effet, la population des départements de Gaya et de Dioundou est passée de 164 305 habitants en 1988 à 253 444 habitants en 2001 avant d'atteindre 371 347 habitants en 2012 (INS, 2012). Cet accroissement de la population a eu pour conséquences la déforestation du milieu naturel pour l'extension des terres cultivables, l'augmentation des sols nus et habitats par l'extension des villes et des villages de la région, ainsi que l'exploitation des bois de chauffe pour le ravitaillement des centres urbains comme Dosso, Gaya et même Niamey, comme nous confirme l'évolution de ces classes. L'augmentation considérable des zones de cultures maraîchères de 1973 à 2001 est les résultats des efforts consentis par l'Etat pour le développement de l'irrigation dans la zone dans les années 80 à 90, à travers plusieurs programmes et projets (ONAHA, 1978 ; ANPIP, 1993 ; DGAHA, PIDM, 1991 ; ASAPI ; PADIP ; PPIP ; etc....). Les diminutions de cette classe et la classe des plans d'eau de 2001 à 2015, soulignent l'ampleur de l'ensablement suite à la diminution flagrante du couvert végétal. Il faut également souligner que la baisse des fertilités des terres cultivées, engendrent une extension importante de la classe de mosaïques cultures et jachères dans la zone d'étude pour compenser les rendements.

#### **4.2.2 Remontée de la nappe comparée aux périodes de changement de l'état de surface**

Les données piézométriques qui datent de réalisation de certains piézomètres ont été collectées, et comparées aux données récentes pour apprécier l'évolution libre dans la zone d'étude. La **figure 9** montre les fluctuations saisonnières de la piézométrie au niveau de ces piézomètres. Les amplitudes piézométriques pouvant atteindre 0,7 m sont enregistrées dans la zone d'étude entre 1991 et 1998 où les pas de temps de mesure sont généralement trimestriels.

La comparaison des données antérieures qui datent de 1969, avec les données récentes (2005 à 2020) montre une certaine hausse générale de la nappe libre de la zone d'étude. Cette hausse de la nappe est très variable dans le temps et dans l'espace de la zone d'étude.

Dans la vallée où la profondeur de la nappe est très faible, 0 à 5 m (piézomètres qui captent les alluvions), la hausse observée est relativement très faible. Le niveau de la nappe mesuré à 3,74 m au niveau du piézomètre Bengou P23 (02/05/1969), a été remesuré à 3,47 m sur le même site (04/05/1989). Cela montre une hausse de la nappe de 26 cm sur 20 ans. Le niveau de la nappe mesuré au niveau du même piézomètre était de 3,03 m (01/09/1989) alors qu'il était de 1,85 m (20/09/2005) soit une remontée de 1,18 m sur une période de 16 ans. La comparaison du niveau mesuré le (19/07/2005) qui est de 2,94 m avec celui mesuré le (09/07/2020) qui est de 2,73 m, montre également une hausse de 21 cm du niveau de la nappe sur une période de 15 ans. Sur l'ensemble de période étudiée, une hausse du niveau de la nappe de 1,65 m est observée depuis 1969 soit une hausse relativement timide de 3 cm/an. Cette hausse relativement timide a été également constatée au niveau du piézomètre de Bengou P21 et celui de Sabon birni qui captent tous des formations alluvionnaires.



**Figure 9 :** Points de suivi piézométrique présentant des hausses piézométriques

Dans la vallée où la profondeur de la nappe se situe aux environs de 10 m (piézomètres qui captent les formations de sables moyens à grossiers du Continental Hamadien), la remontée de la nappe a été également observée. Au niveau du piézomètre de Bengou P27 qui est crépiné entre 28 et 30 m et capte

les sables fins à grossiers du Continental Hamadien, la profondeur de la nappe était mesurée à 15,62 m (12/05/1969). La mesure du (01/05/1989) était de 14,72 m soit une remontée de 0,9 m sur une période de 20 ans. La profondeur de la nappe sur ce site a été mesurée à 15,27 m (01/09/1989) alors qu'elle était de 14,57 m (20/09/2005) soit une hausse de la nappe de 0,7 m sur 16 ans. La période de 2005 à 2020, enregistre une hausse très faible. Ainsi le niveau de la nappe était de 14,55 m (19/07/2005), alors qu'il était mesuré à 14,50 m (09/07/2020), soit une remontée très faible de 5 cm sur une période de 15 ans. Sur l'ensemble de la période étudiée, c'est-à-dire de 1969 à 2020, la nappe libre du Continental Hamadien dans le secteur a subi une remontée similaire à la nappe alluvionnaire de la vallée de 1,65 m sur 51 ans d'observation. Cette hausse relativement timide de la nappe libre du Continental Hamadien est également observable au niveau des piézomètres de Bengou P26, Bengou P28 qui captent la même formation.

Sur le plateau du secteur de Bana, le piézomètre Adiga Kaboye enregistre également une certaine hausse du niveau de la nappe depuis 1969. La profondeur de la nappe mesurée le (09/01/1970) était de 10,84 m, alors qu'elle a été mesurée à 10,42 m (01/01/1990), soit une hausse de 0,42 m sur 20 ans d'observation. La mesure faite au niveau de ce piézomètre était de 10,56 m (06/1989) et de 8,34 m (06/2005) soit une remontée de 2,22 m sur une période de 15 ans d'observation. De 2005 à 2012, la nappe continue à enregistrer une hausse moins prononcée par rapport à la période précédente. Ainsi la profondeur était mesurée à 8,17 m (10/10/2005) et à 7,39 m (10/11/2012) soit une remontée de 0,78 m sur 7 ans d'observation. Sur l'ensemble de la période d'observation, dans cette zone qui est situé au nord de la zone d'étude, la nappe phréatique a subi une hausse de 3,42 m correspondant à une remontée annuelle de 8 cm/an.

On remarque une tendance à la hausse du niveau de la nappe sur l'ensemble de la zone d'étude avec des vitesses moyennes de hausses très variables. En effet, dans la vallée, la vitesse moyenne de la hausse de la nappe varie de 1 cm/an de 1969 à 1989, à 8 cm/an de 1989 à 2005, avant de descendre à 1,5 cm/an de 2005 à 2020. De même sur le plateau, la vitesse moyenne de la hausse du niveau de la nappe est très variable selon la période considérée. Elle est de 2 cm/an de 1970 à 1989, de 14 cm/an de 1989 à 2005 et de 11 cm/an de 2005 à 2012.

On constate que l'essentielle de la hausse de la nappe dans la basse vallée du dallol Maouri, est produite dans la période 1989-2005, avec 64 % sur le plateau et 72 % dans la vallée. Ce phénomène de remontée de la nappe déjà observé sur le degré carré du Niamey, a été expliqué par une modification des états de surface suite aux activités anthropiques, telles que l'agriculture, la déforestation. Ces dernières ont augmenté considérablement le ruissellement et une recharge localisée de la nappe phréatique (Leduc et al., 2001 ; Favreau

et al., 2009). La même explication a été avancée pour la remontée de la nappe phréatique de la région de Dosso (Guéro, 2003). Ces explications restent valables dans la basse vallée du dallol Maouri où l'extension des mosaïques cultures-jachères atteint 50 % de la superficie totale de la région en 2015 contre 18 % en 1973. Ce phénomène a amplifié le ruissellement et l'accumulation de l'eau dans des dépressions topographiques avant leur infiltration massive dans la nappe.

## Conclusion

Les résultats cartographiques et statistiques de cette étude ont montré une régression flagrante de la classe des savanes arborées et arbustives au profit des mosaïques cultures jachères et sols nus et habitats. La classe des savanes arborées et arbustives, qui était largement représentée dans cette région, a perdu 60 % de sa superficie en 42 ans, soit 37 000 ha de 62 000 ha qu'elle représente en 1973. La progression importante des mosaïques cultures jachères et de sols nus et habitats, montre l'emprise des activités anthropiques telles que l'agriculture extensive et urbanisation (extension des villages). La dégradation importante du couvert végétal amplifie le ruissellement et alimente les mares. La nappe phréatique a subi une hausse de 3,4 m sur une période de 50 ans, malgré des années de sécheresse qu'avait connues la zone sahélienne.

## References:

1. Abdelkrim, B., (2006). SIG et Télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : Cas de la Wilaya de Naâma (Algérie) ; *Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier-Grenoble 1, (2006) 319p.*
2. Abdou Mahaman R., Nazoumou Y., Favreau G., Issoufou Ousmane B., Boucher M., Taylor R.G., Lawson F.M.A., Abdou Babaye M.S., Guero A., Legchenko A., (2020). Estimation par méthodes géophysiques du flux souterrains des aquifères du bassin des Iullemeden vers le Fleuve Niger via une vallée quaternaire, *12<sup>ème</sup> Colloque GEOFCAN, 9 et 10 mars 2020, Grenoble.*
3. BGR/ABN., (2019). Geological map of the transboundary region Benin, Niger and Nigeria. Sedimentary basins: Southern Iullemeden, Kandi and Sokoto. *Technical rapport N°5, (2019), 148pp.*
4. Chalifoux, S., Nastev, M., Lamontagne, C., Latifovic, R., Fernandes, R., (2006) Cartographie de l'occupation et de l'utilisation des sols par imagerie satellitaire LANDSAT en hydrogéologie ; *Télédétection Vol. 6, n°1, (2006), p.9-17.*
5. Dambo, L., (2007). Usage de l'eau à Gaya (Niger) : entre fortes potentialités et contraintes majeures ; *thèse de doctorat à l'université*

- de Lausanne ; (2007), 424p.*
6. FAO. (1970). Etude en vue de la mise en valeur des dallol Bosso et Maouri : Les eaux souterraines, *rapport final, (1970), 98pp plus annexes*
  7. Favreau, G., Leduc, C., (1998). Fluctuations à long terme de la nappe phréatique du Continental Terminal près de Niamey (Niger) entre 1956 à 1997. *Water Ressources Variability in Africa during the XXJh CenJury (Proceedings of the Abidjan'98 Conference 253 held at Abidjan Côte d'Ivoire, Novembre 1998). IAHS Publ. no. 252, 1998.*
  8. Favreau, G., (2000). Caractérisation et modélisation d'une nappe phréatique en hausse au Sahel : dynamique et géochimie de la dépression piézométrique naturelle du kori de Dantiandou (sud-ouest du Niger). *Th. : Sci. de La Terre, Université Paris-Sud 11 : Orsay, (2000), 348p.*
  9. Favreau, G., Leduc, C., Schroeter, P., Replay to comment 'Long-term rise in the Sahelian water-table : the Continental Terminal in South-West Niger' by Leduc, C., Favreau, G., Schroeter, P., (2001). *Journal of Hydrology, 243, 43-54. Journal of Hydrology 255 (2002) 263-265. PII:S0022-1694(01)00517-0.*
  10. Favreau, G., Cappelaere, B., Massuel, S., Leblanc, M., Boucher, M., Boulain, N., and Leduc, C., (2009). Land clearing, climate variability, and water resources increase in semiarid southwest Niger: A review, *Water Resour. Res., 45, (2009), W00A16, doi:10.1029/2007WR006785.*
  11. Gavaud, M., (1977). *Les grands traits de la pédogénèse au Niger Méridional. Paris, rapport ORSTOM N°76 ; (1977), 106p.*
  12. Greigert, J., (1966). *Description des formations crétacées et tertiaires du bassin des Iullemeden (Afrique Occidentale). Rapport BRGM ; (1966), 229 p.*
  13. Géoconseil, (2013a). Cartes d'occupation des sols situation de 2010, de toutes les communes du département de Gaya.
  14. Géoconseil, (2013b). Carte d'occupation des sols du département de Gaya, situation 2010.
  15. Guéro, A., (2003). *Etude des relations hydrauliques entre les différentes nappes du complexe sédimentaire de la bordure Sud-Ouest du bassin des Iullemeden (Niger) : Approches géochimique et hydrodynamique. Thèse de doctorat à l'université de Paris Sud, (2003), 257p.*
  16. Gustafsson, P., (1994). Spot satellite data for exploration of fractures aquifers in a Semi arid Area in Southern of Botswana. *Applied hydrogeology. Vol. 2, n°2, p.9-18.*
  17. Illias, A., Abdou, B. M. S., Sandao, I., Saley, M. B., Ousmane, B.,

- (2018). Apport des images ETM+ et du Modèle Numérique de Terrain (MNT) à la cartographie des fractures en région montagneuse : Secteur de Timia (Massif de l'Aïr, Nord du Niger) ; *European Scientific Journal, Vol.14, No.9 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431*
18. INS, (2012). Présentation des résultats préliminaires du 4<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population et de l'Habitat au Niger (RGPH/2012), 10p.
  19. Karim Saley, M. Zaman Allah, Boubé Morou, A. Mahamane and M. Saadou, (2012). Land Cover/Use Dynamics and Vegetation Characteristics in the Rural District of Simiri (Tillabery Region, Niger), *The Functioning of Ecosystems, Prof. Mahamane Ali (Ed.), ISBN: 978-953-51-0573-2, InTech*
  20. Larissa, E. A. E., (2013). Approche géomatique pour la délimitation des périmètres de protection autour des ressources en eau de surface destinées à la consommation : cas de la retenue d'eau de Gagnoa (centre-ouest de la Côte d'Ivoire) ; *Thèse de doctorat de l'Université Félix Houphouët Boigny, 180p.*
  21. Leduc, C., Bromley, J., Schroeter, P., (1997). Water table fluctuation and recharge in semi-aride climat : some results of the HAPEX-Sahel hydrodynamic survey (Niger). *Journal of Hydrology 188-189 (1997) 123-138.*
  22. Leduc, C., Favreau, G., Schroeter, P., (2001). Long terme rise in the Sahelian water-table : The Continental Terminal in South-West Niger. *Journal of Hydrology, 243, (2001) 43-54.*
  23. Mahé, G., Olivry, J.C., Servat, E., (2005). Sensibilité des cours d'eau ouest-africains aux changements climatiques et environnementaux extrêmes et paradoxes, *Regional hydrological Impacts of climate change-hydroclimatic variability (Proceeding of symposium S6 held during the seventh IAHS Assembly at Foz do Iguaçu, Brazil, April, 2005). IAHS Publ. 296, 2005, pp.169-177.*
  24. Mahmood, A., (1996). Lineaments as groundwater exploration guide in hard-rock terranes of arid region, *Journal canadien de télédétection Vol.22, n°1, p.108-116.*
  25. ME/LCD/DE., (2001). Nomenclature pour la construction de bases de données sur l'occupation des sols au Niger au Sud du 16<sup>ème</sup> parallèle ; *Rapport final, 69p.*
  26. ONG Karkara et AFVP, (2004). Etude de la dynamique d'ensablement dans le département de Maïné-Soroa, cartographie des situations d'ensablement ; *Rapport final, (2004) 40p.*
  27. Samaali. H., (2011). Etude de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol dans le delta de Majerda par télédétection et système d'information géographique ; *Thèse de doctorat à l'Université de*

*Tunis*, (2011) 391p.

28. Souleymane ISSA MALAN SALMANOU, Issoufou SANDAO, Maman Sani ABDOU BABAYE et Boureima OUSMANE. (2018). Dynamique de l'occupation des sols et l'évolution des mares dans le haut bassin versant de la Korama, Commune rurale de Droum, Région de Zinder, *Afrique SCIENCE 14(4) (2018) 346 – 358*
29. Tchibozo, E.A., Domingo, E. (2014). Occupation du sol et analyse de la structure spatiale des forêts classées : Cas du Dogo-Ketou dans le centre-sud du Benin ; *Revue de géographie du laboratoire de Leïdi, (2014), – ISSN 0851 – 2*





ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Inventaire Et Identification Des Dégâts Des Insectes Infestant Les Plants De Manioc (*Manihot Esculenta Crantz*) À Deux Et Huit Mois Après Plantation Et Essai De Lutte Biologique Dans La Localité De Daloa (Côte d’Ivoire)**

*Boyé Mambé Auguste-Denise,  
Boumi Demin Marcos,  
Kouadio N’Gonian Serge,  
Acka Franck Borel,  
Kouadio Yatty Justin,*

Université Jean Lorougnon Guédé / Laboratoire d’amélioration de la  
production agricole, Daloa / Côte d’Ivoire

*Niaba Pierre Valérie,*

Université Jean Lorougnon Guédé / Laboratoire d’agrovalorisation,  
Daloa / Côte d’Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p180](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p180)

---

Submitted: 26 January 2021

Accepted: 21 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Auguste-Denise B.M., Marcos B.D., Gonian Serge K., Franck Borel A., Kouadio Y. J., & Niaba Pierre V., (2022). Inventaire et identification des dégâts des insectes infestant les plants de manioc (*Manihot esculenta Crantz*) à deux et huit mois après plantation et essai de lutte biologique dans la localité de Daloa (Côte d’Ivoire) European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 180.*

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p180>

---

### **Résumé**

Le manioc est devenu un aliment de base des populations de Côte d’Ivoire. La présente étude qui lui est consacrée a été réalisée dans la période d’avril à octobre 2020 et avait pour objectif d’établir l’inventaire de l’entomofaune qui lui est associée, trouver leurs dégâts afin de mettre en place une stratégie de lutte pouvant réduire ces pathogènes. Cette étude a été réalisée sur deux variétés de manioc : Bocou 1 et Yavo. Plusieurs méthodes ont été utilisées pour la collecte des insectes à savoir : le piégeage, la capture à la main et au filet fauchoir. Les résultats ont montré une entomofaune très diversifiée avec 12 ordres d’insectes parmi lesquels il peut être cité : les Hétéroptères (les plus nombreux), suivis des Diptères, des Thysanoptères, des Coléoptères, des

Hyménoptères et des Orthoptères. Ces insectes ravageurs sont vecteurs de plusieurs maladies dont la virose avec une incidence de 38,88% chez la variété Bocou 1, la bactériose avec une incidence de 85,55% chez la variété Yavo et 67,77% chez la variété Bocou 1. La solution aqueuse à base de neem a été également utilisée afin de lutter contre ces ravageurs. Cette solution s'est montrée efficace contre les insectes ravageurs des cultures de manioc. Cette étude a donc permis de faire l'inventaire de quelques insectes associés au manioc dans cette localité et d'établir une méthode de lutte biologique.

---

**Mots clés :** Manioc, variétés, ravageurs, méthode de lutte, Côte d'Ivoire.

## **Inventory And Identification Of Insect Damage Infesting Cassava Plants (*Manihot Esculenta Crantz*) Two And Eight Months After Planting And Biological Test In The Locality Of Daloa (Côte d'Ivoire)**

*Boyé Mambé Auguste-Denise,  
Boumi Demin Marcos,  
Kouadio N'Gonian Serge,  
Acka Franck Borel,  
Kouadio Yatty Justin,*

Université Jean Lorougnon Guédé / Laboratoire d'amélioration de la  
production agricole, Daloa / Côte d'Ivoire

*Niaba Pierre Valérie,*

Université Jean Lorougnon Guédé / Laboratoire d'agrovalorisation,  
Daloa / Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

Cassava has become a staple food for people in Côte d'Ivoire. The present study devoted to it was carried out in the period from April to October and aims to establish an inventory of the entomofauna associated with it, to find their damage in order to set up a control strategy that can reduce these pathogens. This study was carried out on two varieties of cassava: Bocou 1 and Yavo. Several methods were used for the collection of insects namely: trapping, capture by hand and with a hay net. The results showed a very diverse entomofauna with 12 orders of insects among which we can cite: Heteroptera, the most numerous, followed by Diptera, Thysanoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera. These insect pests are vectors of several diseases including virosis with an incidence of 38.88% in variety Bocou 1, bacteriosis with an incidence of 85.55% in variety Yavo and 67.77% in variety Bocou 1. The aqueous solution based on neem has also been used to

control these pests. This solution has been shown to be effective against insect pests of cassava crops. This study therefore made it possible to make an inventory of some insects associated with cassava in this locality and to establish a method of biological control.

---

**Keywords:** Cassava, varieties, pests, control method, Côte d'Ivoire.

## Introduction

Le manioc (*Manihot esculenta* C.), est l'une des cultures vivrières les plus cultivées et les plus consommées dans de nombreuses régions du monde (Kouakou *et al.*, 2015). Il est l'un des tubercules les plus consommés en Afrique de l'Ouest et du Centre. Il peut contribuer à résorber les problèmes de carence en vitamine A (Djinadou *et al.*, 2018). En Côte d'Ivoire, le manioc occupe, le deuxième rang des cultures vivrières après l'igname en termes de quantité de production avec 2,45 millions de tonnes (N'zué *et al.*, 2015).

Le manioc supporte des régimes de pluies très divers qui vont de 550 mm par an jusqu'à 4 m. Les meilleurs rendements s'obtiennent avec des hauteurs de pluies variant de 1 à 2 m annuellement avec 3 mois de saison sèche. La teneur des racines en féculé est maximale durant la saison sèche. Le manioc est essentiellement une plante de lumière. La formation d'amidon dépend directement de l'ensoleillement. Il est cultivé pour ses racines tubérisées qui entrent pour une grande part dans l'alimentation quotidienne de nombreuses populations, surtout africaines (Ziani *et al.*, 2015).

Dans l'industrie, le manioc sert à la préparation de l'amidon, de la féculé, du tapioca, de biscuits, de pâtes alimentaires, de colles et de glucose. Enfin, le manioc sert à l'alimentation animale soit en vert, soit en cossettes, bouchons, farine (Ziani *et al.*, 2015).

Comme toute culture, sa production est confrontée à plusieurs contraintes biotiques. Plusieurs pathogènes attaquent le manioc dont les maladies bactériennes et virales (Cacai *et al.*, 2012). Il s'y ajoute les arthropodes ravageurs qui représentent les principaux obstacles biologiques à la culture du manioc (Mahamat, 2010).

Ces arthropodes constituent la faune entomologique associée au manioc rendant ainsi difficile la pratique de sa culture. Les insectes ravageurs sont de deux types : ceux dits "indigènes" qui ont toujours existé en Afrique comme le criquet puant (*Zonocerus variegatus*), les termites et la cochenille des racines du manioc (*Stictococcus vayssierrei*); ceux dits "introduits" comme la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) et l'aleurode (*Aleurodicus dispersus*) [James *et al.*, 2000]. Frappa (1938) a aussi affirmé qu'à côté des cochenilles qui nuisent sérieusement au rendement en tubercules et gênent considérablement les opérations du bouturage, des Coléoptères et chenilles dévorent les feuilles du manioc. En effet, les insectes nuisent au

manioc d'une part comme vecteurs de maladies (virus, bactéries et champignons) et d'autre part, comme ravageurs des feuilles, des tiges et des tubercules. Les dégâts des insectes peuvent se situer à différents stades phénologiques de la culture du manioc mais les plus jeunes pieds de manioc souffrent plus des attaques que les pieds plus âgés (James *et al.*, 2000).

Ces contraintes parasitaires dominées par la virose, les pourritures racinaires, les nécroses foliaires ainsi que des ravageurs provoquent des pertes de rendement considérable. C'est dans cette optique que s'inscrit la présente étude.

L'objectif général visé est de contribuer à l'augmentation du rendement du manioc dans la localité de Daloa en réduisant les insectes ravageurs par la mise en place d'une stratégie de lutte sectorielle.

## 1. Matériel

Le matériel biologique est composé des plants de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) issus de deux variétés (Yavo & Bocou 1) à différents stades phénologiques (figure 1A, 1B et 1C) ; des feuilles de neem utilisées pour la fabrication de biopesticide et des insectes infestant les plants de manioc (Figure 3).



**Figure 1 :** Matériel biologique d'étude

A-Plant de manioc âgés de 2 mois ; B-plants de manioc âgés de 8 mois  
C-Feuilles de neem

**Source :** Cliché BOUMI Demin Marcos (2021)

## 2. Méthodes

### 2.1. Description du dispositif expérimental

La parcelle a pour superficie 2 150 m<sup>2</sup> (50 m x 43 m). Chaque parcelle élémentaire a pour surface 5 m<sup>2</sup>. Ainsi, 240 parcelles élémentaires ont été délimitées, soit 40 par bloc pour 06 blocs. La distance entre les blocs est de 3,6 m et entre les parcelles est de 1 m. La superficie de chaque bloc est de 200 m<sup>2</sup> (40 m x 5 m). L'implantation s'est réalisée selon un dispositif expérimental en bloc de Fisher à trois répétitions avec des témoins inclus. Au total, deux variétés ont été utilisées à savoir : Bocou 1 et Yavo. Sur chaque parcelle élémentaire, 5 boutures de la même variété ont été plantées avec pour

écartement un (1) mètre entre les lignes et un (1) mètre sur les lignes. Ce qui fait 5 plants par parcelle élémentaire.

## 2.2. Collecte des spécimens d'insectes

Deux techniques ont été employées à savoir la capture et le piégeage.

### 2.2.1. Capture des insectes

La capture des insectes s'est faite les matins et les après-midis. Les insectes de grande taille ont été capturés à l'aide de pince entomologique et/ou à la main protégée par les gants en plastique. Les insectes volants ont été capturés à l'aide d'un filet fauchoir. Les insectes de petite taille sont visualisés à l'aide de la loupe de terrain puis capturés à l'aide d'une aiguille de tresse trempée dans de l'eau savonneuse en vue de coller l'insecte à capturer sur l'aiguille.

### 2.2.2. Piégeage des insectes

#### 2.2.2.1. Dispositif de piégeage des insectes

Le dispositif de piège est composé de bacs plastiques colorés, de l'eau savonneuse et du sel de cuisine (Figure 2).

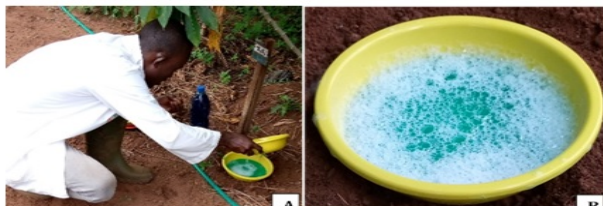
Les insectes attirés par la couleur de l'assiette tombent dans le récipient contenant un mélange d'eau savonneuse. Trois bacs sont placés entre chaque ligne de chaque parcelle élémentaire. La collecte des insectes s'est faite 72 heures après la pose des pièges. Les insectes capturés sont rangés dans la boîte entomologique en fonction des ordres des familles (Figure 3).

#### 2.2.2.2 Comptage des spécimens

Un échantillon de 03 pieds de manioc a été prospecté par traitement soit 30 pieds de manioc par bloc donc 90 pieds de manioc pour les trois blocs par variété. Sur chaque pied, 3 plants sont choisis. Pour chaque plant, 9 feuilles sont choisies du bas vers le haut à savoir :

- les 3 premières feuilles du bas,
- les 3 dernières feuilles avant l'apex, et
- les 3 feuilles apicales.

Des comptages ont été effectués une fois par semaine pour chaque bloc soit trois fois par semaine pour chaque variété donc au total 6 comptages par semaine afin de quantifier l'abondance des ravageurs sur le terrain pendant un mois.



**Figure 2** : Piégeage des insectes (G : 1872 x 4160)  
A-Mise en place du dispositif de piégeage ; B-dispositif de piégeage  
Source : Cliché BOUMI Demin Marcos (2021)



**Figure 3** : Boîtes contenant des insectes capturés (G : 1872 x 4160)  
Source : Cliché Boumi Demin Marcos (2021)

### 2.3. Identification et conservation des insectes ravageurs

### 2.3. Identification et conservation des insectes ravageurs

Les insectes ravageurs ont été observés à l'aide de la loupe de terrain (Grossissement = 75 mm) en vue de faire leur description anatomique et ont été identifiés à l'aide de la collection des revues entomologiques telles que "Catalogue des ravageurs auxiliaires Guyane léger" comme clé d'identification. Ces ravageurs ont été conservés dans des boîtes contenant du naphthalène.

### 2.4. Lutte contre les insectes infestant les plants de manioc

Parmi les méthodes de lutte connues, il a été retenu la lutte biologique. La solution aqueuse à base des feuilles de Neem et été extraite au laboratoire et son efficacité sur les ravageurs a été testée à une dose bien précise (Figure 4). Les traitements ont été faits chaque trois jours sur les différentes parcelles après la collecte des spécimens. Vingt-quatre heures (24 h) après chaque traitement, il a été procédé au comptage des insectes ravageurs afin de noter l'efficacité du produit appliqué. Le traitement s'est étendu sur un mois et a été appliqué sur 80 plants par variété soit 40 plants par bloc c'est-à-dire deux blocs par variété donc 160 plants ont été traités en guise d'expérience sur la parcelle (Kodjo *et al.*, 2015).

### 2.5. Préparation du bio pesticide à base des feuilles de neem

Les feuilles d'une plante à caractère bio-pesticide qui est le Neem (*Azadiracta indica*) ont été utilisées pour effectuer 5 L de solution. Pour ce faire, il a été utilisé 1 kg de feuilles de neem (Il faut environ 80 kg de feuilles pour traiter un ha). Ces feuilles sont broyées avant d'être mises dans l'eau puis sont laissées macérées toute une nuit. Ensuite, le broyat est enlevé et le mélange est filtré avec un tissu fin. Le filtrat obtenu est dilué à 10% soit 1 L d'extrait pour 10 L d'eau. Le savon liquide a été rajouté à raison de 100 ml pour 10 L de solution. Le produit est ainsi prêt à être pulvérisé sur les plantes (Figure 19) [Coulily *et al.*, 2019].



**Figure 4 :** Préparation du biopesticide à base de feuilles de neem (G : 1872 x 4160)  
A-filtration de la solution aqueuse ; B-mesure de la quantité de solution à apporter ;  
C-remplissage du pulvérisateur ; D-dilution à 10% de la solution ; E-ajout de 60 ml  
d'adjuvant ; F-application de la solution sur les plants.

Source : Cliché BOUMI Demin Marcos (2021)

## 2.6 Analyses des données

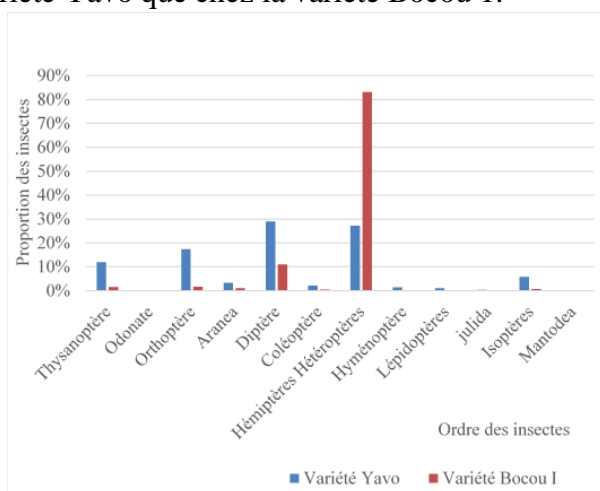
L'abondance des populations des espèces d'insectes ravageurs selon les différentes variétés et tranches d'âges de manioc, l'incidence des maladies provoquées par les ravageurs et la variation des insectes sur la parcelle après traitement sont analysées à l'aide du tableur Excel 2016.

## 3. Résultats

### 3.1. Diversité et abondance des insectes collectés sur le manioc

Douze ordres d'insectes ont été collectés (Tableau 1). Parmi ces ordres, les Hémiptères et les Hétéroptères sont les plus nombreux avec un total de 1 592 individus sur l'ensemble de la parcelle, suivis des Diptères (323), des Orthoptères (109) et des Thysanoptères (84) (Tableau 1). La proportion des ordres dominants en termes d'effectif a été calculée (Figure 5), montrant ainsi que la plus forte proportion est de 83% représentant celle des Hétéroptères pour la variété Bocou 1 et 27,17% pour la variété Yavo. La plus faible est de 0,06% représentant celle des Odonates, Hyménoptères, Myriapodes et Dictyoptères pour la variété Bocou 1 et 0% représentant l'ordre des Dictyoptères pour la variété Yavo.

Les résultats montrent une forte diversité d'insectes sur la parcelle caractérisée par une forte présence des Hémiptères chez la variété Bocou 1. Cependant, il a été constaté une diversité d'insectes plus importante chez la variété Yavo que chez la variété Bocou 1.



**Figure 5 :** Variation de l'abondance des insectes sur la parcelle  
 A-Mise en place du dispositif de piégeage ; B- dispositif de piégeage

**Source :** Données de l'enquête (Janvier 2021)

**Tableau 1 :** Diversité des insectes sur la parcelle

Ordres des insectes	Variété Yavo	Variété Bocou I
Thyanoptères	58	26
Odonates	1	1
Orthoptères	84	28
Arasnea	16	19
Diptères	140	183
Coléoptères	10	8

Hémiptères Hétéroptères	131	1381
Hyménoptères	7	1
Lépidoptères	5	3
julida	2	1
Isoptères	28	12
Mantodea	0	1
<b>Total</b>	<b>482</b>	<b>1 661</b>

**Source :** Données de l'enquête (Janvier 2021)

### 3.2. Ordres des insectes ravageurs du manioc

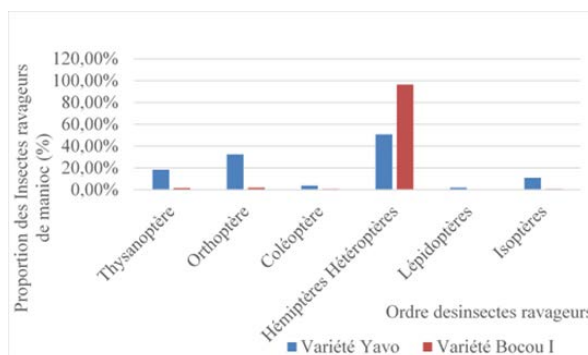
Parmi les douze ordres d'insectes répandus sur la parcelle, les insectes ravageurs du manioc identifiés sont : les Coléoptères, Hétéroptères, Hémiptères, Orthoptères, Isoptères, Lépidoptères et les Thysanoptère, avec un total de 1 774 individus (Tableau 2).

La proportion des ordres dominants en termes d'effectif a été calculée, montrant ainsi que la plus forte proportion est de 96,43% représentant celle des Hétéroptères pour la variété Bocou 1 et 50,77% pour la variété Yavo (Figure 6).

**Tableau 2 :** Ordre des insectes ravageurs du manioc

<b>Ordres des insectes</b>	<b>Variété Yavo</b>	<b>Variété Bocou I</b>
Thysanoptères	58	26
Orthoptères	84	28
Coléoptères	10	8
Hémiptères - Hétéroptères	131	1381
Lépidoptères	5	3
Isoptères	28	12
<b>Total</b>	<b>316</b>	<b>1 458</b>

**Source :** Données de l'enquête (Janvier 2021)



**Figure 6 :** Variation de l'abondance des insectes ravageurs du manioc

**Source :** Données de l'enquête (Janvier 2021)



### 3.2.1. Dégâts des Hémiptères

#### - *Pseudococcidae*

La Cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) : En se nourrissant sur le plant de manioc jeune et adulte, *P. manihoti* lui inocule une toxine dont l'effet se traduit par de profondes perturbations au niveau de la croissance. La dispersion de l'espèce s'effectue passivement par le biais du vent et du matériel de plantation (figure 7.A).

La Cochenille rayée (*Ferrisia virgata*), cochenille verte (*Phenacoccus madeirensis*) : les deux espèces prélèvent la sève des plantes-hôtes sans inoculer de toxines. Les plants infestés manifestent des symptômes d'affaiblissement général (Figure 7.B) mais ne présentent pas de déformations.

#### - *Aleyrodidae*

L'aleurode (*Aleurodicus dispersus*) : En se nourrissant de la sève des feuilles de manioc, l'aleurode sécrète d'importantes quantités de miellat qui favorisent le développement de moisissures charbonneuses sur la plante. Les feuilles noircies s'assèchent et tombent.

La mouche blanche (*Bemisia tabaci*) : Les mouches blanches (*Bemisia spp.*) sucent la sève des feuilles sans causer des dommages physiques à la plante. En s'alimentant, les insectes inoculent des virus à la plante qui attrape la mosaïque du manioc (Figure 7.C). C'est pour cette principale raison que l'insecte passe pour un important ravageur du manioc.



**Figure 7A-B-C :** Exemple de dégâts causés par certains parasites (G : 1872 x 4160)  
A-*Phaenacoccus manihoti* sur feuille et tige de manioc. B-Cochénille rayée sur feuille de manioc.  
C-*Aleurodicus dispersus* sur feuille de manioc

Source : Cliché BOUMI Demin Marcos (2021)

### 3.2.2. Dégâts des Orthoptères

Les Criquets, *Zonocerus variegatus* L. et *Z. elegans* : Les feuilles sont dévorées par les larves et les insectes adultes. Lorsqu'il ne reste plus de feuilles, les tiges vertes subissent le même sort et il ne reste de la plante que les parties blanches et ligneuses (figure 8.A).

### 3.2.3. Dégâts des Isoptères

Les termites (*Rhinotermitidae*) qui envahissent les nouveaux champs de manioc se nourrissent en rongant les boutures de manioc. Ces dernières souffrent d'une mauvaise croissance, meurent et pourrissent. Dans les plus

vieux champs de manioc, les termites rongent les tiges et y pénètrent (Figure 8.B). Les tiges deviennent très fragiles. Les dégâts des termites sont surtout observés en saison sèche.

### 3.2.4. Dégâts des Thysanoptères

*Frankliniella williamsi* s'attaque aux bourgeons terminaux, provoquant une levée de la dominance apicale. Sur les plantes attaquées, les feuilles ne se développent plus normalement, se déforment et se couvrent de points chlorotiques avec des lésions sur les jeunes tiges et des entrenœuds raccourcis. En cas d'attaques importantes, la plante prend un aspect rabougré en balai de sorcière. Les attaques ont surtout lieu durant la saison sèche, les plantes endommagées récupérant en saison des pluies.

### 3.2.5. Dégâts des Lépidoptères

Les chenilles du sphinx du manioc (*Erinnyis ello*) se nourrissent des feuilles de tout âge mais aussi, lorsque les populations sont importantes, des tiges et des bourgeons (Figure 8.C). Les attaques importantes peuvent entraîner une défoliation complète de la plante.

### 3.2.6. Dégâts des Coléoptères

Les charançons (*Coelosternus spp.*) creusent leurs galeries dans la partie médullaire des tiges, provoquant ainsi le dessèchement et également la cassure des tiges. *Lagochirus sp.* provoque le même type de dégâts mais se remarque par l'abondance de ses déjections et de rejets de sciure à la base des plants de manioc. Les charançons adultes mesurent de 1,5 à 2 cm, ils sont nocturnes et actifs toute l'année. Ils se nourrissent à la fois de feuilles et d'écorces.

### 3.2.7. Dégâts des Héteroptères

La punaise (*Pseudotheraptus devastans*) [figure 8.D] est l'initiateur des blessures du manioc jouant le rôle des portes d'entrée du *Colletotrichum*, champignon de faiblesse provoquant l'antracnose (Hangy & Mahungu, 2014).



**Figure 8A-B-C-D** : Exemple de dégâts causés par certains parasites (G : 1872 x 4160)

A- dégât des orthoptères sur feuille de manioc. B- Les Rhinotermitidae *sur pied de manioc*.

C- Les Nymphalidae dévorant les feuilles de manioc D- Action des Pentatomidae sur jeunes feuilles de manioc

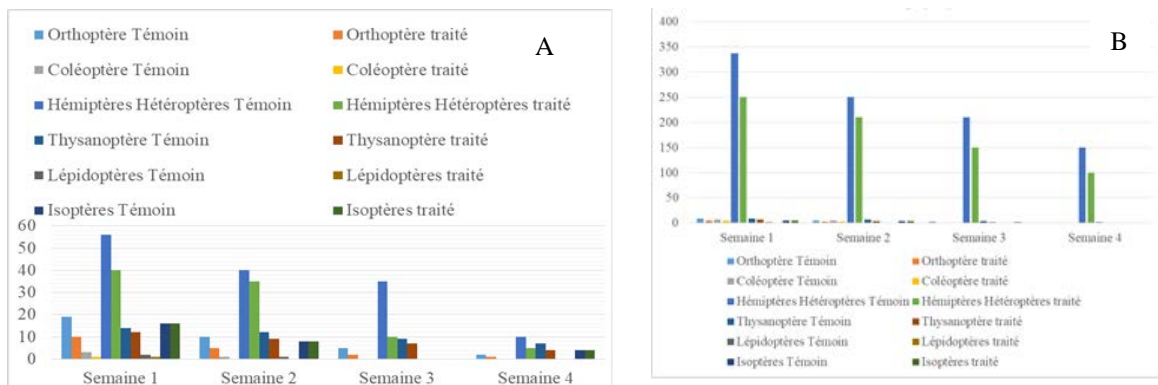
**Source** : Cliché BOUMI Demin Marcos (2021)

### 3.3. Essai de lutte biologique contre les insectes ravageurs de manioc

Parmi plusieurs méthodes de lutte, il a été choisi la lutte biologique avec l'utilisation de biopesticide à base de feuilles de Neem. Après traitement, la variation des différents ordres des ravageurs de manioc a été déterminée (Figures 9 et 10).

La variation de ces six ordres d'insectes sur la variété Yavo montre une prédominance des Héteroptères suivis des Orthoptères et des Thysanoptères. Au fur et à mesure du traitement, le nombre d'insectes baisse jusqu'à l'éradication totale de certaines espèces à la quatrième semaine.

La variation de ces six ordres d'insectes sur la variété Bocou 1 montre également une prédominance des Héteroptères. Cependant, sous l'effet du biopesticide, les Héteroptères baissent progressivement ; les Coléoptères ainsi que les autres ordres baissent également jusqu'à disparaître à la quatrième semaine.



**Figure 9 A-B : Dynamique des ravageurs**  
 A- Variété Yavo B-Variété Bocou 1

Source : Données de l'enquête (Janvier 2021)

### 4. Discussion

Durant cette étude, des pièges à bac colorés et des filets fauchoirs pour la capture des insectes ont été utilisés. Il ressort de ces résultats, l'identification de douze ordres d'insectes dont cinq se distinguent par leur abondance numérique : les Hémiptères, les Diptères, les Thysanoptères, les Isoptères et les Orthoptères. Cela peut s'expliquer par le fait que ces ordres sont les principaux ravageurs du manioc hormis les Diptères. Les travaux menés par Thewys (2011) ont identifié ces ordres comme principaux ennemis du manioc. Quant à la présence d'Hyménoptères, elle pourrait être due à la symbiose entre les Hyménoptères et les Homoptères, dans laquelle les premières transportent les deuxièmes (pucerons) vers les feuilles et ces derniers produisent du miellat pour les Hyménoptères (Forey & Fitzsimons, 1992).

Des cochenilles en particulier nuisent sérieusement au rendement en tubercules et gênent considérablement les opérations du bouturage, tandis que des Coléoptères ou des chenilles dévorent les feuilles de la précieuse Euphorbiacée (François, 1937).

La diversité végétale au sein du site offre une diversification des ressources alimentaires et un refuge pour les ravageurs et la faune auxiliaire (Nicholls & Altieri, 2012). L'abondance et la densité des populations d'un insecte donné sont contrôlées par de nombreux facteurs biotiques et abiotiques dans son écosystème, mais également par des facteurs intrinsèques à l'espèce (Sahraoui, 2012).

L'origine des ravageurs est une question prépondérante dans la présente étude. D'après Braima *et al.* (2000), certains ravageurs du manioc ont toujours existé en Afrique. Ils sont connus comme des "ravageurs indigènes". Ce sont, par exemple, le criquet puant, les termites et la cochenille des racines du manioc. D'autres ravageurs sont nouveaux en Afrique et n'ont été trouvés que récemment sur le manioc. Ces ravageurs ont été accidentellement introduits en Afrique à partir d'autres continents. Ils sont généralement appelés des "ravageurs introduits". La cochenille du manioc, l'acarien vert et l'aleurode constituent des exemples de ravageurs introduits. Ces ravageurs sont fréquemment introduits sans les ennemis naturels qui les éliminent dans leurs régions d'origine. Par conséquent, d'une manière générale, ils se reproduisent et se dispersent très rapidement causant des dégâts sévères aux cultures.

Les ordres tels que les Odonates, les Aranéides, les Myriapodes et les Dictyoptères sont connus comme des insectes auxiliaires (prédateurs et micro-guêpes parasitoïdes) et sont classés dans le rang des insectes bénéfiques pour le manioc. Les travaux effectués par Braima *et al.* (2000) attestent ces résultats.

Les insectes bénéfiques ne s'alimentent pas du tout du manioc ; certains d'entre eux se nourrissent des adventices, des fleurs et des végétaux morts. D'autres, par contre, pollinisent les fleurs ou se nourrissent des ravageurs. Ces derniers sont appelés "ennemis naturels" (IITA, 2000).

Les ennemis naturels qui sont souvent rencontrés dans les champs de manioc englobent divers types de Coléoptères, des acariens prédateurs et de toutes petites guêpes. Ces derniers sont appelés des "parasitoïdes" (Braima *et al.*, 2000).

La forte présence des Diptères peut être due au miellat sécrété par les Hémiptères. En effet, les Diptères sont attirés par le miellat des Hémiptères (James *et al.*, 2000). La présente étude révèle que la variété Bocou 1 habrite plus de population d'entomofaune par rapport à la variété Yavo. Par conséquent, c'est la variété la plus touchée par les maladies telles que la virose, la bactériose, l'antracnose, la pourriture de la tige et la cercosporiose. Ces

maladies sont dominées par la virose et la bactériose. Cependant, la cercosporiose est moins fréquente. Cela peut être dû au fait que la variété Bocou 1 a une plantation de grande envergure.

Les travaux ont montré deux types de virus sur la parcelle : le Virus de la mosaïque du manioc (CMV) et le Virus de la striure brune du manioc (CBSV). Les recherches effectuées par le CNRA en 2018 confirment qu'il existe deux virus affectant le manioc : le Virus de la mosaïque du manioc (CMV) et le Virus de la striure brune du manioc (CBSV). Ils confirment également qu'il existe des maladies bactériennes et cryptogamiques attaquant le manioc, toutefois avec une prévalence moindre que les deux virus susmentionnés (Audrey *et al.*, 2015).

Il a été également démontré que le mode d'action des ravageurs est tout simplement lié à leur mode de nutrition.

Dans cette étude, il convient de noter que les insectes ravageurs sont dangereux et donc leur forte densité dans le champ de manioc peut causer des pertes considérables de rendement. Il est donc indispensable de mettre en place une stratégie de lutte sectorielle bien précise et adaptée à la culture du manioc comme le prouvent les travaux de Braima *et al.* (2000).

Le manioc étant largement produit comme culture de subsistance, le traitement chimique doit être très limité (Kouakou *et al.*, 2015). Par conséquent, il a été jugé opportun d'adopter la lutte biologique parmi tant de méthodes de lutte autres que la lutte chimique. De plus, les travaux de Brou (2005) confirment que des essais de lutte biologique semblent limiter la multiplication de l'agent pathogène. Ces résultats sont confirmés par la présente étude qui révèle une éradication complète de la population de ravageurs.

## **Conclusion**

La présente étude a permis d'identifier la diversité d'insectes et de ravageurs qui se développent sur les plants de manioc pendant la phase de végétation. Leur présence n'est pas sans conséquences. En effet, ces insectes et ravageurs provoquent des dégâts graves qui pourraient handicaper le rendement de la culture. Toutefois, les travaux ont montré l'efficacité des biopesticides à base de neem sur les insectes nuisibles du champ de manioc. En effet, leur effet positif a été visible sur les pucerons, mouches blanches, scarabées, vers blancs et gris, bourreurs, sauterelles, cicadelles, acariens et ravageurs.

## **References :**

1. Audrey P., Pierre R. & Cédric R. (2015). Etude de la filière Manioc en Côte d'Ivoire. Projet « Promotion et commercialisation de la Banane Plantain

- et du Manioc en Côte d'Ivoire » financé par le Comité Français pour la Solidarité Internationale (CFSI). 33 p.
2. Boumi D. M. (2021). Inventaire et identification des dégâts d'insectes infestant les plants de manioc (*Manihot esculenta* CRANTZ) huit mois après plantation dans la localité de Daloa et essai de lutte biologique. Mémoire de master, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire), 50 p.
  3. Braïma J., John Y., Peter N., Cudjoe A., Wester M., Nnamdi E. & Muaka T. (2000). Lutte contre les ravageurs du manioc. Guide de la pratique de lutte intégrée à l'usage Des vulgarisateurs. 978-131-184 :3 - 4.
  4. Brou Y. T. (2005). Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques. Habilitation à Diriger des Recherches, Université des Sciences et Technologies de Lille, France, 212 p.
  5. Cacaï G., Ahanhanzo C., Dangou J.S., Houedjissin S.S. & Agbangla C. (2012). Effets de Différentes combinaisons hormonales sur l'organogenèse in vitro de quelques cultivars locaux et variétés améliorées de *Manihot esculenta* Crantz (manioc- *Euphorbiaceae*) cultivées au Bénin, *International, Journal, Biological, Chemical, Scitifique*, 6(4): 1593-1607.
  6. Coulibaly A.M., Madougou G., Abdoulaye N.A. et Bachir B.I. (2019). Fiche Technique : Extrait aqueux des feuilles fraîches de neem. Institut National de la Recherche Agronomique du Niger, Direction Générale de la Protection des Végétaux and Technology Research Niamey, Niger. 4 p.
  7. Djinadou A., Olodo N.I. & Adjanohoun A. (2018). Evaluation du comportement de variétés améliorées de manioc riches en bêta-carotène au Sud du Bénin. *International, Journal, Biological, Chemical, Scientifique*.12(2): 703-715.
  8. Forey P. & Fitzsimons C. (1992). Les insectes. Edition : Gründ, Paris, 125 p.
  9. François E. (1937). Un grave péril : *La mosaïque du manioc* Agron. Colon., XXVIe année, n° 236: 33-38.
  10. Frappa C. (1938). Les insectes nuisibles au manioc sur pied et aux tubercules de manioc en Magasin à Madagascar. *Revue de botanique appliquée et agriculture coloniale* 18 (197): 17-21.
  11. Hangy K. & Mahungu N. (2014). Multiplication de matériel de plantation et gestion des maladies et ravageurs: manuel de formation destiné aux agents de terrain, 16 p.
  12. IITA. (2000). Lutte contre les ravageurs du manioc. 4 p. <http://www.cgiar.org/iita>

13. James B., John Y., Peter N., Cudjoe A., Wester M., Nnamdi E. & Muaka T. (2000). Lutte contre les ravageurs du manioc. Guide de la pratique de lutte intégrée à l'usage des vulgarisateurs. IITA, 36 p.
14. Kodjo A., Kone M., Kra K. & KONE N. (2015). Contribution à l'étude de l'entomofaune associée à la culture de quelques variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) Euphorbiaceae) en 2014 dans le département d'Agboville (Côte d'Ivoire). *Mémoire de Master I, Protection des Végétaux et de l'Environnement*, université NANGUI ABROGOUA, UFR Sciences de la Nature Côte d'Ivoire, 19 p.
15. Kouakou J., Samuel N.N. & Catherine P. (2015). Production et transformation du manioc. collection Pro-Agro. 5 p.
16. Mahamat S. (2010). Résistance variétale à la Mosaïque africaine et à la cochenille farineuse (*Phénacoccus manihoti*) de onze clones de manioc du Nigeria. Mémoire de Master 2, UCAD, Dakar, 35 p.
17. N'zué B., Zohouri G. & Yapi-G. V. (2015). Bien cultiver le manioc en Côte d'Ivoire ; Réalisation : Direction des programmes de recherche et de l'appui au développement - Direction des systèmes d'information CNRA, 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire, 5 p.
18. Nicholls C. & Altieri M. (2012). Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems, 33(2): 257-274.
19. Sahraoui H. (2012). Influence des pratiques agro-écologiques et de la protection phytosanitaire sur les communautés d'acariens Phytoseiidae (Acari : mesostigmata) dans les vergers agrumicoles tunisiens. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique de Tunisie, Montpellier Supagro, Montpellier, 187 p.
20. Thewys G. (2011). Guide de bonnes pratiques phytosanitaires pour la production de manioc (*Manihot esculenta*). Programme Initiatif Pesticides (PIP), 39 p.
21. Ziani S., Abio S. & Maroc. (2015). Culture du Manioc, Protocole d'essai 3 p.

## **Susceptibilité D'adaptation d'Anopheles Coluzzii Aux Conditions Écologiques De Ponte Et De Développements Larvaires Des Culex Et Aedes**

***Binta Djimde,***

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des  
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

***Mali Youssouf F Keita,***

***Alpha Seydou Yaro,***

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des  
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

***Mouneri Maiga,***

***Bernard Sodio,***

Faculté des Sciences et Techniques de l'Université des Sciences, des  
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako, Mali

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p195](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p195)

Submitted: 01 February 2022

Accepted: 21 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Binta D., Youssouf F.K., Alpha Seydou Y., Mouneri M., & Bernard S., (2022). Susceptibilité D'adaptation d'Anopheles Coluzzii Aux Conditions Écologiques De Ponte Et De Développements Larvaires Des Culex Et Aedes European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 195.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p195>

### **Résumé**

Introduction: Le paludisme demeure encore un problème majeur de santé public au Mali. Les mécanismes de transmission du paludisme en zones rurales sont bien connus mais restent encore très mal connus en conditions urbaine. La présente étude a pour but de tester la susceptibilité d'adaptation d'An. coluzzii aux conditions écologiques de ponte et de développements larvaires des Culex et Aedes.

Méthodes : Trois répétitions ont été conduites en conditions de laboratoire dans un insectarium ayant 26-27°C comme température et 80-95% d'humidité relative.



Résultats : Les taux d'éclosion étaient d'environ 90% pour le gîte témoins, 73% et 7% respectivement pour les gîtes Aedes et Culex avec un apport alimentaire. Mais sans apport de nourriture, ces taux sont de 22% pour les gîtes d'Aedes et 2% pour les gîtes de Culex. Les larves d'*An. coluzzii* étaient incapables de survivre dans les gîtes de Culex, avec ou sans apport alimentaire. Par contre dans les gîtes d'Aedes, leur taux de survie a varié de 53% au 1er jour à seulement 4% au 10e jour sans apport de nourriture. Mais avec un apport alimentaire, le taux de survie dans les gîtes d'Aedes a varié de 63% le 4e jour jusqu'à 21% le 10e jour. Les Mâles et les femelles d'Aedes adultes ont pu survivre jusqu'à 25 jours sans apport alimentaire. Par contre les adultes provenant des gîtes d'Aedes avec apport alimentaire peuvent survivre jusqu'à 39 jours.

Conclusion : Cette étude a montré qu'*An. coluzzii* n'a pas la capacité de survivre dans les gîtes d'eau de Culex, mais il est susceptible de se développer dans les gîtes d'eau d'Aedes.

---

**Mots clés :** Sin Adaptation, gîtes, Aedes, Culex, *Anopheles coluzzii*.

## **Susceptibility of adaptation of *Anopheles coluzzii* to the ecological conditions of spawning and larval development of Culex and Aedes**

*Binta Djimde,*

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des  
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

*Mali Youssouf F Keita,*

*Alpha Seydou Yaro,*

Malaria Research Training Center (MRTC) Université des Sciences, des  
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako,

*Mouneri Maiga,*

*Bernard Sodio,*

Faculté des Sciences et Techniques de l'Université des Sciences, des  
Technique et des Technologie de Bamako. Bamako, Mali

---

### **Abstract**

Introduction: Malaria still remains a major public health problem in Mali. The mechanisms of malaria transmission in rural areas are well known but still remain very poorly understood in urban conditions. The current study aims to test the adaptive susceptibility of *An. coluzzii* to the ecological conditions of egg-laying and larval development of Culex and Aedes.

Methods: Three replicates were conducted under laboratory conditions in an insectary with 26-27°C temperature and 80-95% relative humidity. Results: The hatching rates were about 90% for the control breeding site, 73% and 7% respectively for the Aedes and Culex breeding site with food supply. But without food, these rates are 22% for Aedes breeding site and 2% for Culex breeding site. The larvae of *An. coluzzii* were unable to survive in Culex breeding site, with or without food supply. On the other hand, in Aedes breeding sites, their survival rate varied from 53% on the 1st day to only 4% on the 10th day without food supply. But with a food supply, the survival rate in Aedes breeding site varied from 63% on the 4th day to 21% on the 10th day. Males and females of adult Aedes were able to survive up to 25 days without food supply. On the other hand, adults from Aedes breeding sites with food can survive up to 39 days. Conclusion: This study showed that *An. coluzzii* does not have the ability to survive in Culex breeding site, but it is likely to grow very well in Aedes breeding site.

---

**Keywords:** Adaptation, roosts, Aedes, Culex, *Anopheles coluzzii*.

Les moustiques (*Diptera Culicidae*) constituent la plus importante famille de vecteurs d'agents pathogènes. Ils ont une vie aquatique au stade larvaire puis aérienne au stade adulte. Parmi eux figurent les *Anopheles*, vecteurs de *Plasmodium spp*, parasites responsables du paludisme. Il existe environ 500 espèces d'anophèles, dont une cinquantaine est capable de transmettre le paludisme à l'humain. Dans la pratique, 20 espèces assurent l'essentiel de la transmission dans le monde (1)

En Afrique sub-saharienne, on considère qu'il existe quelque 150 espèces d'*Anopheles*, dont une douzaine constitue d'excellent vecteur du paludisme, comme *An. gambiae*, *An. arabiensis*, *An. funestus*, *An. nili*, *An. moucheti* (2)

En Afrique de l'Ouest, *An. gambiae* l et *An. funestus* constituent les deux vecteurs majeurs du paludisme. Le complexe *An. Gambiae* est composé d'*An. arabiensis* et d'*An. gambiae* S. S. Présentement les techniques moléculaires ont permis de répartir *An. Gambiae* S. S. en deux espèces (3) que sont : *An. coluzzii* (précédemment appelé forme moléculaire M) et *An. gambiae* (l'ancienne appellation de la forme moléculaire S). Les fréquences relatives de ces vecteurs subissent des variations spatiales et temporaires significatives. Au Mali, avec leur abondance, leur densité, leur capacité vectorielle et leur large répartition, *An. gambiae* s'observe essentiellement en saison des pluies et en savane sud-soudanienne le long des cours d'eau ; alors qu'*An. coluzzii* se rencontre aussi bien en saison de pluies qu'en saison sèche et presque partout (4). Les moustiques sont responsables de la transmission de nombreux agents pathogènes d'importance médicale et vétérinaire (virus, bactéries,

protozoaires ou nématodes). Dans certaines parties du monde, l'émergence massive et synchrone de quantités énormes de moustiques limite significativement les activités des hommes à l'extérieur et peut avoir de graves dommages économiques, (l'élevage de bétail), (5).

Parmi les moustiques colonisant les milieux (habitations humaines) *An. coluzzii* joue un rôle capital dans la transmission du paludisme. Cette maladie demeure par sa fréquence, son ampleur et sa répartition, l'endémie majeure des zones tropicales. Pour sa transmission, (6) indiquent que cinq espèces de *Plasmodium* sont responsables du paludisme chez l'homme. Il s'agit de : *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale*, *P. vivax*, et *P. knowlesi* qui, initialement décrits chez les primates ont été aussi trouvés infectants pour l'homme. Selon l'OMS, le paludisme a causé 228 millions de cas avec 405 000 décès dans le monde (7). D'après le programme national de lutte contre le paludisme au Mali en 2018, 2,7 millions de cas ont été enregistrés avec 1778 décès. Son impact économique, la létalité se chiffre environ à 0,18% avec un coût élevé du traitement 2,7 milliards USD (8).

A côté du caractère vecteur de transmission des maladies, l'*An. coluzzii* provoque de la nuisance chez les populations humaines et les animales.

En dehors des *Anopheles*, d'autres moustiques de la sous-famille des *Culicinae* fortement impliqués de la transmission des arboviroses sont très fréquents dans les zones urbaines et semi-urbaines africaines. Ces *Culicinae* ont une bio écologie différente de celle des *Anopheles* (9). Cette différence de mode de vie fait qu'ils sont présents en toutes saisons dans les milieux périurbains et urbains contrairement aux *Anopheles*. Cette permanence est surtout favorisée par les multiples gîtes dont les conditions écologiques favorisent leur développement en toutes saisons (10)). Beaucoup d'études antérieures ont montré que les *Anopheles* sont incapables de se développer convenablement dans les gîtes des *Aedes* et des *Culex*.

Les Anophèles pondent dans des gîtes larvaires constitués le plus souvent des collections d'eau calme : mares permanentes ou temporaires, anses calmes des rivières, bords des lacs, empreintes de pas, souvent avec ou sans végétation, les *Culex* pondent dans les gîtes domestiques en milieu urbain très pollués (puisards d'eaux usées, fosses d'aisance). *Aedes* préfère les gîtes larvaires de type naturels de petite taille : creux d'arbres (*Ae. africanus*), tiges de bambous, aisselles de feuilles engainantes (*Ae. simpsoni*), creux de rocher (*Ae. vittatus*), soit dans des gîtes artificiels: récipients de stockage d'eau, boîtes de conserve, vieux pneus, etc.

Bien que les Anophèles soient les seuls vecteurs du paludisme et que les gîtes d'*Anopheles* en milieu urbain soient rares, la prévalence du paludisme urbain est très préoccupante en Afrique. Des études menées au Ghana par des chercheurs britanniques ont fait ressortir la prévalence du paludisme dans un milieu urbain (11). Au Burkina Faso, (12) à Ouagadougou ont montré l'intérêt

et la pertinence d'étudier la transmission du paludisme urbain. (13), ont aussi étudié la transmission vectorielle dans différents quartiers éco climatiques de Cotonou. Les nombreux travaux menés sur la bio écologie des anophèles (14) ont aussi évoqué la nécessité de porter une attention particulière à la transmission vectorielle du paludisme en conditions urbaines. Les travaux menés sur la transmission vectorielle du paludisme en zones urbaines et péri-urbaines du district de Bamako ont montré la présence des anophèles dans les zones périurbaines et urbaines du Mali

Ce constat est une motivation évidente qui renforce l'hypothèse de la possibilité d'adaptation des anophèles à des conditions écologiques non typiques. D'où cette investigation qui a pour but d'exposer les œufs d'anophèles à des conditions de gîtes d'*Aedes* et de *Culex* afin d'avoir plus de connaissances.

## **1 MATERIEL ET METHODES**

### **1.1 Site d'étude**

L'étude s'est déroulée dans un insectarium du MRTC, ICER Mali. Cet insectarium produit des moustiques pour diverses expériences conduites aussi bien au laboratoire que sur le terrain dans le cadre de la lutte anti vectorielle et des essais vaccinaux. Les moustiques étaient maintenus dans les conditions de température ( $27^{\circ}\text{C}\pm 2$ ) et d'humidité relative (75-85 %). Ces différents paramètres sont importants dans le maintien d'une colonie.

### **1.2 Matériel**

Les matériels utilisés étaient constitués de : fiches d'enregistrement des données, de, pinces *forceps*, des boîtes de Pétri, de l'éthanol absolu, des tubes Eppendorf 0,5 ml et 1,5 ml; des tubes, FALCON 15 ml et 50 ml, des étiquettes, des Freezer boxes avec diviseurs, de l'eau distillée, et des gants, des louches, des cases *Bug dorm*® (30x30), des pots, aspirateurs à bouche, ciseaux, cuillères, tulle moustiquaires, du coton, du sucre en carreau, crayon, papier wattman, des plateaux de type *Nalgene*® (L : 30cm ; l : 25 cm ; h : 6 cm), des seaux, sachets, plastics, des pipettes pasteur, une balance, nourriture (*Tetramine*® ou *Koi Food*®), caisses en bois , un bécher , la loupe

### **1.3 Méthodes**

#### **1.3.1 Type et période d'étude**

Cette étude est de type expérimental a été conduite dans l'insectarium du laboratoire d'écologie moléculaire du MRTC, ICER Mali (Malaria Research and Training Center, International Centre for Excellence in Research du Mali). Elle s'est déroulée de février à avril 2020. Au total trois (3) expériences ont été réalisées.

### Souche de moustique

Les œufs d'anophèles utilisés au cours de cette étude proviennent d'une souche de colonie originaire du village de N'Gabakoro-Droit/Kati. La souche a été conservée par élevages successifs de génération en génération depuis 2008 jusqu'à nos jours.

#### 1.3.2 Elevage

Les moustiques étaient maintenus dans l'insectarium avec des conditions (précises) de température ( $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ ) et d'humidité relative (75-85 %). Une photo périodicité de 12h/12h (jour/nuit) a été observée.

• Analyse physico-chimique de l'eau : Une analyse physicochimique de l'eau des gîtes larvaires concernant les quatre paramètres, a été réalisée soigneusement au niveau du laboratoire de l'ICER MALI. Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "PH" permet de mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. La valeur du pH est une grandeur sans unité qui est directement liée à sa concentration en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Ils proviennent de la fixation d'un proton  $\text{H}^+$  sur une molécule d'eau, ([www.gralon.net](http://www.gralon.net)). La conductivité va déterminer l'ensemble des minéraux présent dans une solution. Elle est souvent appelée « conductivité électrique » qui traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique, ce paramètre donne une indication sur la minéralisation globale de cette eau. L'unité correspondant est le siemens (S/m), exprimé souvent en micro-siemens/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou milli-siemens (mS/m). La MES est définie comme la quantité de matières en suspension dans l'eau en mg/l. Il dépend principalement de la solubilité des sédiments qui entrent en contact avec l'eau. La salinité mesure la concentration en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) de l'eau au travers sa conductivité électrique. Elle s'exprime sans unité, comme le PH, mais on trouve encore des salinités exprimées en ‰, en g/kg ou en psu (practical salinity unit) ([www.uneeau-pure.com](http://www.uneeau-pure.com)).

#### 1.3.3 Procédure

Les femelles gravides ont été mises en ponte collective dans une cage moyenne de 30x30 cm contenant un pondeur petit bocal avec de l'eau couvert par un papier buvard humecté d'eau. Après la ponte, les œufs ont été collectés, comptés par lots de cent (100) œufs, et placés dans différents plateaux contenant 500 millilitres d'eau des différents gîtes en expérimentation selon les traitements ci-après :

- 4 plateaux contenant l'eau du gîte d'*Aedes*,
- 4 plateaux contenant l'eau du gîte du *Culex*
- 3 plateaux témoins contenant de l'eau déionisée.

## 2 RESULTATS

### 2.1 Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau des gîtes larvaires et des conditions d'élevage à l'insectarium

#### 2.1.1 Paramètres physico-chimiques des gîtes larvaires d'*Aedes*, de *Culex* et le gîte témoin (eau déionisée)

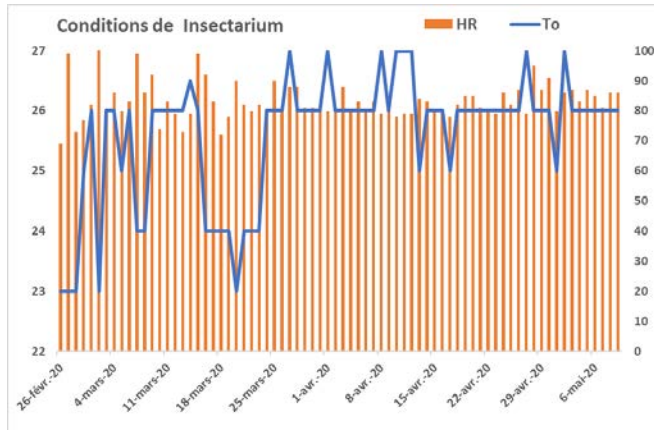
Le PH du gîte témoin était pratiquement neutre 7,37, alors que le PH des gîtes d'*Aedes* (7,6) et de *Culex* (7,82) étaient pratiquement basiques (tableau 1). La turbidité des gîtes de *Culex* (1933) était plus élevée que celle des gîtes d'*Aedes* et des gîtes témoins. La valeur de la conductibilité (39,99) était la plus faible dans les gîtes de *Culex* par rapport aux gîtes témoins (79) et aux gîtes *Aedes* (93). La température moyenne était de 26,6 °C pour les gîtes témoins, 26,4 °C pour les gîtes d'*Aedes* et 25 °C pour les gîtes de *Culex*. Les conditions de température étaient plus favorables et similaires dans les gîtes d'*Aedes* et les gîtes témoins par rapport aux gîtes de *Culex*.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimique des différents types de gîtes larvaires.

Type Gîte	PH	To	Conductibilité	Turbidité
<i>Culex</i>	7,82	25	<b>39,99</b>	<b>1933</b>
<i>Aedes</i>	7,6	26,4	93	45
Labo (eau distillée)	7,37	26,6	79	40

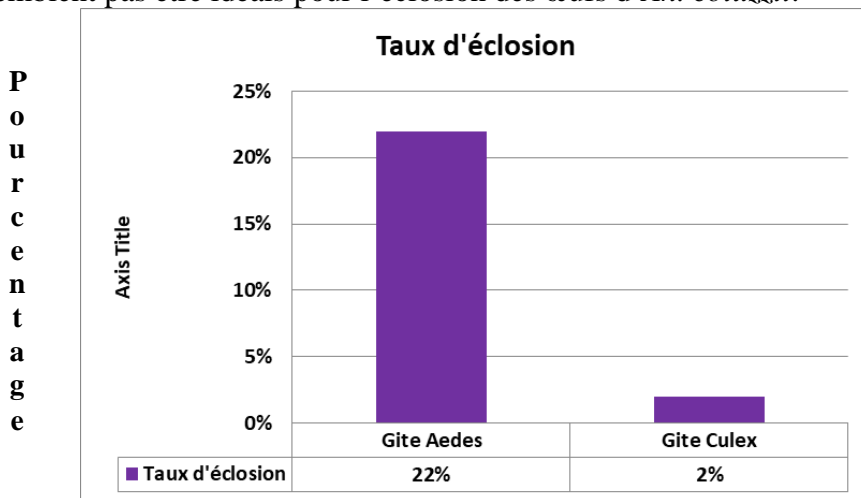
#### 2.1.2 Mesure des conditions de température et d'hygrométrie à l'insectarium

Les conditions de température (°C) et d'Humidité Relative (%) étaient perturbées par une forte fluctuation au début de l'expérience mais stabilisées à partir du 25 mars jusqu'à la fin des expériences (figure 1). La température était idéalement stabilisée entre 26 et 27 °C et l'humidité relative variaient entre 80 et 95 %. Sur la base des conditions optimales d'élevage connues.



**Figure 1 : Représentation graphique des conditions de température (°C) et d'humidité relative (%) dans l'insectarium pendant la durée des expériences au laboratoire du MRTC ICER Mali.**

2.1.3 Estimation des taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les eaux de gîtes d'*Aedes* et de gîtes de *Culex* en conditions de laboratoire  
 La figure 2 montre que sans apport de nourriture, le taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* est faible dans les gîtes d'*Aedes* (22 %) et très faible dans les gîtes de *Culex* (2 %). Il apparaît clairement que ces deux types de gîtes ne semblent pas être idéals pour l'éclosion des œufs d'*An. coluzzii*.

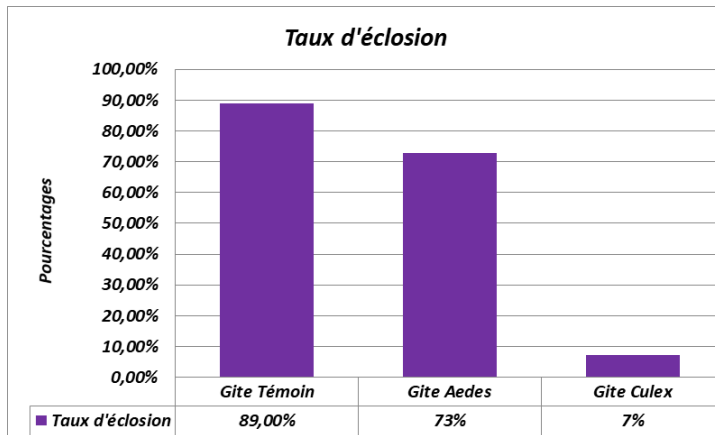


**Figure 2 : Comparaison des taux d'éclosion de 300 œufs d'Anophèles après 48h de conditionnement dans trois différents types d'eau de gîtes larvaires (*Aedes*, *Culex*) sans apport de nourriture.**

### 3.1.4. Comparaison des taux d'éclosion dans trois différents types d'eau de gîtes larvaires

Malgré un apport en nourriture, la figure 3 montre que, les œufs d'*An. coluzzii* éclosent très mal dans les gîtes de *Culex* (7 %). Par contre avec l'apport

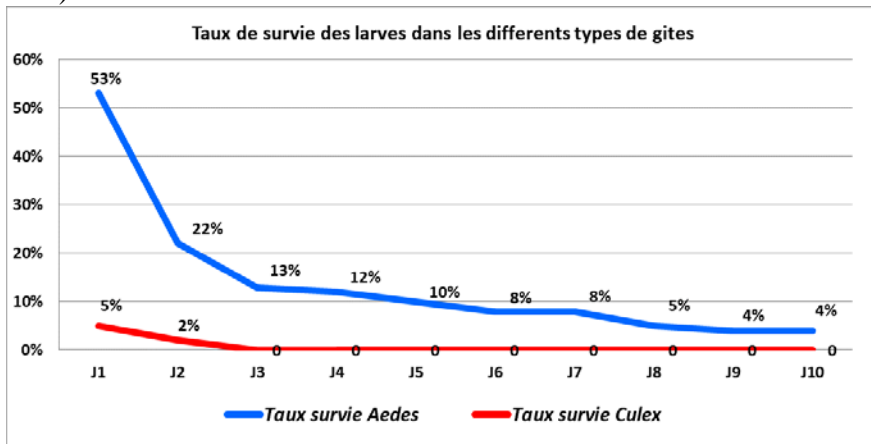
de nourriture, l'écllosion des œufs d'*An. coluzzii* se déroule bien avec un taux meilleur de 89 % et 73 % respectivement pour les gîtes témoins et les gîtes d'*Aedes*.



**Figure 3 : Comparaison des taux d'écllosion de 900 œufs d'Anophèles après 48h de conditionnement dans trois différents types d'eau de gîtes larvaires (Aèdes, Culex, Eau de-ionisée) avec apport de nourriture.**

## 2.2 Estimation du succès de développement des larves d'*An. coluzzii* émergés des eaux de gîtes d'*Aedes* et de *Culex* en conditions de laboratoire.

Sans apport de nourriture, le développement des larves d'*An. coluzzii* est très faible dans les gîtes d'Aèdes avec un taux de survie chutant de 53 % le 1<sup>er</sup> jour à seulement 4 % au 10<sup>ème</sup> jour. Par contre les larves d'*An. coluzzii* sont incapables de se développer dans les gîtes de Culex sans apport de nourriture (figure 4).

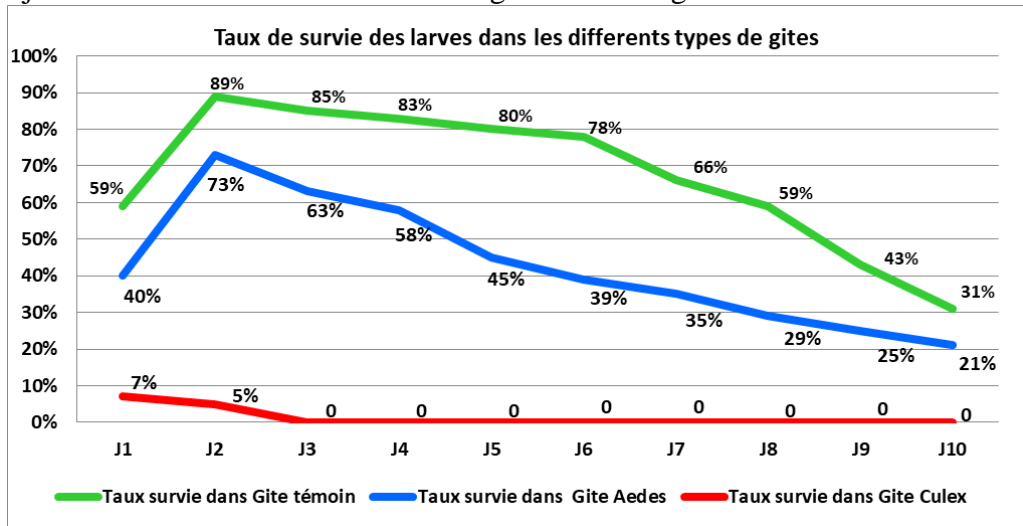


**Figure 4 : Comparaison du développement des larves d'*An. coluzzii* émergés dans les eaux de gîtes d'Aèdes et de Culex en conditions de laboratoire sans apport de nourriture.**



### 3.3. Taux de survie des larves dans les différents types de gîtes

Les différentes courbes de la figure 5 attestent qu'après une éclosion maximale au 2<sup>e</sup> jour de conditionnement des œufs d'*An. coluzzii* dans les différents types de gîtes, la mortalité des larves commence dès le 3<sup>e</sup> jour de suivi malgré l'apport alimentaire. Cette mortalité des larves est totale avant le 3<sup>e</sup> jour dans les gîtes de *Culex*. Elle est progressive de 63 % le 4<sup>e</sup> jour jusqu'à 21 % le 10<sup>e</sup> jour après quoi commence l'émergence des imagos. La tendance observée dans les gîtes d'*Aedes* est similaire à celle obtenue dans les gîtes témoins mais avec des proportions plus importantes allant de 85 % au 03<sup>e</sup> jour à 31 % le 02<sup>e</sup> jour au moment où débute de l'émergence des imagos.



**Figure 5 : Comparaison du développement des larves d'*An. coluzzii* émergées dans les eaux de gîtes d'*Aedes* de *Culex* et le gîte témoin en conditions de laboratoire avec apport de nourriture.**

### 3.4. Estimation de la longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes*, de *Culex* et des gîtes témoins.

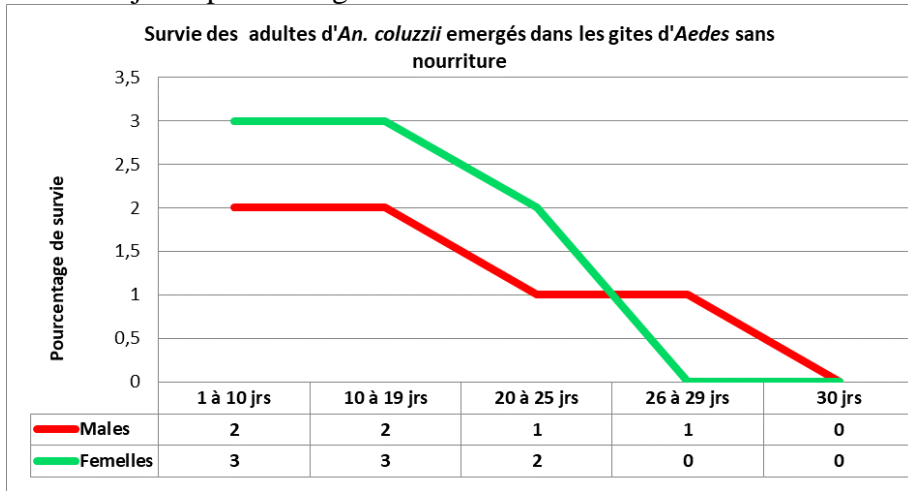
#### 3.4.1. Longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes de *Culex*

La détermination de la longévité des imagos d'*An. coluzzii* élevée dans les gîtes de *Culex* n'a pas pu être déterminée, car toutes les larves étaient mortes avant le stade imago, malgré la répétition des expériences faites trois (3) fois. Les larves sont mortes avant 72h après éclosion dans les gîtes de *Culex*.

#### 3.4.2. Longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes* sans apport de nourriture

Les larves d'*An. coluzzii* élevées dans les gîtes d'*Aedes* sans apport de nourriture, ont donné de rares imagos (3 femelles et 2 mâles), (figure 6). Parmi

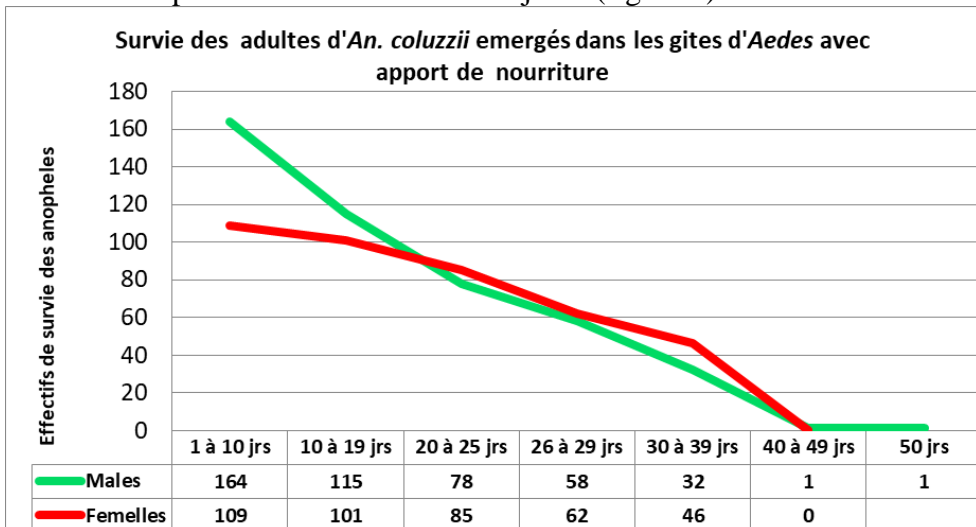
ces adultes 2 femelles ont survécu jusqu'au 25<sup>e</sup> jour alors qu'un des mâles a atteint le 29<sup>e</sup> jour après émergence.



**Figure 6 :** Longévité des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes d'*Aedes* sans apport de nourriture.

### 3.4.3. Longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes* avec apport de nourriture

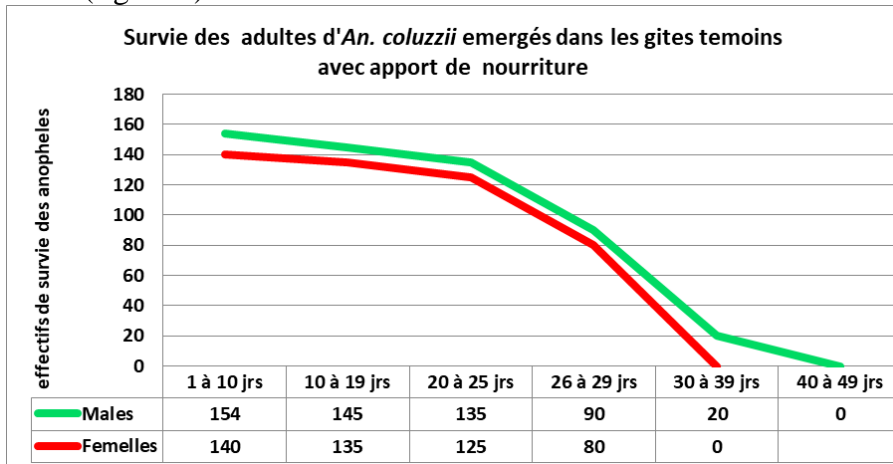
Avec un apport de nourriture pendant le développement larvaire, les adultes d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes d'*Aedes* peuvent survivre jusqu'à 39 jours pour certaines femelles et 50 jours (cas d'un mâle). Environ 50 % des adultes n'ont pas survécus au-delà de 30 jours (figure 7).



**Figure 7 :** Longévité des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes témoins avec apport de nourriture.

### 3.4.4. Suivi des adultes d'*An. Coluzzii* émergés dans les gîtes témoins avec apport de nourriture

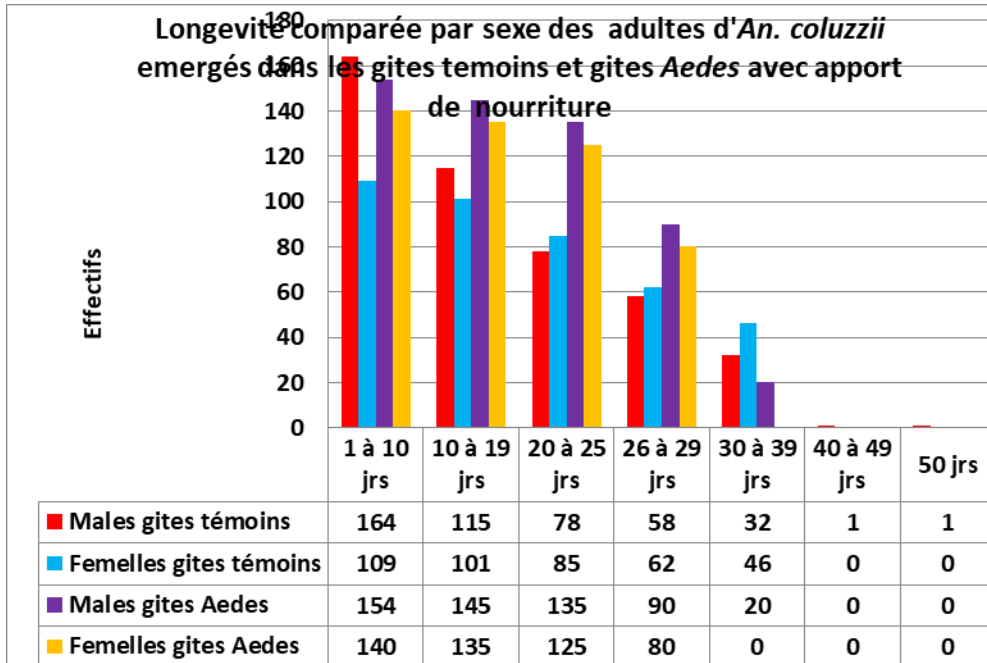
Avec un apport de nourriture pendant le développement larvaire, les adultes d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes témoins ont mieux survécus (125 femelles et 135 mâles) au 25<sup>e</sup> jour de suivi. Mais la survie maximale dans le groupe des femelles était de 29 jours alors que certains mâles ont pu atteindre 39 jours de survie (figure 8).



**Figure 8 :** Longévité des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes d'Aèdes avec apport de nourriture.

### 3.3.5. Longévité comparée par sexe des adultes d'*An. Coluzzi* émergés dans les gîtes témoins et gîtes Aèdes avec apport de nourriture

A l'exception d'un mâle qui avait survécu pendant 50 jours dans les gîtes témoins, tous les adultes aussi bien des gîtes témoins que ceux issus des gîtes de *Culex* n'ont pas survécus au-delà de 39 jours. Les tendances de survie étaient aussi similaires dans les deux types de gîtes (figure 9).



**Figure 9:** Longévité comparée des mâles et femelles d'*An. coluzzii* élevés dans les gîtes témoins et gîtes d'*Aedes* avec apport de nourriture.

#### 4. DISCUSSION

##### 4.1. Estimation du taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les eaux de gîtes d'*Aedes* et de gîtes de *Culex* en conditions de laboratoire

Les paramètres physicochimiques observés dans les différents gîtes montrent que les gîtes de *Culex* abritaient les plus mauvaises conditions de vie aquatique pour les larves d'*An. coluzzii*. Cela pourrait expliquer par le très faible taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les gîtes de *Culex*, malgré les bonnes conditions d'élevage dans l'insectarium qui a été utilisé comme lieu d'expérimentation pour cette étude. Il apparaît donc clairement que les gîtes de *Culex* ne semblent pas être idéals pour l'éclosion des œufs d'*An. coluzzii*.

Par contre, le taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* est assez bonne dans les gîtes d'*Aedes* mais encore meilleur dans les gîtes témoins avec l'eau déionisée. Mais sans apport de nourriture le taux d'éclosion des œufs d'*An. coluzzii* dans les gîtes d'*Aedes* est faible, l'apport alimentaire pourrait être à la base de l'amélioration des taux d'éclosions. Mais pour l'ensemble des gîtes les taux d'éclosion maximale sont obtenus 2 jours après le conditionnement des œufs d'*An. Coluzzii*. Cette observation a déjà été faite par beaucoup d'autres auteurs au Mali (15) et ailleurs dans le monde (16).

#### 4.2. Estimation du succès de développement des larves d'*An. coluzzii* émergés des eaux de gîtes d'*Aedes* et de *Culex* en conditions de laboratoire

Les larves d'*An. coluzzii* sont incapables de se développer dans les gîtes de *Culex* avec ou sans apport de nourriture. Cela pourrait s'expliquer par la nature des gîtes de *Culex* qui sont caractérisés par des conditions physico-chimiques très défavorables à la survie des larves d'*Anopheles coluzzii*. Ce constat confirme ce qui avait été déjà décrit par d'auteurs par rapport à la caractérisation et la description des différents gîtes appropriés pour les *Anopheles*, les *Culex* et les *Aedes*, (17) .

Par contre le développement des larves d'*An. coluzzii* bien que faible dans les gîtes *Aedes* sans apport de nourriture, s'améliore assez-bien avec un supplément alimentaire. Il semble alors que les larves d'*An. coluzzii* pourront utiliser les gîtes *Aedes* comme alternatives dans les villes si les gîtes typiques d'*Anopheles* étaient introuvables. Le constat de la présence des larves d'*Anopheles* dans certains gîtes d'*Aedes* (18) avait été fait récemment au Burkina Faso (2019) au Niger (20) et au Sénégal (21). Cela pourrait s'expliquer par le fait que certains gîtes d'*Aedes* abritent des conditions physico-chimiques tolérables par les larves d'*Anopheles* malgré que ces conditions ne soient pas optimales pour celles-ci. D'où une indication d'adaptation possible des larves d'*An. coluzzii* aux conditions de développement larvaire dans les gîtes d'*Aedes*.

Dans la présente étude, 21 % des larves d'*An. coluzzii* ont pu atteindre le stade imago. Ce qui montre qu'en terme d'importance épidémiologique, une croissance exponentielle du nombre d'*Anopheles* obtenus peut contribuer à assurer la transmission vectorielle du paludisme en milieu urbain. Malgré que le nombre d'*Anopheles* capturé en milieu urbain soit encore très faible (22) et (23). Le nombre d'épisode de paludisme au sein de la population de Bamako est souvent multiplié dans les milieux universitaires comme rapporté par (24)

#### 4.3. Estimation de la longévité des adultes d'*An. coluzzii* émergés des eaux de gîtes d'*Aedes* et de *Culex*.

Aucun imago d'*An. coluzzii* n'a pu être obtenu dans les gîtes de *Culex* avec ou sans apport de nourriture aux larves. La mortalité des larves était totale au bout de trois jours dans les gîtes de *Culex*. Par contre, des adultes d'*An. coluzzii* bien que rares ont été obtenus des gîtes d'*Aedes* sans apport alimentaire. Un supplément de nourriture améliore fortement la production d'adultes. La longévité maximale a passée de 29 jours sans alimentation à 39 jours avec un apport alimentaire. Il a été observé que les adultes d'*An. coluzzii* issus des gîtes d'*Aedes* vivraient aussi longtemps que ceux issus des gîtes témoins. Ce qui pourrait dire que les adultes d'*An. coluzzii* émergés des gîtes d'*Aedes* dans le milieu urbain, auront les mêmes chances de transmettre les pathogènes aussi longtemps que pourra faire un adulte d'*An. coluzzii* issu d'un gîte d'*Anopheles*. Ce phénomène pourrait être un comportement d'adaptation

d'*An. coluzzii* aux conditions de vie pré-imaginales (ou aquatiques) des *Aedes*. L'adaptation d'une espèce vectrice aux conditions écologiques d'une autre espèce, tout comme la substitution d'un vecteur par un autre dans une zone. Ce phénomène qui a été signalé par des chercheurs à travers le monde chez d'autres organismes comme chez les insectes (25) ; Ramas Amy Ranjan and Sinnathamby Noble Surendran).

## 5. Conclusion

Cette étude a montré qu'*An coluzzii* n'a pas la capacité de survivre dans les gîtes d'eau de *Culex*, mais il est susceptible de se développer dans les gîtes d'eau d'*Aedes* avec un faible taux de succès. Un apport alimentaire peut non seulement améliorer les conditions de vie des stades aquatiques du développement d'*An. coluzzii*, mais aussi accroître la survie des adultes.

Ces résultats peuvent être considérés comme des données préliminaires qui ont certainement besoin d'être consolidés par d'autres études à grande échelle en différentes saisons.

## References:

1. Harbach RE. The classification of genus Anopheles (Diptera : Culicidae), (2021) : a working hypothesis of phylogenetic relationships. Bull Entomol Res. Déc 2004 ; 94(6) :537-53.
2. Les anophèles (2021)] : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle- fdi :010047862-Horizon: <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010047862>
3. Coetzee M, Hunt RH, Wilkerson R, Torre AD, Coulibaly MB, Besansky NJ. (2013) : Anopheles coluzzii and Anopheles amharicus, new members of the Anopheles gambiae complex. Zootaxa. 28 févr. 2013 ;3619(3) :246-74.
4. Touré YT, Petrarca V, Traoré SF, Coulibaly A, Maïga HM, Sankaré O, et al. (1994) : Ecological genetic studies in the chromosomal form Mopti of Anopheles gambiae s.s. in Mali, West Africa. Genetica. 1 juin 1994 ;94(2) :213-23.
5. Becker RA, Janus ER, White RD, Kruszewski FH, Brackett RE. Good Laboratory Practices : Becker et al. (2010) : Respond. Environ Health Perspect. Mai 2010 ;118(5) : A194-5.
6. Carnevale P, Robert V, éditeurs (2021) : Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. Marseille : IRD Éditions ; 2017. 391.
7. OMS | Rapport sur le paludisme dans le monde 2019. WHO; 23 février 2020

- a. <http://www.who.int/malaria/publications/world-malaria-report-2019/report/fr/M>
7. OMS. Paludisme WHO. World Health Organization; [cité 10 févr 2021]. Disponible sur: <http://www.who.int/topics/malaria/fr/>
8. Carnevale P, Robert V, éditeurs (2009) : Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. IRD Éditions 10 févr 2021. <http://books.openedition.org/irdeditions/10374>.
9. Holstein MH. Biologie D (1954) : Anopheles gambiae : Am J Med Sci. Janv 1954 ;227(1) :111.
10. Klineberg E, McCall PJ, Hastings IM, Wilson MD, Amerasinghe FP, Donnelly MJ. (2005) : Malaria and Irrigated Crops, Accra, Ghana. Emerg Infect Dis. Août 2005 ;11(8) :1290-3.
11. Cussac M. Une étude sur la transmission du paludisme urbain et la nuisance culicidienne : impacts des facteurs environnementaux et sociodémographiques dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). : 2005\_2006 Mémoire.
12. Document\_573962.pdf. Cité 15 oct. 2021: [https://agritrop.cirad.fr/573962/1/document\\_573962.pdf](https://agritrop.cirad.fr/573962/1/document_573962.pdf)
13. Lehmann T, Dao A, Yaro A, Adamou A, Kassogue Y, Diallo M, et al. (2010) : Aestivation of the African Malaria Mosquito, Anopheles gambiae in the Sahel. Am J Trop Med Hyg. 1 sept 2010 ;83 :601-6.
14. Larmarange J, Yaro S, Vallo R, Msellati P, Méda N, Ferry B. (2006) : Cartographier les données des Enquêtes Démographiques et de Santé à partir des coordonnées des zones d'enquête. Chaire Quétel.
15. 16-<http://www.keneya.net/fmpos/theses/2009/med/pdf/09M05.pdf>. 15 oct. 2021.
16. Kebede TT, Svensson M, Addissie A, Trollfors B, Andersson R. (2019) : Cost-effectiveness of childhood pneumococcal vaccination program in Ethiopia : results from a quasi-experimental evaluation. BMC Public Health. 2019 ;19(1) :1-12.
17. 18- Theobald, (1905) Pajot F-X. Contribution à l'étude écologique d'Aedes (Stegomyia) simpsoni (Diptera, Culicidae): observations concernant les stades préimaginaux. :18.
18. Badolo A, Bionomics of Aedes aegypti. dengue vector in urban, semi-urban and rural localities during the 2016 and 2017 outbreak in Burkina Faso. Jan. 21. Sahel Aedes Mosquito Research Network virtual meeting. Princeton University, NJ, USA.
19. Maiga A A, Resistance of Aedes aegypti to insecticide in Niger first report of V10161, FI534C and V419L, kdr mutation associated to pyrethroid resistance. Jan. 21. Sahel Aedes Mosquito Research Network virtual meeting. Princeton University, NJ, USA.

20. Sylla M. Geographic distribution of the two subspecies of *Aedes aegypti* s.l. in Senegal. Jan. 21. Sahel Aedes Mosquito Research Network virtual meeting. Princeton University, NJ, USA.
21. Coulibaly B. Yaro, A S, Traoré A, Ballo S, Kone S.I., Koumare S, Sidibe S, Sanogo Z. L, Diallo C T, Sodio B et Doumma A. Transmission vectorielle du paludisme en zones urbaine et péri-urbaine du District de Bamako. 2020. Communication Journée Scientifique DER Biologie FST-USTTB, Bamako, Mali
22. Poudiogo J. Etude de la nuisance des moustiques en milieu universitaire de la Faculté des Sciences et Techniques. 2021. Mémoire de master entomologie parasitologie FST-USTTB, Bamako, Mali.
23. Samake D. Mesure de prévention et de traitement du paludisme en milieux universitaires de Bamako. 2021. Mémoire de master entomologie parasitologie FST-USTTB, Bamako, Mali.
24. ZHONG A, Kun LI, Dejuan LI. (2011) : Research on Risks of Clean Technologies Introduction Under CDM Mechanism. Manag Sci Eng. 2011 ;5(3) :27-31.





ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Perceptions des risques climatiques dans la zone soudanienne du Bénin: Cas des producteurs de maïs du Département de Borgou**

*Houéfa Valerie Sounouke Msc,*

Département de la climatologie et du changement climatique, Agence Nationale de la Météorologie du Bénin METEOBENIN, Cotonou Bénin

*Coovi Mandela Mahuwetin Hounnibo Ing,*

Département de l'Agrométéorologie, Agence Nationale de la Météorologie du Bénin METEOBENIN, Cotonou Bénin

*Joseph Bessou Ing,*

Département de l'Agrométéorologie, Agence Nationale de la Météorologie du Bénin METEOBENIN, Cotonou Bénin

*Ibouraïma Yabi Pr, Dr*

Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université d'Abomey Calavi, Calavi Bénin

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p212](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p212)

Submitted: 03 February 2022

Accepted: 03 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Valérie Sounouke, H., Mahuwetin Hounnibo, CM, Bessou, J., & Yabi, I., (2022). *Perception des risques climatiques dans la zone soudanienne du Bénin: Cas des producteurs de maïs du département du Borgou*. European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 212.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p212>

### **Résumé**

L'agriculture Béninoise, essentiellement pluviale, fait face aux effets néfastes des changements climatiques. Cette étude vise à appréhender les perceptions qu'ont les producteurs de maïs du département du Borgou de la variabilité et des changements climatiques. L'étude a été menée sur un échantillon aléatoire de 278 producteurs de maïs dans le département du Borgou au Bénin afin de répertorier les risques climatiques majeurs perçus par ces producteurs. Des questions fermées et ouvertes ont été adressées aux agriculteurs afin de recueillir leurs connaissances sur le climat local, le changement climatique et les risques climatiques tels qu'ils les perçoivent. Des tris à plat, des analyses croisées avec le test d'indépendance de Chi-deux

au seuil de significativité de 5% et l'analyse factorielle des correspondances ont été appliquées sur les données d'enquête dépouillées. Il ressort que l'insuffisance des pluies, la récurrence des fortes pluies, le démarrage tardif des pluies, la fin précoce des saisons des pluies, les séquences sèches longues, les vents violents, les jours et les nuits extrêmement chauds sont les risques majeurs auxquels plus de 55% des producteurs du Borgou sont confrontés. Toutefois, ces risques sont perçus à des degrés globalement différents selon les Communes, en dépit des quelques similitudes que l'analyse des correspondances factorielles a permis de révéler entre certaines d'entre elles. Les activités socio-professionnelles et la modification des calendriers agricoles sont les recours pour la résilience des communes aux effets néfastes des changements climatiques.

---

**Mots clés :** Borgou, Nord-est Bénin, risques climatiques, perceptions, producteur de maïs, résilience

## **Perceptions of climate risks in the Sudanian zone of Benin: Case of maize farmers in the District of Borgou**

*Houéfa Valerie Sounouke Msc,*

Département de la climatologie et du changement climatique, Agence Nationale de la Météorologie du Bénin METEOBENIN, Cotonou Bénin

*Coovi Mandela Mahuwetin Hounnibo Ing,*

Département de l'Agrométéorologie, Agence Nationale de la Météorologie du Bénin METEOBENIN, Cotonou Bénin

*Joseph Bessou Ing,*

Département de l'Agrométéorologie, Agence Nationale de la Météorologie du Bénin METEOBENIN, Cotonou Bénin

*Ibouraïma Yabi Pr, Dr*

Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université d'Abomey Calavi, Calavi Bénin

---

### **Abstract**

Beninese agriculture, which is essentially rainfed, is facing the adverse effects of climate change and its extremes. This study aims to understand the perceptions that maize producers in the district of Borgou have of climate variability and change. The study was conducted on a random sample of 278 maize farmers in the district of Borgou in Benin in order to identify the major climatic risks perceived by these farmers. Closed and open questions were addressed to farmers about their agricultural activities, their knowledge of the local climate, climate change and perceived climate risks. Flat sorting, cross-

analysis with the Chi-square test of independence at the 5% significance level and factorial analysis of correspondences were applied to the analyzed survey data. It appears that the insufficiency of rainfall, the recurrence of heavy rains, the late onset and the early cessation of the rainy season, the long dry spells, the violent winds, extremely hot days and nights are the major risks to which more than 55% of Borgou farmers are confronted. However, these risks are perceived to different degrees from one municipality to another, although there are similarities between certain municipalities revealed by the factorial analysis of correspondences. Socio-professional activities and the modification of agricultural calendars are the means to be resilient to the adverse effects of climate change.

---

**Keywords:** Borgou, north east, climate risks, perceptions, maize farmers, resilience.

## Introduction

Le changement climatique représente une menace de plus en plus perceptible par les ménages ruraux d'Afrique subsaharienne vivant principalement de l'exploitation des ressources naturelles (Kaboré, 2019). Le Bénin n'est pas épargné par les effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques qui affectent son agriculture et son économie (Paturel et al., 1995; Boko et al., 2012). Le secteur de l'agriculture est dominé par plusieurs spéculations saisonnières comme le coton, le maïs, le manioc, l'igname et le sorgho. Il contribue pour environ 75% aux recettes d'exportation de produits locaux, 35% au Produit Intérieur Brut (PIB) et emploie plus de 70% de la population active (AGVSA, 2017). Selon Boko et al., (2012), le secteur de l'agriculture est exposé aux impacts négatifs de la variabilité et du changement climatique. Paeth et al., (2008) estiment une réduction de 5 à 20% des rendements pour des cultures qui sont différemment impactées par les changements climatiques au Bénin. La connaissance et la prise en compte des perceptions paysannes sont nécessaires et déterminantes dans l'identification des mesures d'adaptations de l'agriculture locale (Agossou et al., 2012 ; Oloukoi et al., 2019). La présente étude porte sur : « Les perceptions paysannes des risques climatiques dans la partie Nord du Bénin : cas du département de Borgou » et vise à appréhender les perceptions des producteurs du maïs du département du Borgou de la variabilité et les changements climatiques.

Le choix du département de Borgou se justifie par le fait qu'il constitue l'un des bassins agricoles du Bénin ou environ 66% de la population pratiquent l'agriculture dont principalement la culture de maïs (RGPH4-INSAE, 2016). En effet, il est l'une des treize filières prioritaires retenues dans le Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole (PSRSA) et occupe une place de

choix dans le Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (MAEP, 2011).

## Matériel et méthodes

### Zone d'étude

Le département de Borgou, l'un des douze que compte le pays, est compris entre 8°50' et 10°60' de latitudes Nord ; et entre 1°54' et 3°60' de longitudes Est (fig 1). Il s'étend sur une superficie de 25 856 km<sup>2</sup> (23% du territoire national) dont 54% de terres cultivables. Il est subdivisé en huit (8) communes : Kalalè, N'dali, Pèrèrè, Nikki, Sinendé, Bembèrèkè, Parakou et Tchaourou. Les sols sont de types ferrugineux tropicaux plus ou moins sableux (Azontondé, 1991). La végétation du Borgou est luxuriante. C'est une savane à physionomie diversifiée où la densité des arbres diminue vers le Nord (RGPH3-INSAE, 2004).

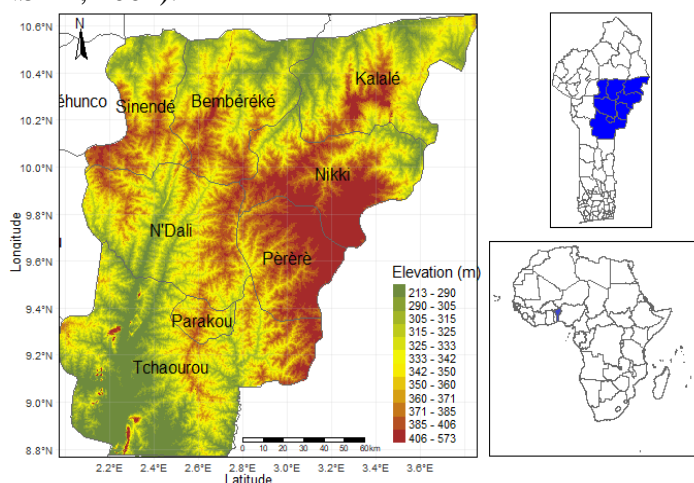
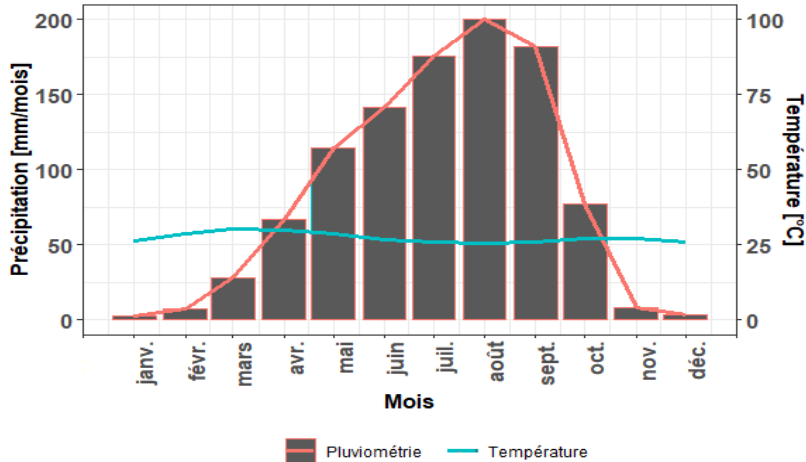


Figure 1 : Carte du département de Borgou.

Par sa position géographique, le département de Dorgou a un climat soudanien à régime pluviométrique unimodal caractérisé par une saison sèche et une saison humide. En référence à la période 1981-2010, la pluviométrie moyenne annuelle est de 1005 mm par an. La saison des pluies commence en avril et dure sept (7) mois environ. Les mois les plus pluvieux sont : Juillet-Août-Septembre (JAS). La température moyenne annuelle est de l'ordre de 27,3°C, avec des maxima de plus de 30°C en mars et avril et des minima en décembre-janvier (fig 2).



**Figure 2 : Courbe ombrothermique de la station synoptique de Parakou sur la période (1981-2010).**

**Collecte des données**

Les données qualitatives et quantitatives ont été recueillies auprès des producteurs de maïs du département de Borgou, à l'aide d'une fiche d'enquête individuelle structurée. En outre, un questionnaire a été soumis en focus-group ainsi qu'un guide d'entretien conçu pour recueillir les perceptions des Agents Territoriaux pour le Développement Agricole (ATDA) et des autres services techniques intervenant dans les filières agricoles au sein du département. L'échantillon a été déterminé sur la base de l'effectif des ménages agricoles du département. La formule de Cochran (1977), particulièrement appropriée dans les situations avec de grandes populations, est utilisée comme suit :

$$n_0 = \frac{Z^2pq}{e^2} \text{Equation 1}$$

Où e (=10%) est le niveau de précision souhaité ou la marge d'erreur, p est la proportion (estimée) de la population qui a l'attribut en question et q = 1 - p. La valeur z= 1,65 est trouvée dans la table de Z.

Au total, 278 producteurs de maïs constitués de 86,5% d'hommes et de 13,5% de femmes et âgés de 45 à 90 ans ont été enquêtés.

**Analyse statistique des données d'enquête**

Des tris à plat, des analyses croisées avec le test d'indépendance de Chi-deux entre les variables au seuil de significativité de 5% et l'analyse factorielle des correspondances (AFC) ont été appliquées sur les données d'enquête dépouillées. L'analyse factorielle des correspondances est complétée par une analyse de classification ascendante hiérarchique (CAH) qui a permis d'apporter des détails complémentaires.

**Résultats**

### Pratiques culturelles des producteurs de maïs

Parmi les enquêtés, 64,5 % s'adonnent uniquement à l'agriculture, 18,3 % associent l'agriculture à l'élevage (bovin, ovin, volailles...) et 17,2% l'associent à des activités secondaires comme la chasse et la pêche, le commerce et le transport qui sont plus développées à Bembèrèkè, N'dali, Tchaourou et Parakou.

Il ressort des réponses des personnes enquêtées que le maïs est essentiellement cultivé en culture pure (84,5%) et la variété la plus cultivée est la variété locale QPM-FAABA (84,5%). Les personnes enquêtées (70,9%) cultivent des variétés à cycle moyen et 20,5% des variétés à cycle long. Très peu de producteurs (6,8%) traitent leur semence avant de semer et 45,3% traitent leurs cultures après une attaque des ennemis de cultures (fig 3).

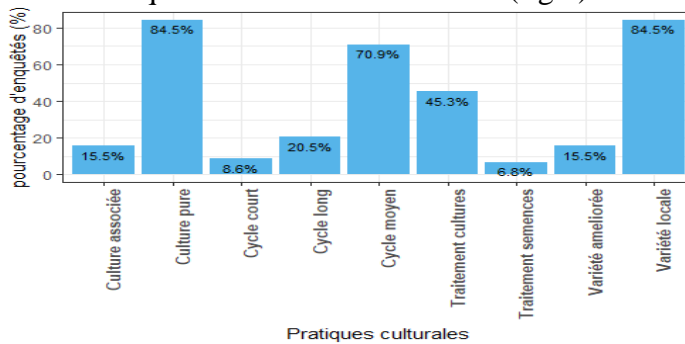


Figure 3: Pratiques culturelles des exploitants agricoles enquêtés dans le département de Borgou au Bénin

Le test d'indépendance de Chi-deux ne montre aucune différence significative ( $p$ -value = 0.9999927) entre les pratiques culturelles déployées dans les différentes Communes. Cependant, grâce à l'AFC et au CAH quelques particularités ont été identifiées (Fig 4).

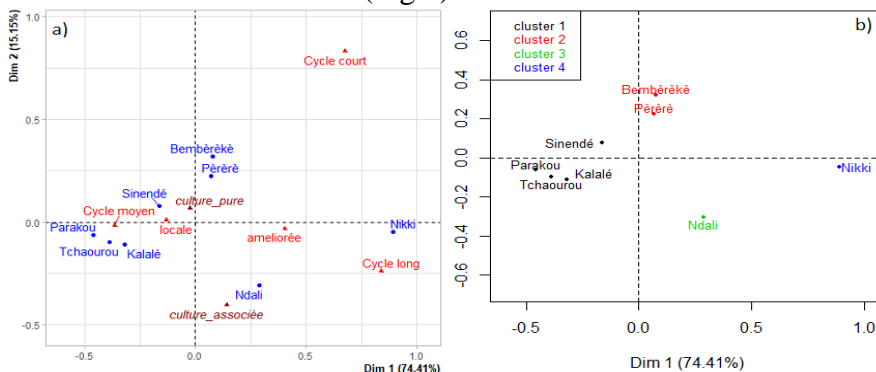
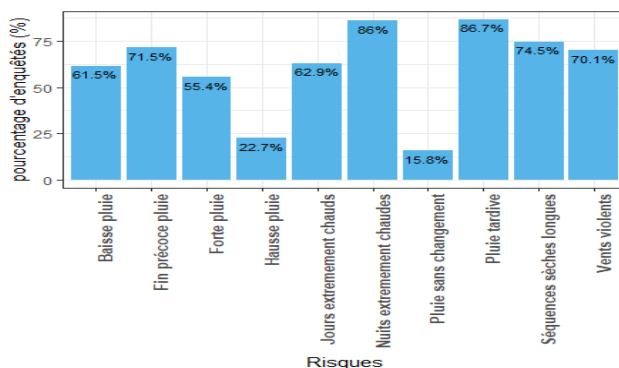


Figure 4 : Analyse factorielle des correspondances (a) et classification ascendante hiérarchique (b) des pratiques culturelles en fonction des communes du département de Borgou.

Les Communes de Sinendé, Parakou, Tchaourou et Kalalé présentent une ressemblance du point de vue types de semence et types de cycle de cultures (variété locale et cycle moyen). Quant à la commune de Nikki, elle est plutôt caractérisée par l'utilisation prédominante de variétés à cycle long. Les producteurs des Communes de Pèrèrè et de Bembèrèkè font majoritairement de la culture pure de maïs, contrairement à ceux de N'dali qui, pour la plupart, associent d'autres cultures au maïs. Actuellement, 50.4% des producteurs enquêtés emblavent des superficies comprises entre 0 et 05 ha.

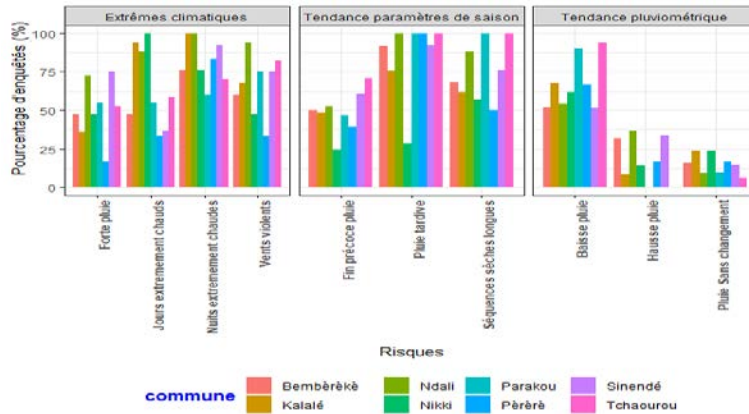
### ***Perceptions de la variabilité et du changement climatique***

Le département de Borgou est confronté à plusieurs risques climatiques (fig 5). Cette figure montre que plus de 50 % des personnes enquêtées sont unanimes sur l'existence des risques liés notamment à : la baisse des pluies, la récurrence des fortes pluies causant des inondations et détruisant les cultures, la tardiveté du démarrage des pluies, la fin précoce des saisons des pluies ainsi qu'aux jours et nuits extrêmes chauds, aux vents violents et aux séquences sèches longues favorisant la pullulation de nuisibles des cultures. Parmi ces facteurs de risques, seuls le démarrage tardif de la saison des pluies, la fin précoce de la saison, les séquences sèches longues et les nuits extrêmement chaudes sont perçus par plus de 70 % des personnes enquêtées.



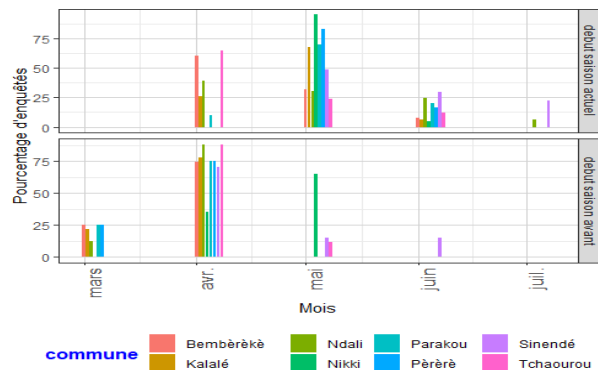
**Figure 5 : Perceptions des enquêtés des risques climatiques les plus fréquents dans le département de Borgou au Bénin.**

A l'échelle communale, la baisse de la pluviométrie, les nuits extrêmement chaudes et les séquences sèches longues sont perçues par plus de 50 % des personnes enquêtées (fig 6).



**Figure 6 : Perceptions des enquêtés des risques climatiques selon les communes du département de Borgou au Bénin.**

La figure 7 montre la perception des enquêtés sur la date de démarrage de la saison des pluies dans le passé et actuellement. Dans les communes de Bembèrèkè, Kalalé, Parakou et Pèrèrè, environ 25% des enquêtés estiment que par le passé, la saison des pluies démarrait en mars, par contre 50 à plus de 75% de la quasi totalité des enquêtés des huit communes pensent qu'elle démarrait en avril. Dans la commune de Nikki plus de 50% des enquêtés perçoivent le démarrage en mai. De nos jours, plus de 50% des enquêtés dans les Communes de Bembèrèkè et Tchaourou estiment que la saison des pluies démarre en avril et plus 50 à plus de 75% des enquêtés des communes de Kalalé, Nikki, Parakou et Pèrèrè perçoivent plutôt le démarrage en mai.

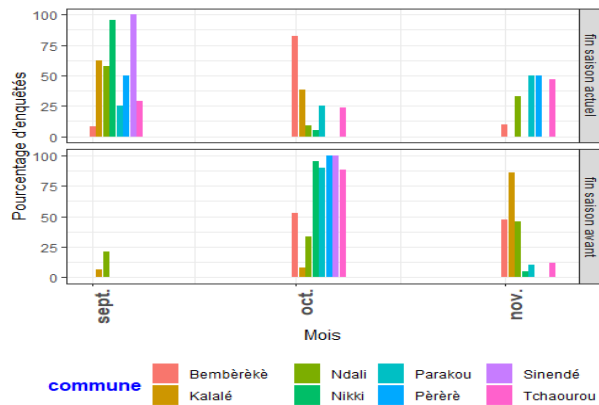


**Figure 7 : Perception des enquêtés de la date de démarrage de la saison des pluies dans le passé et actuellement, dans le département de Borgou.**

En ce qui concerne la fin de la saison pluvieuse, plus de 25 % à 75% des enquêtés estiment que, dans le passé, elle intervenait pendant les mois d'octobre et novembre. De nos jours, plus de 50 % des enquêtés des communes



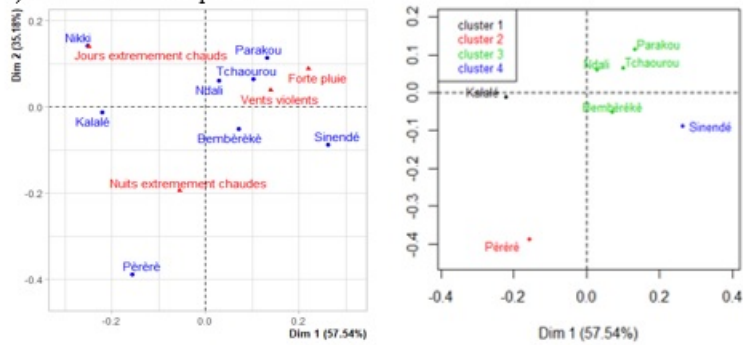
de Kalalé, Nikki, N'dali, Sinendé et Pèrèrè perçoivent que la saison prend fin en septembre et, en octobre dans la commune de Bembèrèkè (fig 8)



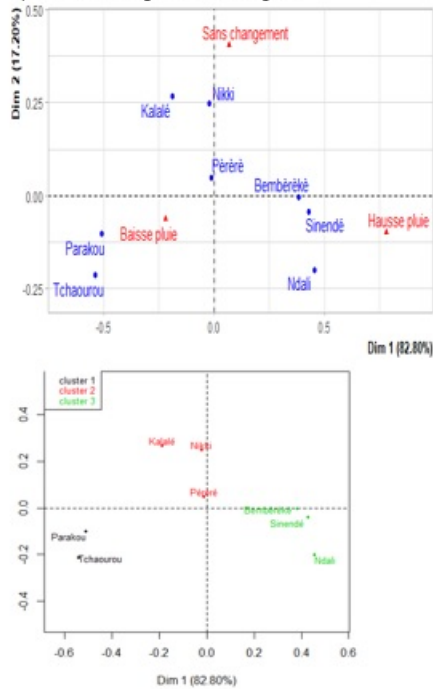
**Figure 8 : Perception des enquêtés de la date de fin de saison des pluies dans le passé et actuellement, dans le département de Borgou**

Selon le test d'indépendance de Chi-deux , il n'y a pas de différence significative ( $p\text{-value} = 0.995$ ) dans la perception des risques climatiques d'une Commune à une autre. Toutefois, l'AFC et l'ACH révèlent quelques particularités (fig 9). Pour ce qui concerne les extrêmes climatiques (fig 9a), les communes de Parakou, Tchaourou, N'dali et Bembèrèkè sont plus exposées aux fortes pluies et aux vents violents. La commune de Nikki est plus exposée aux jours extrêmement chauds. Quant aux tendances pluviométriques (fig 9b), elles, montrent une hausse des pluies dans les communes de Sinendé et N'dali et une baisse dans celles de Parakou et Tchaourou. Des séquences sèches longues sont observées à Parakou et à Nikki. Une fin de saison précoce est plus fréquentes à Sinendé (fig 9c).

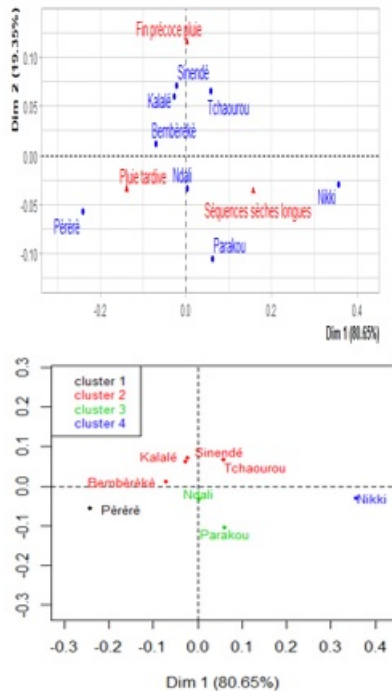
a) Extrêmes climatiques



b) Tendances pluviométriques



c) tendance des paramètres agroclimatiques



**Figure 9 : Analyse factorielle des correspondances sur les perceptions des risques climatiques selon les Communes**

## Discussion

### *Pratiques culturelles des exploitants agricoles enquêtés*

Les ménages agricoles enquêtés pratiquent majoritairement la culture pure de maïs (64.5%) et adoptent principalement la variété locale à cycle moyen qui est facile d'accès. Cette variété peut être obtenue sur les marchés (Baco et *al.*, 2011), dans les anciens stocks des producteurs, dans les fermes, dans les cellules communales de l'ATDA et au niveau des Organisations Non Gouvernementales (ONGs). Quant aux variétés améliorées, les producteurs les obtiennent (en stock restreint) au niveau des cellules communales. Pour les obtenir, les producteurs de Kalalé signalent qu'il faut être en contact permanent avec les conditionneurs ou se déplacer par exemple vers Kika, à Tchaourou. C'est aussi l'avis de la majorité des producteurs des Communes de Sinegdé, Parakou et Tchaourou. Aussi, les producteurs de la Commune de N'dali ont une propension à associer à la culture de maïs d'autres espèces comme le soja, l'igname, le coton et le niébé. Dans ce sens, Baco et *al.*, (2011) avaient remarqué que les pratiques culturelles les plus courantes dans le Nord Bénin sont basées sur l'association des espèces végétales.

Par ailleurs, la faiblesse des récoltes dans le département de Borgou, peut s'expliquer par la pauvreté des sols et les dommages fréquemment créés aux cultures par la verse des tiges, les foreurs de tiges, les criquets pèlerins,

les chenilles légionnaires, les maladies défoliatrices et les prédateurs tels que les singes (*Erythrocebus patas*) et les perdrix (*Perdix perdix*). La quasi-totalité des ménages ont affirmé qu'aujourd'hui les terres ont perdu leur niveau de fertilité d'entre temps, mais l'apport des fertilisants minéraux est possible à travers les stocks disponibles à l'Association Interprofessionnelle de coton (AIC). Outre la baisse de la fertilité des sols, Baco et *al.*, (2011) ont montré que la faible productivité peut aussi s'expliquer par l'utilisation de cultivars inappropriés, les dégâts des ravageurs de cultures, la sécheresse, la hausse des prix des intrants et les dégâts causés par les animaux en divagation. Pour Kombienou et *al.*, (2020), cette faible productivité s'explique par le non-respect des doses d'engrais chimiques, les pratiques culturales inappropriées l'exploitation prolongée des mêmes terres qui entraîne une dégradation poussée des sols.

### ***Perceptions des producteurs de la variabilité et du changement climatique***

Il ressort des enquêtes que les risques climatiques les plus fréquents dans la zone d'étude sont principalement la baisse des pluies, la hausse des températures, les séquences sèches longues, le démarrage tardif des pluies, la fin précoce de la saison des pluies ainsi que de fortes pluies occasionnant des inondations. Dans les communes concernées par cette étude, plus de 75% des personnes enquêtées ont attesté que la saison pluvieuse démarre de plus en plus tardivement par rapport au passé et, plus de 50% sont unanimes que la fin de la saison des pluies est de plus en plus précoce. Aussi, la majorité des ménages enquêtés ont affirmé que ces derniers temps, il fait plus chaud (pendant la journée et la nuit) et les inondations sont plus fréquentes pendant la saison des pluies. Ces risques concordent avec ceux mentionnés dans PANA-BENIN, (2008) et ceux identifiés par Hounkponou et *al.*, (2009), Agossou et *al.*, (2012), Houngnibo et *al.*, (2018) et Idrissou et *al.*, (2020). Selon ces derniers, dans la zone Nord les risques climatiques sont essentiellement liés aux pluies tardives et excessives occasionnant des inondations, à l'arrêt précoce des pluies, aux vents violents, à la mauvaise répartition spatiotemporelle des pluies, aux séquences sèches longues et à la hausse des températures. Akponikpè et *al.*, (2010) ont révélé que le démarrage tardif des pluies, l'arrêt précoce de saison des pluies, l'augmentation du nombre de jours chauds, les séquences sèches longues et les événements pluviométriques extrêmes sont les principaux risques climatiques signalés par une forte proportion d'agriculteurs. Par ailleurs, Gnanglè et *al.*, (2011) soutiennent que les producteurs de maïs ressentent les effets de l'augmentation des températures, de la baisse de la pluviométrie, des vents violents, des inondations, de l'apparition de nouveaux ravageurs et maladies et du raccourcissement de la durée de la saison des pluies sur les rendements des cultures. Les résultats des travaux de Idrissou et *al.*, (2020) sur la perception

du changement climatique par les éleveurs de bovins dans le Nord Bénin montrent que plus de 70 % des éleveurs ont aussi perçu la tendance à l'installation tardive de la saison pluvieuse, à l'augmentation de la température et au prolongement de la durée des poches de sécheresse. Les communes exposées à ces multiples risques climatiques verront leurs rendements agricoles varier de façon considérable. Les projections faites par le PAS-PNA (2019) dans le nord Bénin révèlent que les rendements annuels connaîtront une diminution pouvant aller jusqu'à 30% pour le maïs et 20% pour le coton, avec des disparités entre modèles climatiques.

## Conclusion

La présente étude a permis de comprendre les perceptions qu'ont les producteurs de maïs des risques climatiques, dans le département du Borgou. Il ressort que la baisse de la pluviométrie, la récurrence des fortes pluies, le démarrage tardif des pluies, la fin précoce des saisons des pluies, les séquences sèches longues et les vents violents sont les principaux facteurs de risques perçus par les personnes enquêtées. À ces facteurs de risques climatiques s'ajoutent le réchauffement climatique perçu par les producteurs, à travers les jours et nuits qui deviennent de plus en plus chauds. Toutefois, il y a quelques particularités entre les communes concernées par l'étude. En effet, les fortes pluies occasionnant des inondations et les vents violents sont plus perçus dans les Communes de Parakou, Tchaourou, N'dali et Bembèrèkè où la tendance globale de la pluviométrie est paradoxalement en baisse. Les séquences sèches sont plus longues à Parakou et à Nikki. Quant à la fin de la saison des pluies, elle est plus précoce à Sinendé. Ces facteurs de risques climatiques sont à l'origine d'autres risques en agriculture. Il s'agit notamment de la verse des cultures et de la pullulation de nuisibles comme les insectes foreurs de tiges, les criquets pèlerins, les chenilles légionnaires et les parasites défoliateurs. Au regard de ces tendances, l'on peut donc estimer que l'agriculture est confrontée à plusieurs risques climatiques, dans le département de Borgou. Face à tous ces risques climatiques certains producteurs font recours aux méthodes d'association de cultures, d'association de l'agriculture à l'élevage et au développement d'autres activités secondaires comme la chasse, la pêche, le transport, le commerce, etc.

## References:

1. Agossou, D. S. M., Tossou, C. R., Vissoh, V. P. & Agbossou, K. E. (2012). *Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois*. African Crop Science Journal, Vol. 20, Issue Supplement s2, pp. 565 - 588 ISSN 1021-9730/2012.

2. AGVSA, (2017). *République du Bénin, Analyse Globale de la Vulnérabilité et la Sécurité Alimentaire* AGVSA. Rapport technique. Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies, PAM-Bénin/Togo, INSAE-Bénin, MAEP, Cotonou, Bénin.164p.
3. Akponikpè, P. B. I., Johnston, P. & Agbossou E. K. (2010). *Farmers' perception of climate change and adaptation strategies in SubSaharan West-Africa*. ICID+18, 2nd International Conference: Climate, Sustainability and Development in Semi-arid Regions August 16 - 20, 2010, Fortaleza - Ceará, Brazil.
4. Azontondé, H. A. (1991). Propriétés physiques et hydrauliques des sols au Bénin. In *Soil Water Balance in the SudanoSahelian Zone*, number 199 Niamey : IAHS
5. Baco, M. N., Abdoulaye, T., Sanogo D., & Langyintuo, A. (2010). *Caractérisation des ménages producteurs de maïs en zone de savane sèche au Bénin*. Rapport pays— Enquête-ménage – Benin. IITA Ibadan, Nigeria 38 pp.
6. Boko, M., Kosmowski, I. F. et Vissin, E. W. (2012). *Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin : Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest*. Konrad-Adenauer-Stiftung, 72 p.
7. Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques (3rd ed.)*. Professor of statistics, Emeritus Havarduniversity. John Wiley & Sons, New York. Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore. 442p.
8. Gnanglè, C. P., GlèlèKakaï, R., Assogbadjo, A. E., Vodounnon, S., Afouda, Yabi, J. & Sokpon, N. 2011. *Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin*. Climatologie, (Volume 8):27–40. <https://doi.org/10.4267/climatologie.259>
9. Houngnibo, T. K., Amoussou, E. & Totin Vodounon, H. S. (2018). *Vulnérabilité des activités pastorales à la variabilité hydroclimatique à Founougo dans la commune de Banikoara*. Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron. Juin 2018; Vol.8 (No.1) : 65-76
10. Hounkponou, K.S., Bokonon-Ganta, E., Nouatin, G., Gngangassi, C., & Ahounou, M. (2009). *Changements climatiques au Bénin: vulnérabilité et stratégies d'adaptation*. Agridape 24(4) :8–10.
11. Idrissou, Y., Seidou, A. A., Tossou, F. M., Worogo, H. S. S., Baco, M. N., Adjassin, J. S., Assogba, B. G. C. & Traore, I. A. (2020). *Perception du changement climatique par les éleveurs de bovins des zones tropicales sèche et subhumide du Bénin : comparaison avec les données météorologiques*. Vol. 29 (No.1): 1-9 <https://doi.org/10.1051/cagri/2019032>
12. INSAE, (2004). *Cahier des villages et quartiers de ville du département du Borgou (RGPH-3, 2004)*. Mai 2004. 23p

13. INSAE, (2016). *Principaux indicateurs socio-démographiques et économiques (RGPH-4, 2013)*. février 2016. 25p
14. INSAE, (2016). *Cahier des villages et quartiers de ville du département du Borgou (RGPH-4, 2013)*. Août 2016. 29p.
15. Kabore, P., Barbier, B., Ouoba, P., Kiema, A., Some, L. & Ouedraogo, A. (2019). *Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du centre-nord du Burkina-Faso*. Vertigo: la revue électronique en sciences de l'environnement, 19 (1).
16. Kombienou P. D., Toko I. I., Dagbenonbakin G. D., Mensah G. A., & Sinsin B. A. (2020). Impacts socio-environnementaux des activités agricoles en zone de montagnes au Nord-Ouest de l'Atacora au Bénin. *Journal of Applied Biosciences* 145: 14914 - 14929 ISSN 1997-5902
17. MAEP, (2011). *Plan stratégique de relance du secteur agricole au Bénin (version finale)*. Rapport technique, Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche de la République du BENIN 108p.
18. Oloukoi, J., Yabi, I., Christophe, S. & Houssou, C. S. (2019). *Perceptions et stratégies paysannes d'adaptation à la variabilité pluviométrique au Centre du Bénin*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences (IJBCS)*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(3): 1366-1387, June 2019 ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print). DOI: [10.4314/ijbcs.v13i3.13](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.13)
19. Paeth, H., Capo -Chichi, A. & Endlicher, W. (2008). *Climate change and food security in tropical west africa—a dynamic-statistical modelling approach*. *Erdkunde*, pages 101–115.
20. PANA, (2008). *République du Bénin, analyse globale de la vulnérabilité et la sécurité alimentaire*. Rapport technique, Ministère de l'environnement et de la protection de la nature, PNUD 81p
21. PAS-PNA, (2019). *Étude de vulnérabilité sectorielle face aux changements climatiques au Bénin : secteur Agriculture*. Rapport technique, ministère du cadre de vie et du développement durable, 101p.
22. Paturel, J.-E., Servat, É., Kouamé, B., Boyer, J.-F., Lubes, H. & Masson, J.-M. (1995). *Manifestations de la sécheresse en Afrique de l'ouest non sahélienne. Cas de la côte d'ivoire, du togo et du Bénin*. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 6(1):95–102.
23. Pomalegni, S. B. C., Ahoyo Adjovi, N. R., Kpadé, C. P., Gbemavo, D. S. J. C., Allagbé, C. M., Adjanohoun, A., & Mensah, G. A. (2019). *Capitalisation des études et autres travaux sur les chaînes de valeur du maïs au Bénin*. Document Technique et d'Informations (DT&I). CNSMaïs, INRAB, ProCAD, MAEP, PPAAO/WAAPP, Bénin. Dépôt légal N° 11236 du 29 avril 2019, 2ème Trimestre, Bibliothèque

Nationale (BN) du Bénin. ISBN : 978-99919-75-87-0. En ligne (on line) sur le site web : <http://www.slire.net>. 419 pages.





ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Bilan D'activités De 10 Ans De Pratique D'endoscopie Urologique Au Niger : Résultats, Défis Et Perspectives**

*Halidou, M.,*

*Kodo, A.,*

Service d'urologie, Hôpital National de Zinder/Niger

*Diongolé, H.,*

Service de néphrologie de l'Hôpital National de Zinder, Niger

Faculté des sciences de la santé, Université de Zinder, Niger

*Zakou, A.R.H.,*

Service d'urologie, Hôpital National de Zinder/Niger

*Adamou, H.,*

Service de chirurgie générale B, Hôpital National de Zinder

Faculté des sciences de la santé, Université de Zinder, Niger

*Douchthi, M.,*

Service des maladies infectieuses, Hôpital National de Zinder

*Amadou S.,*

Service d'urologie, Hôpital National Lamordé/Niger

Faculté des sciences de la santé, Université de Zinder, Niger

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p228](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p228)

Submitted: 03 March 2022

Accepted: 23 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Halidou, M., Kodo A., Diongolé, H., Zakou, A.R.H., Adamou, H, Douchthi, M., & Amadou S., (2022). *Bilan D'activités De 10 Ans De Pratique D'endoscopie Urologique Au Niger : Résultats, Défis Et Perspectives* European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 228.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p228>

### **Résumé**

**But:** Rapporter les résultats de la pratique d'endoscopie urologique au Niger, recenser les défis et annoncer les perspectives.

**Matériels et Méthodes :** Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective allant du 1er janvier 2010 au 31 décembre 2019 portant sur les dossiers des patients ayant bénéficié de procédures endoscopiques urologiques. L'étude s'est déroulée sur quatre sites du pays qui disposaient de matériel endoscopique urologique. Les paramètres sont : les caractéristiques

sociodémographiques des patients, le type de procédure endoscopique, les indications, les résultats.

**Résultat:** Au total 5806 gestes chirurgicaux dont 535 procédures endoscopiques ont été réalisés sur la période d'étude. Treize (13) dossiers incomplets ont été exclus. Les activités endoscopiques constituaient 9,21% de l'ensemble des activités chirurgicales. L'âge moyen des patients était de 49,60 ans avec un écart type de 18,15 et la tranche d'âge [41-60 ans] était la plus représentée avec 36,21%. Le sexe ratio était de 2,4 en faveur de l'homme. L'endoscopie était diagnostique dans 90,04%. L'urétrocystoscopie était la procédure la plus pratiquée (88,70%) suivie de l'urétrotomie interne endoscopique (UIE) (4,21%). La résection trans urétrale de la prostate (RTUP) et la résection trans urétrale de la vessie (RTUV) représentaient respectivement 0,96% et 1,34%. Les principales indications de l'urétrocystoscopie étaient l'hématurie avec 245 cas soit 52,91% suivie des SBAU avec 113 cas soit 24,40%. Les résultats de l'urétrocystoscopie étaient dominés par les tumeurs de vessie (31,10%); l'hypertrophie prostatique (17,71 %).

**Conclusion :** L'urétrocystoscopie domine la pratique de l'endoscopie au Niger. Le véritable problème demeure le manque de matériels d'où la nécessité d'équiper les différents services d'urologie du pays.

---

**Mots clés :** Endoscopie, cancer de vessie, hématurie, Bilharziose, cystoscopie

## **Review of 10 Years of Urological Endoscopy Practice in Niger: Results, Challenges, and Perspectives**

*Halidou, M.,*

*Kodo, A.,*

Service d'urologie, Hôpital National de Zinder/Niger

*Diongolé, H.,*

Service de néphrologie de l'Hôpital National de Zinder, Niger

Faculté des sciences de la santé, Université de Zinder, Niger

*Zakou, A.R.H.,*

Service d'urologie, Hôpital National de Zinder/Niger

*Adamou, H,*

Service de chirurgie générale B, Hôpital National de Zinder

Faculté des sciences de la santé, Université de Zinder, Niger

*Douchi, M.,*

Service des maladies infectieuses, Hôpital National de Zinder

*Amadou S.,*

Service d'urologie, Hôpital National Lamordé/Niger

Faculté des sciences de la santé, Université de Zinder, Niger

---

## Abstract

**Aim:** To report the results of the practice of urological endoscopy in Niger, identify the challenges, and to announce the prospects.

**Materials and Methods:** This is a retrospective descriptive study from January 1, 2010 to December 31, 2019 on the records of patients who underwent urological endoscopic procedure. The study took place at four sites across the country that had urologic endoscopic equipment. The parameters studied were: the sociodemographic characteristics of the patients, the type of endoscopic procedure, the indications, and the results.

**Results:** A total of 5,806 surgical procedures, including 535 endoscopic procedures, were performed over the study period. Thirteen (13) incomplete files were excluded. Endoscopic activities constituted 9.21% of all surgical activities. The mean age of the patients was 49.60 years with a standard deviation of 18.15 and the age group [41-60 years] was the most represented with 36.21%. The sex ratio was 2.4 in favor of the male. Endoscopy was diagnostic in 90.04%. Urethrocystoscopy was the most frequently performed procedure (88.70%) followed by endoscopic internal urethrotomy (EIU) (4.21%). Transurethral resection of the prostate TURP and transurethral resection of the bladder (TURB) accounted for 0.96% and 1.34%, respectively. The main indications for urethrocystoscopy were hematuria with 245 cases (52.91%), followed by lower urinary tract symptoms (LUTS)

with 113 cases (24.40%). Urethrocystoscopy findings were dominated by bladder tumors (31.10%) and prostatic hypertrophy (17.71%).

**Conclusion:** Urethrocystoscopy dominates the practice of endoscopy in Niger. The real problem remains the lack of materials. Hence, there is the need to equip the various urology services in the country.

---

**Keywords:** Endoscopy, bladder cancer, hematuria, Bilharziosis, cystoscopy

## Introduction

L'endoscopie en urologie regroupe l'ensemble des techniques mini-invasives utilisées pour explorer et traiter certaines pathologies de l'appareil urinaire au moyen d'un équipement optique appelé endoscope. Elle domine la pratique de l'urologie dans les pays développés.

En France, sur 23 162 interventions réalisées pour lithiases urinaires en 30 ans, l'urétéroscopie est passée de 4,4 % (18/410) des actes en 1985 à 76 % (814/1071) en 2014 (Doizi et al., 2015). La résection transurétrale de la prostate (RTUP), traitement chirurgical de référence des symptômes du bas appareil urinaire en rapport avec une hyperplasie bénigne de la prostate (HBP)

représente 80 % des techniques chirurgicales utilisées (Deslongchamps et al., 2012 ; Lahlaidi et al., 2013). En Italie l'Adénomectomie prostatique par voie haute ne représente plus que 18 % des interventions pour SBAU/HBP (Spatafora et al., 2012). Si l'endoscopie est devenue le gold standard dans les pays développés, elle demeure un défi pour les pays à revenus faibles (Klotz et al., 2003).

Au Mali, en quatre ans de pratique, l'endoscopie ne représentait que 26% de l'ensemble des actes chirurgicaux (Diakit  et al., 2016). Ce retard des pays à faibles revenus est dû une part au manque des moyens pour acquérir l'équipement nécessaire et d'autre part à l'insuffisance du personnel qualifié (Ndoye et al., 2000).

Au Niger, depuis l'introduction de cette technologie en 2003, aucun bilan national n'est disponible. Le but de ce travail était de rapporter les résultats d'une décennie de pratique d'endoscopie urologique dans le pays afin d'identifier les défis et annoncer les perspectives.

## **Matériels et Méthodes**

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective de 10 ans qui avait pour cadre trois hôpitaux publics et une clinique privée. Ces différents centres étaient les seuls au pays à disposer d'équipements endoscopiques plus ou moins complets du bas appareil urinaire de façon progressive durant la période d'étude. Il s'agit de l'hôpital national Lamordé (HNL) de Niamey, l'hôpital général de référence (HGR) de Niamey, le centre hospitalier régional (CHR) de Maradi et la clinique Magori de Niamey. L'étude s'est déroulée du 1er janvier 2010 au 31 décembre 2019 et porte sur tous les dossiers des patients ayant subi une procédure endoscopique urologique durant la période d'étude. Les caractéristiques sociodémographiques des patients, la typologie des procédures endoscopiques, les indications, les résultats, constituent les paramètres étudiés. Les données ont été saisies et analysées à l'aide du logiciel Epi Info version 7 .2 .2.6.

## **Considérations  thiques**

Ce projet d'étude dans différentes structures sanitaires publiques et privées a été soumis au conseil d'éthique du Ministère de la santé. Une demande de consentement des hôpitaux concernés a été annex e au protocole de recherche.

## **RESULTATS**

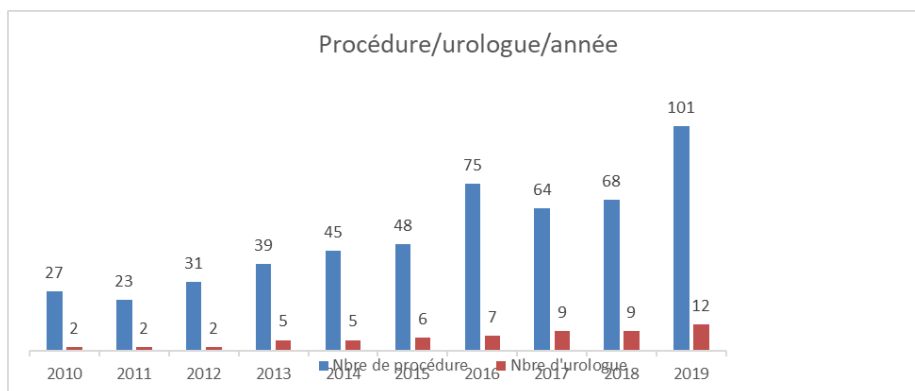
### **Fréquence de l'endoscopie**

Pendant la période d'étude, 535 procédures endoscopiques ont été réalisées dont 13 interventions insuffisamment documentées incomplets sur

un ensemble de 5806 gestes urologiques soit une fréquence globale de 9,21% et une moyenne annuelle de 53,5 procédures endoscopiques.

**Tableau 1.** Répartition des procédures endoscopiques et leur fréquence par centre de réalisation

Centre hospitalier	Nombre de procédures endoscopiques	Nombre total des gestes urologiques réalisés au bloc	Fréquence de l'endoscopie %
Hôpital national de Lamordé	338	4627	7,30
Clinique Magori	103	746	13,08
Centre hospitalier régional de Maradi	75	348	21,55
Hôpital général de référence de Niamey	19	85	22,35
<b>Total</b>	<b>535</b>	<b>5806</b>	<b>9,21</b>



**Figure 1.** Répartition des procédures endoscopiques selon l'année de réalisation et en fonction du nombre d'urologues dans le pays

### Age et sexe

L'âge moyen des patients était de 49,60 avec un écart type de 18,15 et des extrêmes de 11 et 102 ans. La tranche d'âge [41-60] était la plus représentée avec 36,21% (n=189).

Les hommes étaient plus représentés avec 70,50% (n=368), comparativement aux femmes représentées avec 29,50% (n=154) soit un rapport de 2,4.

### Typologie et indications de l'endoscopie

L'endoscopie a été utilisée en tant que procédure diagnostique dans 90,04% des cas et comme intervention thérapeutique dans 9,96% des cas.

**Tableau 2. Indications procédure diagnostique**

	Nombre	Pourcentage
Urétrocystoscopie	463	88,70

RTUV	7	1,34
<b>Total</b>	<b>470</b>	<b>90,04</b>

**Tableau 3. Indications intervention thérapeutique**

Procédures	Nombre	Pourcentage
<b>UIE</b>	<b>22</b>	<b>4,21</b>
Retrait sonde JJ	18	3,45
Montée sonde JJ	7	1,34
RTUP	5	0,96
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>9,96</b>

NB : La RTUV (Résection trans-urétrale de vessie) peut être diagnostique ou thérapeutique selon les indications.

**Tableau 4. Indications des urétrocystoscopies**

Indications	Nombre	Pourcentage
Hématurie	245	52,91
Symptômes du bas appareil urinaire	113	24,40
Rétention aigue d'urine	37	8,00
Tumeur de vessie à l'échographie	33	7,13
Incontinence urinaire	14	3,02
Douleurs pelviennes	10	2,16
Masse hypogastrique	4	0,86
Tumeur du col utérin	6	1,30
Biopsie tumeur de vessie	1	0,22
<b>TOTAL</b>	<b>463</b>	<b>100,00</b>

### Résultats des procédures endoscopiques

Le taux de succès de l'UIE a été de 86,36% (19cas) avec 3 échecs enregistrés. Les autres actes endoscopiques notamment les résections de vessie et de prostate et les montées et retraits de sonde JJ ont été réalisés avec succès.

**Tableau 5. Résultats des urétrocystoscopies**

Résultat de l'urétrocystoscopie	Nombre	Pourcentage
Tumeur vésicale	144	31,10
Hypertrophie prostatique	82	17,71
Cystite non spécifique	78	16,85
Sténose urétrale	57	12,31
Normale	23	4,97
Lésions de bilharziose	36	7,77
Lithiase vésicale	23	4,97
Sclérose col	13	2,80

Fistule vésico-vaginale	3	0,66
Hématurie haute	2	0,43
Valves urètre postérieur	2	0,43
<b>Total</b>	<b>463</b>	<b>100,00</b>

## Discussion

L'endoscopie est une innovation technologique devenue incontournable dans la pratique de l'urologie moderne. Elle est non seulement aidante pour l'urologue mais aussi pour le patient avec un séjour hospitalier et une morbidité réduits (Klotz, et al., 2003).

Selon la présente étude, 535 procédures endoscopiques avaient été réalisées soit une fréquence de 9,21% de toutes les interventions.

Notre fréquence est inférieure à celles d'Eziyi et al. (2008) et de Takure et al. (2012) qui rapportent respectivement une fréquence de 25% et 28% dans leurs études. Ce taux faible d'endoscopie au Niger est liée au manque de matériels dans la majorité des hôpitaux et à l'insuffisance des ressources humaines qualifiées pendant plus de la moitié de la période d'étude.

Par la suite, on a constaté une inversion progressive de la situation, avec l'augmentation du nombre des urologues et l'acquisition graduelle du matériel endoscopique par différents centres de santé. Ainsi, le nombre de procédures endoscopiques réalisées par an est passé de 27 en 2010 à 101 en 2019.

La pratique de l'endoscopie était plus utilisée en tant que procédure diagnostique dans notre série avec 90,04%, plutôt qu'en tant qu'intervention thérapeutique avec seulement 9,96%. Cette prédominance de l'endoscopie diagnostique est aussi rapportée par Takure et al. (2012) et par Eziyi et al. (2010) avec respectivement 78,4% et 89,6%.

Ces différents chiffres montrent que les explorations dominent la phase de début de l'endoscopie dans un pays (Chandra et al., 2014). Mais dans le contexte de la présente étude, cela s'explique aussi par le manque de matériel complémentaire pour l'intervention chirurgicale. En effet parmi tous les centres publics disposant de colonne d'endoscopie, seul l'hôpital de Lamordé disposait d'un urétrotome et d'un résecteur d'ailleurs non opérationnels depuis 2011. Il a fallu attendre jusqu'en 2018 pour voir une clinique privé de Niamey acquérir un résecteur. Toutefois, le cout de l'endoscopie chirurgicale en privé n'est pas accessible à la majorité de la population, ce qui limite ainsi les investissements privés.

L'hématurie est l'indication de la cystoscopie la plus fréquente dans la présente étude avec 245 patients (52,91%), suivie des SBAU avec 113 patients (24,40%). Dans leur série, Jalloh et al. (2016) avaient également souligné la

prédominance de l'hématurie chez 137 patients (28,13%), suivie des SBAU chez 115 patients (23,61%).

Pour Ouattara et al. (2015), les SBAU représentaient les indications les plus fréquentes avec 44,24% suivies de l'hématurie macroscopique avec 38,78%. Ce taux élevé d'hématurie retrouvé un peu partout chez les patients pourrait s'expliquer par l'augmentation de l'incidence de tumeur vésicale dans notre sous-région ouest africaine en partie liée à la persistance de l'endémie bilharzienne.

L'endoscopie thérapeutique reste le maillon faible de notre pratique urologique. En effet dans notre série seulement 05 patients (0,96%) avaient bénéficié d'une RTUP. Au Burkina elle reste aussi faible mais plus pratiquée que chez nous dans deux études différentes avec 10% et 8,11% (Kambou et al., 2006 ; Zango et al., 2002). Par contre au Mali (Diakite et al., 2016) rapportait un taux plus élevé avec 57,7% . Dans le contexte Nigérien, l'adénomectomie à ciel ouvert reste toujours la principale alternative du traitement chirurgical des SBAU/HBP. Dans une série de 123 patients opérés pour SBAU/HBP au Niger, Halidou et al. (2015) ne rapportaient aucun cas de RTUP. Ce constat montre que le manque de résecteur dans les centres qui disposaient de colonne d'endoscopie constitue un véritable handicap dans la prise en charge chirurgicale adéquate des SBAU/HBP, dans le contexte de la présente étude.

La RTUV a été réalisée chez 7 de nos patients soit 1,34% des cas. Cela correspond à 4,86% des patients porteurs de tumeur de la vessie. Diakite et al. (2016) rapportait un taux de réalisation de la RTUV à 12,54%. Ce faible taux de réalisation de la RTUV dans notre série est dû au même problème que la RTUP. Il en découle un manque de diagnostic histologique de tumeurs de vessie d'où une insuffisance dans la prise en charge de cette pathologie. Il s'agit donc d'un véritable défi à relever rapidement, notamment et nécessairement par l'acquisition en matériels complets d'endoscopie. Pour ce faire les praticiens doivent approcher les décideurs politiques, les partenaires techniques et financiers de la santé et des particuliers pour un plaidoyer permanent. C'est dans l'aboutissement de ce plaidoyer que la clinique Magori avait acheté en 2018 un résecteur et en 2020 deux autres cliniques privées avaient acquis du matériel endoscopique complet .L'hôpital national de Zinder, en 2020, avait acquis une colonne d'endoscopie avec trois cystoscopes adultes et deux cystoscopes pédiatriques.

Tout comme dans le cas de la RTUV et de la RTUP, notre taux de réalisation de l'UIE reste également faible, au niveau de 4,21% (n=22). Des séries plus importantes sont rapportées dans la littérature par Bejelloun et al. (2008) et par Zango et al. (2003) avec respectivement 244 et 70 cas.

Ce faible taux de réalisation de l'UIE dans la présente étude peut s'expliquer par l'insuffisance du matériel et du personnel qualifié. En effet, seul l'hôpital



national de Lamordé disposait d'un urétrotome durant la période d'étude. De plus, le pays ne disposait que de cinq urologues pendant la moitié de la période d'étude. Cependant, ce dernier problème est en train d'être résolu avec l'augmentation croissante du nombre d'urologues.

L'urétrocystoscopie est un examen simple qui peut être réalisé en ambulatoire. Elle était effectuée chez 463 patients soit 88,70% de l'échantillon de la présente étude. Cette prédominance de l'urétrocystoscopie a été retrouvée également par Saloko et al. (2005) et par Takure et al. (2012) dans leurs séries avec respectivement 86% et 68,15% des procédures endoscopiques. Les principales pathologies rapportées lors des urétrocystoscopies dans notre étude étaient les tumeurs de vessie chez 144 des cas (31,10%), suivies de l'hypertrophie prostatique dans 82 des cas (17,71%). Cette prédominance des tumeurs de vessie a été rapportée également par Jalloh et al. (2016) auprès de 135 des cas (18,2%).

Le taux élevé de tumeurs de vessie dans nos séries pourrait s'expliquer par l'endémicité bilharzienne dans la sous-région subsaharienne. Cette endémicité était évoquée par Ahossi et al. (2019) en république de Côte d'Ivoire et Alpha et al. (2021) au Mali avec les prévalences respectives de 43,8% et 30% (Ahossi; Alpha.). Dans une étude menée au Sénégal, (Diao et al. (2008) avait montré que 50,70% des cancers de vessie étaient des carcinomes épidermoïdes, type histologique lié à la bilharziose vésicale.

## **Conclusion**

Les activités endoscopiques initiées au Niger depuis environ deux décennies n'ont pas encore atteint un niveau satisfaisant en termes de volume et de diversité. En effet, les résultats de ces dix dernières années montrent que l'endoscopie est dominée par l'urétrocystoscopie. La chirurgie endoscopique était moins pratiquée due au manque de matériel adéquat. Pour une bonne vulgarisation de cette technologie, un effort particulier doit être fait envers la formation du personnel et l'acquisition de matériels endoscopiques adéquats pour la prise en charge chirurgicale des pathologies de l'arbre urinaire les plus fréquentes.

**Conflit d'intérêts :** Aucun.

## **References:**

1. Ahossi, NB. (2019). Connaissances de la Bilharziose Urinaire en Milieu Rural Ivoirien: Etude de Cas à Bamoro et N'guessan-Pokoukro (District Sanitaire de Bouaké). ESJ, 15 : 113-127.
2. Alpha, SY., Michel, EC., Yaya, C., Bernard, S., & Sekou, FT. (2021). Efficacité d'une prise unique de Praziquantel pour le traitement

- de la bilharziose urinaire en zones endémiques chez les enfants d'âge scolaire au Mali. *ESJ*, 17: 162-179.
3. Benjelloun, M., Drissi, M., Makhloufi, M., Nouri, A., Karmouni, T., & Tazi, K. (2008). Traitement des sténoses de l'urètre par urétrotomie interne endoscopique: résultats anatomiques et fonctionnels d'une série de 244 cas. *Afr J Urol*, 14 : 114-19.
  4. Delongchamps, NB., Robert, G., Descazeaud, A., Cornu, JN., & Azzouzi, AR. (2012). Traitement de l'hyperplasie bénigne de prostate par techniques endoscopiques électriques et adénomectomie voie haute : Revue de littérature du CTMH de l'AFU. *Prog. Urol*, 22 : 73-79.
  5. Diakité, ML., Berthé, HJG., Diallo, M., Kambou, D., Diakité, A., Sangaré, D., & Tembely, A. (2016). La résection endoscopique bipolaire. Expérience du service d'urologie du CHU Point G. *Uro' Andro*, 1: 264-268.
  6. Diao, B., Amath, T., Fall, B., Fall, PA., Dieme, MJ., & Steevy, NN. (2008). Les cancers de vessie au Sénégal: particularités épidémiologiques, cliniques, et histologiques. *Prog Urol*, 18: 445-8.
  7. Chandra, SB., Jaimin, B., Joby, T., Aberra, AG., John, McG., & Ruairaidh, MacD (2014). Introducing endourology to a developing country: how to make it sustainable. *Journal of Clinical Urology*, 7 : 202-7
  8. Eziyi, AK., Eziyi, JAE., Salako, AA., & Aderounmu, AOA. (2010). Early experience with endourology at Ladoke Akintola University of Technology Teaching Hospital, Osogbo. *Niger J Clin Pract*, 13:1-8
  9. Doizi, S., Raynal, G., & Traxer, O. (2015). Évolution du traitement chirurgical de la lithiase urinaire sur 30 ans dans un centre hospitalo-universitaire . *Prog. Urol*, 25 : 543-548.
  10. Halidou, M., Adamou, H., Diongolé, H., Amadou, M., Amadou, MI. (2015). Prise en charge chirurgicale de l'hypertrophie bénigne de la prostate: à propos de 123 patients colligés à l'Hôpital National de Zinder. *Annales de l'Université Abdou Moumouni*, Tome XIX-A : 149-56.
  11. Jalloh, M., Niang, L., Andjanga-Rapono, YE., Ndoeye, M., Labou, I., & Gueye, SM. (2016). Urétrocystoscopie ambulatoire au service d'Urologie/Andrologie de l'Hôpital Général Grand Yoff de Dakar. *Afr J Urol*, 22: 115-20.
  12. Kambou, T., Zango, B., Ekoue, F., Traoré, AC., Bonkougou, B., Ouattara, T., & Sano, D. (2006). Traitement chirurgical de l'hypertrophie bénigne de la prostate au C.H.U. Sanou Souro de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : Résultats à court et moyen terme - A propos de 190 cas. *Méd. Afr. Noire*, 53 : 605-12.

13. Klotz, F. (2003). L'endoscopie dans les pays en voie de développement. *Acta Endoscopica*, 33 : 756-757.
14. Lahlaidi, K., Ariane, MM., & Fontaine, E. (2014). Actualités sur la prise en charge de l'hyperplasie bénigne de la prostate. Quel adénome traiter et comment ? *Rev Med Interne*, 35:189-195.
15. Ndoye, AK., Ba, M., Fall, PA., Sylla, C., Gueye, SM., & Diagne, BA. (2000). Migration de dispositif intra utérin dans la vessie. *Prog urol*, 10 : 295-297
16. Ouattara, A., Avakoudjo, J., Hounnasso, PP., Yévi, DM., Cissé, D., & Hodonou, DF. (2015). Apport de la cystoscopie rigide dans le diagnostic des anomalies et pathologies du bas appareil urinaire. *Méd.Afr .Noire*, 62 : 305-10
17. Salako, AA., Badmus, TA., Sowande, OA., Adeyemi, BA., Nasir, AA., & Adejuyigbe, O. (2005). Endourology in a Nigerian Tertiary Hospital current level of practice and challenges *Nigerian Journal of Research*, 3-4 : 268-270.
18. Spatafora, S., Casarico, A., Fandella, A., Galetti, C., Hurle, R., Mazzini, E., et al. (2012). Evidence-based guidelines for the treatment of lower urinary tract symptoms related to uncomplicated benign prostatic hyperplasia in Italy: updated summary fromAURO.it. *Ther Adv Urol*; 4:279-301.
19. Takure, AO., Shittu, OB., Adebayo, SA., Olaopa, EO., & Okeke, LI. (2012). Day case endourology in surgical outpatient clinic at Ibadan: A 5 years review. *Afr J Urol*, 18:112-7.
20. Zango, B., Kambou, T., & Sanou, A. (2002). La résection transurétrale de la prostate à l'Hôpital Sanou Souro à propos de 68 cas. *Afr J Urol*, 8 :1-5.
21. Zango, B., Kambou, T., & Sanou, A. (2003). Urétrotomie interne endoscopique pour rétrécissement urétral acquis à l'Hôpital de Bobo-Dioulasso : faisabilité de la technique dans les conditions précaires et résultats à court terme. *Bull Soc Pathol Exot*, 96: 92-5.



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Post-Harvest Management Practices Of Bambara Groundnut (*Vigna Subterranea* (L.) Verdc) Seeds In Burkina Faso**

***Amidou S. Ouili,***

***Ynoussa Maiga,***

Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT), Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie Microbienne, Ouagadougou, Burkina Faso

***Adjima Ouoba,***

Centre Universitaire de Ziniaré, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso.

***Hervé Nankangre,***

Centre Universitaire polytechnique de Tenkodogo, Université Ouaga II, Ouagadougou, Burkina Faso

***Cheik Omar Tidiane Compaore,***

Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT), Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie Microbienne, Ouagadougou, Burkina Faso

***Mahamadi Nikiema,***

Université de Fada N’Gourma, Fada N’Gourma, Burkina Faso

***Mahama Ouedraogo,***

Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Laboratoire de Génétique et de Biotechnologie Végétales, Ouagadougou, Burkina Faso

***Aboubakar Sidiki Ouattara,***

Université Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT), Laboratoire de Microbiologie et de Biotechnologie Microbienne, Ouagadougou, Burkina Faso

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n14p239](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p239)

Submitted: 04 February 2022

Accepted: 03 April 2022

Published: 30 April 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Ouili S.A., Maiga Y., Ouoba A., Nankangré H., Compaoré C.O.T., Nikiéma M., Ouedraogo M & Ouattara A.S (2022). *Post-Harvest Management Practices Of Bambara Groundnut (Vigna Subterranea* (L.) Verdc) Seeds In Burkina Faso European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), 239. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n14p239>

## Abstract

Bambara groundnut plays a major role in the production systems and diets of farmers in Burkina Faso. This crop, due to certain production, storage, or preservation conditions, is subject to damage by insects and fungi. Effective post-harvest management can contribute significantly to reducing losses during storage. This study was carried out in the three agro-ecological areas in Burkina Faso to assess post-harvest management practices of Bambara groundnut among farmers. The data were collected from 180 farmers using surveys. The results showed that the culture of Bambara groundnut was mainly carried out by women (74.4%) on small farms (0.25-0.5ha). The harvested crops were dried at home during a period of 5 to 14 days. About 53% of farmers stored seeds for more than 3 months. Seeds were mainly stored in hermetically sealed cans (45.6%) and in plastic bags (31.1%). Some products such as wood ash and chemicals were used for seed storage. Challenges during seed storage were insects (91.4%) and fungi (42.9%). In the case of seeds attacked by pests (insects, fungi, etc.), farmers (84.4%) adopt a set of measures consisting of sorting, winnowing, drying, and repackaging the seeds. Besides the existence of traditional storage techniques, there is still a need to develop effective storage techniques and continue building farmers' awareness on improved storage technologies to avoid post-harvest losses.

---

**Keywords:** Bambara groundnut, post-harvest, storage, insects, fungi

## 1. Introduction

Post-harvest pests affect agricultural productions around the world, causing sometimes significant yield losses, exacerbating food insecurity especially in developing countries like those located in the Sahelian region of sub-Saharan Africa. In order to strengthen the resilience of African populations to food insecurity, crops diversification and a reduction of post-harvest losses are required (Ngamo & Hance, 2007). To contribute addressing such challenges, research programmes at national and sub-regional levels have shown renewed interest in food crops that were previously neglected (Coly, 2007). Hence, many studies have been conducted to improve the yield of different food crops, with a particular focus on cereals and legumes (Abate et al., 2012; Macauley & Ramadjita, 2015). In Burkina Faso, as part of the improvement the productivity of legumes, the Institut of Environnement and Agricoles research (INERA) has implemented a research and development programme on the Bambara groundnut, a previously neglected crop, starting from 2003. Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) is the 3rd most important leguminous crop in Africa after peanut (*Arachis hypogea*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) (Puozaa et al., 2017). *Vigna subterranea* L. (Bambara groundnut) is a legume cultivated by small farm holders over much of

semiarid Africa (Majola & Gerrano, 2021). It is one of the most ancient legumes and is a staple food for many people in Burkina Faso (Ouédraogo et al., 2013; Ouoba et al., 2016). Its high carbohydrate (68%), protein (22.9%), lipid (9.2%), ash (5.1%), and fiber (7.2%) content which makes it a complete meal (Mazahib et al., 2013; Mubaiwa et al., 2017). Unfortunately, the cultivation of this highly legume (Bambara groundnut) is subjected to many constraints, including the deterioration of crops during storage by insects and their contamination by fungi (Ouoba et al., 2016). Therefore, the objective of the present study was to collect informations about post-harvest and storage practices of Bambara groundnuts in rural Burkina Faso in order to propose adequate storage methods in the long term.

## **2. Methods**

### **2.1. Study area**

This study was conducted from October to December 2020 in the three agro-ecological zones (Sahelian, Sudano-Sahelian and Sudanian) of Burkina Faso (Figure 1). The distribution of these three zones is mainly based on the annual rainfall amounts and the thermal regime (Thiombiano & Kampmann, 2010). Hence, the Sahelian zone, is the least watered of the country with a dry season lasting 8 to 9 months. Its annual rainfall is less than 600 mm with high evapotranspiration and average annual temperature of 29 °C. This zone represents about 25% of the country's surface area. The Sudano-Sahelian zone has 4 to 5 months of rainfall with water depths between 600 and 900 mm and average annual temperature of 28 °C. This is the largest climatic zone, as it extends over the entire central and eastern part of the country. The Sudanian zone has 5 to 6 months of rainfall with water levels ranging from 900 mm to 1200 mm per year and small fluctuations of average annual temperature (27 °C). It include the southern and south-western part of the country.

#### **2.1.1. Sites selection**

The locations surveyed were randomly selected in each of the three agro-ecological zones (Sahelian zone, Sudano-Sahelian zone and Sudanian zone) from a list initially drawn up according to accessibility, the level of Bambara groundnut production and the need to cover the study area. Accordingly, nine sites were selected in the Sahelian zone, 21 in the Sudano-Sahelian zone and 14 in the Sudanian zone (Table 1).

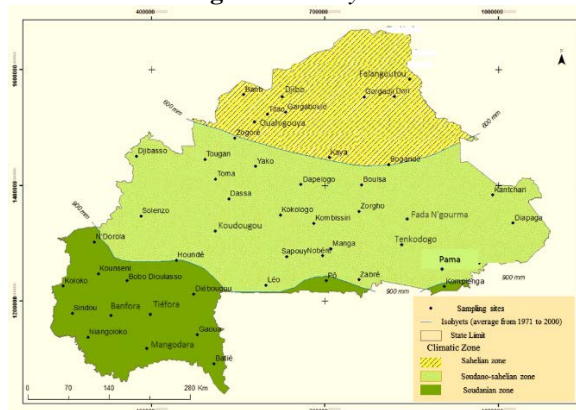
From these sites, a total of 180 randomly selected rural farmers were interviewed, which included 30 farmers in the Sahelian zone, 88 farmers in the Sudano-Sahelian zone and 62 farmers in the Sudanian zone (Table 1)

**Table 1.** Number of sites surveyed, and producers interviewed by agro-ecological zone

Agro-climatic zone	Sahelian zone	Sudano-Sahelian zone	Sudanian zone	Number
<b>selected sites</b>	09	21	14	44
<b>farmers</b>	30	88	62	180

The selected farmers were interviewed using a semi-structured questionnaire with open and close-ended questions. Quantitative and qualitative data were collected especially on the socio-economic characteristics of the farmers (gender, age, level of education, etc.), the drying processes (pod storage time, pod storage locations), the storage techniques (storage equipment, products associated with seed or pod storage), the pests responsible for seed attacks during storage, the period of seeds attack and actions undertaken after stock attacks. The collected data through interviews addressed directly with farmers. The interviews were conducted in the local dialect spoken by the producers, with the help of interpreters in some sites.

**Figure 1.** Survey sites



Note. The map shows the locations that were surveyed

## 2.2. Data analyses

The survey form and data collection were carried out using the Sphinx Plus<sup>2</sup>-V5 software (The sphinx Development 7450 Chavanod, France). Descriptive statistical analyses of frequencies and means were carried out on the data collected using SPSS software (IBM SPSS Statistics Version 21).

## 3. Results

### 3.1. Characteristics of the surveyed population

The results showed that Bambara groundnut is mainly grown by women (74.4%) (Table 2). In addition, most (82%) of respondents are illiterate and sixty-two percent are between 31- 40 years of age. In general, most (74%) of the respondents, reported using less than one hectare to produce Bambara groundnut (Table 2).

**Table 2.** Characteristics of the surveyed population (%)

Variable	% Surveyed people
<b>Gender</b>	
Female	74.4
Male	25.6
<b>Age</b>	
18-30	12.0
31-40	62.0
41-50	18.0
Over 50	8.0
<b>Education level</b>	
None	82.0
Basic Literacy	11.0
Primary School	7.0
High School	0.0
Tertiary/University	0.0
<b>Size of farmland for the Bambara groundnut production</b>	
0, 25 ha- 0, 50 ha	74.0
0,5 ha-1,00 ha	23.0
+1 ha	2.0

### 3.2. Drying practices of Bambara groundnut

Farmers use several techniques to dry Bambara groundnut pods (Table 3). All respondents reported the use sunlight as energy source to reduce the humidity of the seeds to acceptable levels before storage. Most (98.9%) of the respondents reported drying Bambara groundnut pods at home on plastic sheeting, on terraces, on the ground or on the roof of their sheds, while only 1.1% of respondents do so on their farm. Harvesting generally takes place during the dry season (late September, early October), which favors the drying operation. The time necessary for drying the pods varies from five to fourteen days according to the harvest period (presence/absence of clouds) and the climatic zone. Indeed, 42.2% of the respondents expose their pods to the sun for fourteen days, while others (40.0%) expose them for seven days. A relatively few (12.2%) farmers surveyed expose the pods to the sun for 10 days. Only 4.4% and 1.1% of the farmers dry the pods for nine and five days respectively (Table 3).

After drying, most (88%) of farmers reported using a mortar and pestle to shell the pods (Table 3). To achieve the same result, other farmers placed the pods in cloth bags and trampled them to separate the seeds from the shells.



**Table 3.** Duration and location of drying, methods used to shell Bambara groundnut pods

Variable	Surveyed people				
	Sahelian (n=30)	region	Soudano-sahelian region (n=88)	Sudanian (n=62)	Over all (n=182)
<b>Duration of drying</b>					
5 days	0%		2%	0%	1.1%
7 days	66%		36%	32%	40.0%
9 days	13%		2%	3%	4.4%
10 days	6%		18%	6%	12.2%
14 days	13%		40%	58,5%	42.2%
<b>Location of drying</b>					
Farm	-		-	-	1.1%
Housse	-		-	-	98.9%
<b>Methods used to shell the Bambara groundnut pods</b>					
Slight pestle strokes on the pods	-		-	-	88.0%
Slight trampling of the bags containing the pods	-		-	-	12.0%

### 3.3. Storage practices

#### 3.3.1. Duration of storage and materials used

The study revealed that the farmers use simple and inexpensive storage methods to preserve their stocks of Bambara groundnut seeds or pods. About half (53%) of the farmers store their crops for six to nine months. Several materials are used for the storage of Bambara groundnuts. After shelling the pods, the grains are stored in hermetically sealed cans (45.6%), in plastic bags (31.1%), in traditional ceramic containers (10%), in jars (7.8%), and in metal barrels (6.7%) (Figure 2). In addition, some (4.4%) farmers store their pods in granaries while other use holes in their house as a storage structure (1.1%). Finally, more modern storage techniques such as triplicate bagging are used (14.4%) (Table 4).

#### 3.3.2. Pest control methods

Most (64%) of the surveyed farmers do not mix a product with the seeds of Bambara groundnuts during the storage. However, some farmers mix their seeds with either a chemical product or a natural phytosanitary product. The natural phytosanitary products used during storage are mainly wood ash (14%), fine sand (7%) and plant powders with insecticidal or insect repellent properties (2%). The plant most commonly associated with Bambara groundnut storage is *Azadirachta indica*. The use of chemical insecticides is

also widespread with chemicals such as phostoxin (20%) and bextoxin (4%) (The active ingredient of these chemicals is 56% aluminum phosphide.), the most frequently used by farmers. Unknown chemicals (1%) are also used (Table 4).

### 3.3.3. Challenges during storage

Despite the actions undertaken by the farmers, Bambara groundnut seeds continue to be subjected to frequent attacks. Thus, 36.7% of the surveyed farmers reported that their stocks are attacked by insects (91.4%) and fungi (42.9%) (Table 4). According to them, the attacks occur in an average period of three months after storage.

### 3.3.4. Actions undertaken following the attack on stocks

After an attack on stocks is noted, the farmers will adopt several conservative measures to limit the losses (85.5%). The most common technique is to sort, winnow, dry and repackage the seeds (84.4%). However, 9.4% of the farmers, after sorting, winnowing and drying their product, prefer to sell it, while 3.1% of them use it for consumption (Table 4).

**Table 4.** Storage practices of Bambara groundnut in rural areas of Burkina Faso

Storage practices	Modality of storage	Frequency	
	Storage with pods	4.4%	
Form of seeds storage	Storage without pods	95.6%	
	hermetically sealed can	45.6%	
	Plastics bags	31.1%	
	Triplicate bagging	14.4%	
Storage systems	Traditional ceramic container	10.0%	
	Jar	7.8%	
	Metal barrel	6.7%	
	Granary	4.4%	
	Hole	1.1%	
		wood ash	14.0%
		Fine sand	7.0%
Products used for pest control	Natural products	powder of <i>Azadirachta indica</i> plant	2.0%
	Chemical pesticides	Phostoxin	20.0%
		Bethoxin	4.0%
		Unknown	1.0%
Duration of storage	Less than 3 months	12.0%	
	3-6 months	53.0%	
	6-9 months	27.0%	
	9 or more months	8.0%	
Challenges during storage	Insect damage	91.4%	
	Fungi contamination	42.9%	
	Sorting, winnowing, drying and repackaging	84.4%	
	Sorting, winnowing, drying and selling	9.4%	

---

Actions taken following the attack on stocks	Sorting, winnowing, drying and consumption	3.1%
--	--	------

---

### 3.4. Post-harvest and storage activities for Bambara groundnut

Based on the survey results, the diagram of the post-harvest operations of Bambara groundnut can be summarized as follows:

The pods are harvested either by hand or with a hoe. After harvesting, the pods are transported home for drying. After drying, the pods are either stored directly in a granary or shelled with a mortar. After hulling, the seeds are separated from the shells by winnowing and then stored in hermetically sealed cans, plastic bags, traditional ceramic containers, jars, metal barrels, etc. (Figure 2).

**Figure 2.** Schematic representation of post-harvest and storage practices of Bambara groundnut in rural area of Burkina Faso

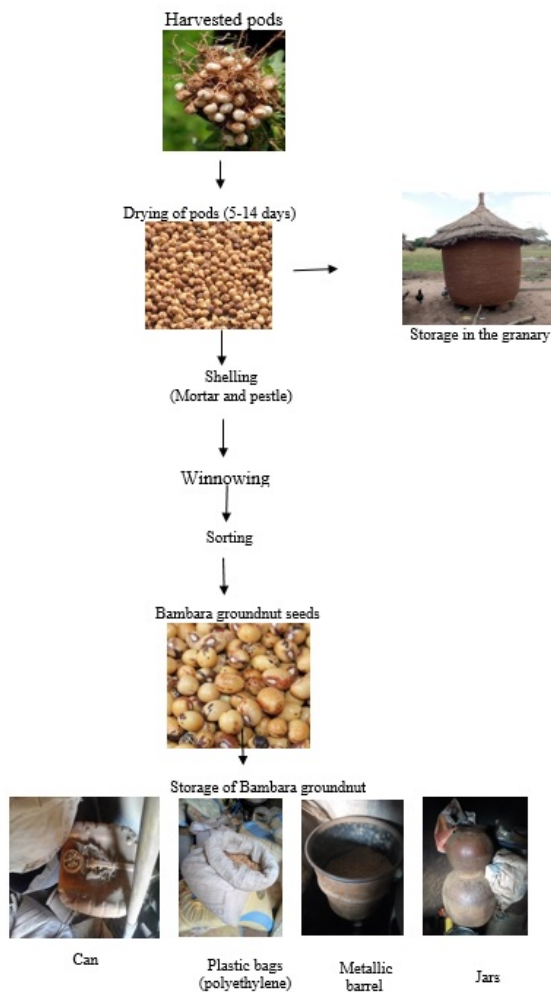


Diagram of post-harvest and storage techniques for Bambara groundnut

## **4. Discussion**

### **4.1. Characteristics of farmers and drying practices of Bambara groundnut pods**

The study showed that in Burkina Faso, Bambara groundnut is mainly grown by women on small areas. The research of Ouoba et al. (2016) also showed that Bambara groundnut is mainly grown by women on areas less than one hectare. In boundary countries such as Côte d'Ivoire and Benin, Bambara groundnut production is also reserved for women (Gbaguidi et al., 2015; Touré et al., 2013). This is partly due to social considerations reserving this activity for women (Ouoba et al., 2016). The use of small areas to produce this legume could be explained by the fact that Bambara groundnut is a crop of second option compared to crops like cereals such as maize, millet and sorghum. In addition, due to the fact that women are not landowners, small portions of land are allocated to them; furthermore, these farmlands are not exclusively devoted to growing Bambara groundnut, but also, for other crops such as okra, sorrel, groundnut, cowpeas, etc. (Bamshaiye et al., 2011). Most of the respondents were between the ages of 31 and 40. Bambara groundnut growing is an activity that requires a lot of effort. This could explain the relatively youthfulness of the farmers. This may be an advantage to the adoption of new technologies which has a positive impact on food security. However, the surveyed persons did not have a high level of education, which may negatively influence their ability to make sound post-harvest management decisions. The period of the harvest depends on the condition of the plant or the degree of maturity of the pods. Sometimes, the harvest period is conducted in rainy season in some areas. This is often the case in areas where rainfall is relatively abundant. The Sudanian and Sudano-Sahelian zones of Burkina Faso have rainy periods of up to 6 months, making the weather almost cloudy in these areas (Thiombiano & Kampmann, 2010). This complicates the drying of the harvested pods, the sun being the main source of energy. Thus, insufficient, or low light intensity in these areas extend the time necessary for adequate drying. Long drying periods of pods on open surfaces expose the crop to spoilage of small ruminants and rodents or poultry. In addition to this spoilage, these animals could be a source of fungal contamination. The insufficiently dried seeds are prone to fungal damage and the production of mycotoxins during the storage (Daou et al., 2021). Issues associated with crops drying during the rainy season should be addressed with the introduction of appropriate technologies.

Farmers use traditional methods to shell the Bambara groundnut including the use of mortar and pestle, trampling on polythene or cloth bags containing the pods, followed by winnowing and sorting to separate the seeds from the hull debris. The equipment and techniques used can be sources of fungal contamination. Indeed, the mortars used to dehusk the Bambara groundnut are

also used for other activities (processing dry and wet leaves, shelling groundnut pods, maize cobs, millet, etc.) and this can favor the contamination of the Bambara groundnut by micro-organisms from other sources. In addition, excessive shelling can damage the seeds and increase their vulnerability to insects and fungal attacks.

#### **4.2. Storage practices**

To protect the seeds, the farmers use several traditional storage methods. Hermetically sealed plastic drums (cans) and plastic bags are the most widely used methods for storage. Modern storage techniques are also used by the farmers including the triple bottom bags. Some farmers mix the seeds with wood ash or chemical product (Bextoxin or phostoxin) as tablets or powder for the storage. These modern techniques are not used enough because they are not always affordable. Ouoba et al. (2016) showed that most Bambara groundnut producers in Burkina Faso store their crops in hermetically sealed drums. According to the same results, 30.15 % of the surveyed farmers mix the seeds with ash for storage. According to the research conducted by Agboka et al. (2018), most Bambara groundnut producers in Togo also store their crops in hermetically sealed drums and mix the seeds with ash, plant leaves or bark, sand and chemical insecticide (Bextoxin, actellic) . With sealed bags, pest damage and aflatoxin contamination are mitigated (Maina et al., 2016; Njoroge et al., 2019; Williams et al., 2014). Improved storage prevents seed attack by insects, rodents, and fungi (Adetunji, 2007).

The sorting and drying practices applied by the farmers before storage can be considered as recommendable practices since they contribute to reducing the water content thus, the risk of fungal infection of the Bambara groundnut. Indeed, these operations were reported by Bankole & Adebajo (2003) as good and recommendable practices against fungal infection and development on stored seeds.

#### **4.3. Challenges during the storage and actions undertaken seeds attacks**

The major challenges during Bambara groundnut storage are insects since their attacks during storage are considered the most damaging. Insects such as *Callosobruchus subinnotatus* and *Callosobruchus maculatus* cause serious damage to Bambara groundnut during storage (Agboka et al., 2018; Kabir et al., 2017). The presence of fungi in Bambara groundnut stocks has also been reported by other producers. The presence of these pests in Bambara groundnut stocks could be explained by a lack of good drying and storage practices. Insects and fungi can cause quantitative, qualitative and nutritional losses to stored seeds. Leaky storage materials could create favorable conditions for the development of insects. Seeds with high humidity could facilitate the fungal growth and the production of mycotoxins during the storage especially in the case of long storage conditions. Kaaya and

Kyamuhangire (2006) reported that the concentration of aflatoxin in maize increases with storage duration. In the case of insect and fungal contamination of stocks, farmers adopt measures such as sorting, winnowing, drying and repackaging of seeds. These operations were found to be the most common and to have a positive effect on reducing stock losses. Good seed is recognized as an important input in any agricultural production system. Thus, the improvement of storage conditions to have high quality of seeds is necessary, and this requires the use of adequate storage materials. To achieve this, it is important to improve and promote pre- and post-harvest management practices to increase the use of new technologies such as improved seeds, dryers and hermetic storages devices.

### **Conclusion**

The post-harvest practices such as sorting and drying of seeds before storage are commonly used by all Bambara groundnut producers. Storage materials such as hermetically sealed cans and plastic bags are used by most producers. The traditional storage methods used by the farmers are sometimes not efficient since insect and fungal attacks have been reported as serious challenges. To preserve their crops, several farmers use chemicals, but some of them are prohibited. This practice could lead to food poisoning after the consumption of such crops. Therefore, there is a need to improve and promote safe and efficient pre-harvest and post-harvest management practices to avoid seeds loss and contribute to food security.

### **Acknowledgements**

The authors are grateful to the Mcknight Foundation (Mcknight 18-097 project), International Foundation for Science (IFS) and the Committee on Scientific and Technological Cooperation (COMSTECH) of the Organization of Islamic Conference (OIC) for funding this research work. The rural farmers are also highly acknowledged for their enthusiastic participation in answering the questions.

### **References:**

1. Abate, T., Alene, A. D., Bergvinson, D., Shiferaw, B., Silim, S., Orr, A., & Asfaw, S. (2012). Tropical grain legumes in Africa and south Asia: Knowledge and opportunities. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. [http://oar.icrisat.org/5680/1/TLL-II\\_Feb\\_2012.pdf](http://oar.icrisat.org/5680/1/TLL-II_Feb_2012.pdf)
2. Adetunji, M. O. (2007). Economics of maize storage techniques by farmers in kwara state, Nigeria. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 4(3), 442–445. <https://doi.org/10.1080/10454440802537280>
3. Agboka, K., Tchegueni, M., Tounou, A. K., & Aziadekey, G. M. (2018). Diversity and production constraints of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) in dry savanna of Togo. *International Journal*

- of Development Research*, 8(08), 22371-22378.
4. Bamshaiye, O., Adegbola, J., & Bamshaiye, E. (2011). Bambara groundnut: An under-utilized nut in Africa. *Advances in Agricultural Biotechnology*, 1, 60–72.
  5. Bankole, S. A., & Adebajo, A. (2003). Mycotoxins in food in West Africa: Current situation and possibility of controlling it. *African Journal of Biotechnologies*, 2(9), 254-263. <https://10.5897/ajb2003.000-1053>
  6. Coly, E. V. (2007). Accent renforcé sur les céréales et légumineuses. *Agrovision*, 3, 31-32.
  7. Daou, R., Joubrane, K., Maroun, R. G., Khabbaz, L. R., & Ismail, A. (2021). Mycotoxins: Factors influencing production and control strategies [J]. *AIMS Agriculture and Food*, 6(1), 416-447. <https://10.3934/agrfood.2021025>
  8. Gbaguidi, A., Faouziath, S., Orobiyi, A., & Dansi, M. (2015). Connaissances endogènes et perceptions paysannes de l’impact des changements climatiques sur la production et la diversité du niébé (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L) Verdc.) au Bénin. *International Journal of Biologie and Chemical Sciences.*, 9(5), 2520-2541. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.23>
  9. Kaaya, A. N., & Kyamuhangire, W. (2006). The effect of storage time and agroecological zone on mould incidence and aflatoxin contamination of maize from traders in Uganda. *International Journal of Food Microbiology*, 110(3), 217–223. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.04.004>
  10. Kabir, B. G. J., Audu, A., Gambo, M. F., & Bukar, B. (2017). Evaluation of *Cassia sieberiana* (DC) and *Vernonia amygdalina* (Del.) against *Callosobruchus maculatus* (F.) infesting stored bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20, 223–230
  11. Macauley, H., & Ramadjita, T. (2015). Cereal crops: Rice, maize, millet, sorghum, wheat. *Feeding Africa*, 36.
  12. Maina, A. W., Wagacha, J. M., Mwaura, F. B., Muthomi, J. W., & Woloshuk, C. P. (2016). Postharvest practices of maize farmers in Kaiti District, Kenya and the impact of hermetic storage on populations of *Aspergillus* spp. and aflatoxin contamination. *Journal of Food Research*, 5(6), 53. <https://doi.org/10.5539/jfr.v5n6p53>
  13. Majola, N. G., & Gerrano, A. S. (2021). Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) production, utilisation and genetic improvement in sub-saharan Africa. *Agronomy*, 11, 1345. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071>
  14. Mazahib, A. M., Nuha, M. O., Salawa, I. S., & Babiker, E. E. (2013).

- Some nutritional attributes of Bambara groundnut as influenced by domestic processing. *International Food Research Journal*, 20(3), 1165–1171.
15. Mubaiwa, J., Fogliano, V., Chidewe, C., Linnemann, A. R., Mubaiwa, J., Fogliano, V., Chidewe, C., & Linnemann, A. R. (2017). Hard-to-cook phenomenon in bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) processing: Options to improve its role in providing food security. *Food Reviews International*, 33(2), 167-194. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1149864>
  16. Ngamo, L. S. T., & Hance, T. (2007). Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicicultura*, 25(4), 215-220.
  17. Njoroge, A. W., Baoua, I., & Baributsa, D. (2019). Triple bag hermetic storage delivers a lethal punch to *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: *Bostrichidae*) in stored maize. *Journal of Stored Products Research*, 58, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.02.005>
  18. Ouédraogo, M., Zagré, B. M., Liu, F., Ortiz, R., & Jørgensen, S. T. (2013). Timing of mounding for Bambara groundnut affects crop development and yield in a rainfed tropical environment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 63(4). <http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2013.780092>
  19. Ouoba, A., Ouedraogo, M., & Sawadogo, M. (2016). Aperçu de la culture du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) au Burkina Faso: Enjeux et perspectives d'amélioration de sa productivité. *International Journal of Biologie and Chemical Sciences*. 10(2), 652-66. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.17>
  20. Puozaa, D. K., Jaiswal, S. K., & Dakora, F. D. (2017). African origin of Bradyrhizobium populations nodulating Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc) in ghanaiian and south african soils. *PLOS ONE*, 12(9), 1–23. <https://10.1371/journal.pone.0184943>
  21. Thiombiano, A., & Kampmann, D. (2010). Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'ouest, Tome II: Burkina Faso. Ouagadougou & Frankfurt/Main. p.122.
  22. Touré Yaya, Koné Mongomaké, & Silué Souleymane, K. Y. J. (2013). Prospection, collecte et caractérisation agromorphologique des morphotypes de voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.(*fabaceae*)] de la zone savanicole en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 9(24), 1857- 7881.
  23. Williams, S. B., Baributsa, D., & Woloshuk, C. (2014). Assessing purdue improved crop storage ( PICS ) bags to mitigate fungal growth and aflatoxin contamination. *Journal of Stored Products Research*, 59, 190–196. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2014.08.003>



