

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

*December 2019*

**European Scientific Institute, ESI**

*The content is peer reviewed*

*December 2019 edition vol. 15, No. 36*

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)

## ***About the Journal***

ESJ is a peer-reviewed mega journal, which accepts high quality academic articles. The journal is issued monthly and is available to all researchers and practitioners who are interested in publishing their scientific achievements. Supporting the concept of interdisciplinary, we welcome submissions in different academic domains.

In the past few years, more than 20.000 academicians, from over 120 countries around the globe, have published their papers in the European Scientific Journal, ESJ. The excellent and agile team composed of researchers, from more than 500 universities worldwide, is crucial to the prestigious status that our journal enjoys.

Furthermore, authors can publish their articles after a review by our editorial board. Our mission is to provide greater and faster flow of the newest scientific thought. ESJ's role is to serve as a bridge between researchers around the world, and is open to anyone regardless of their geographical origin, race, nationality, religion, or gender as long as they have adequate scientific content.

ESJ fully supports the open access and open science concept. The full content of the papers is available on ESJ website and is free for usage.

*Sincerely,*

***Jovan Shopovski***

*European Scientific Journal (ESJ)*

*Managing Editor*

---



# 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

**Vayia Karaïskou,**  
Open University of Cyprus

**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

**Daniel Barredo,**  
University Laica Eloy Alfaro de Manabi, Ecuador

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

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

**Jowati binti Juhary,**  
National Defense University of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia

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

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

**John Kamau Gathiaka,**  
University of Nairobi, Kenya

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

**Nguyen Thi Hoai Phuong,**  
Ho Chi Minh City University of Law, Vietnam

**Chaudhry Zahid Javid,**  
Taif University, Saudi Arabia

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

**Gloria Esteban de la Rosa,**  
University of Jaen, Spain

**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

**Naheed Vaida,**  
University of Kashmir, India

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

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

**Michele Minor-Corriveau,**  
Laurantian University, Canada

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

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

**Mariangela Giusti,**  
University of Milan - Bicocca, Italy

**Anita Lidaka,**  
Liepaja University, Latvia

**Rania Zayed,**  
Cairo University, Egypt

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

**Ziad Said,**  
College of the North Atlantic, Qatar

**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

**Mona Kassem,**  
National Research Centre, Egypt

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

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

**Thomas Fenzl,**  
Alps-Adria University of Klagenfurt, Austria

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

**Stefanos Spaneas,**  
University of Nicosia, Cyprus

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

**Sorinel Capusneanu,**  
Dimitrie Cantemir Christian University, Romania

**Wei Hao,**  
Beijing Normal University, China

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

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

**Nishan Rafi Havandjian,**  
California Polytechnic State University, USA

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

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

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

**Kevin B. O'Connor,**  
McGill University, Canada

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

**Nawab Ali Khan,**  
Aligarh Muslim University, India

**Marinella Lorinczi,**  
University of Cagliari, Italy

**Arfan Yousaf,**  
Pir Mehr Ali Shah Arid Agriculture University, Pakistan

**Bianca Gioia Marino,**  
University of Naples Federico II, Italy

**Kirby R. Cundiff,**  
Rochester Institute of Technology, Dubai, UAE

**Franko Milost,**  
Faculty of Management, Koper, Slovenia

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

**Daniel Velasco,**  
Chicago School of Professional Psychology, USA

**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

**Oihab Allal-Cherif,**  
KEDGE Business School, France

**Izabela Dembinska,**  
University of Szczecin, Poland

**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

**Alicia Marchant Rivera,**  
University of Malaga, Spain

**Lucia D'Ambrosi,**  
University of Macerata, Italy

**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 Zealand

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

**Francesco Lenci,**  
Institute of Biophysics, Italy

**Hafiz Muhammad Iqbal,**  
University of the Punjab, Pakistan

**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

**Asma Zaidi,**  
Kansas City University of Medicine and Biosciences, 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

**Fabio Pizzutilo,**  
University of Bari "Aldo Moro", Italy

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

**Munawar Salahuddin,**  
National University of Science Technology, Pakistan

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

**Horst Hanke,**  
Technical University Darmstadt, Germany

**Elpiniki I. Papageorgiou,**  
Technological Educational Institute of Central Greece, Greece

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

**Irina Matijosaitiene,**  
Kaunas University of Technology, Lithuania

**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

**Michel Lesne,**  
University of Louvain, Belgium

**Andre Ozer,**  
University of Liege, Belgium

**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

**Mohsen Hanif,**  
Kharazmi University, Iran

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

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

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

**Salem Marzougui,**  
ElKef, Tunisia

**Tunjica Petrusevic,**  
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

**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

**Cosmin Stefan Dogaru,**  
University of Bucharest, Romania

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

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

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

**Jawed Iqbal,**  
National University of Sciences & Technology, Pakistan

**Tanzer Celikturk,**  
Pamukkale University, Turkey

**Ruth Erika Lerchster,**  
Alpen-Adria University Klagenfurt, Austria

**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,**  
G. D'Annunzio" University of Pescara, Italy

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

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

**Antonio M. Rodriguez Garcia,**  
University of Granada, Spain

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

**Murtaz Kvirkaia,**  
Grigol Robakidze University, Georgia

**Enrique Jerez Abajo,**  
University of Zaragoza, Spain

**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

**Efthymios Papatzikis,**  
Canadian University, Dubai, UAE

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

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

**Aurela Saliq,**  
University of Vlora, Albania

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

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

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

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

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

**Hilal YIildirir Keser,**  
Bursa Technical University, Turkey

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

**Claudio Tugnoli,**  
University of Trento, Italy

**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

**Lennie Scott-Webber,**  
University of Tennessee, USA

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

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

**Sayeduzzafar Qazi,**  
University of Science and Technology, Saudi Arabia

**Jose Javier Romero Diaz de la Guardia,**  
University of Granada, Spain

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

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

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

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

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

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

**Manuel Ramon Gonzalez Herrera,**  
The Autonomous University of Ciudad Juarez, Mexico

**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

**Armando Carteni,**  
University of Naples Federico II, Italy

**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

**Noralv Veggeland,**  
Inland Norway Univ. of Applied Sciences, Norway

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

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

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

**Kira Trostina,**  
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

**Marek Semela,**  
Brno University of Technology, Czech Republic

**Marie-Noelle Albert,**  
University of Quebec at Rimouski, Canada

**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

**Susan Poyo,**

Franciscan 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

**Virginia Pulcini,**

University of Torino, Italy

**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

**Iveta Reinholde,**  
University of Latvia, Latvia

**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

**Claudio Fabian Guevara,**  
University of Guadalajara, Mexico



**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

**Aysegul Ozbebek Tunc,**  
Istanbul University, Turkey

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

**Mary Kathryn Mc Vey,**  
Franciscan University of Steubenville, USA

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

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

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

**Eugenio D'Angelo,**  
Pegaso Telematic University, Italy

**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

**Komina Amevoin,**  
University of Lome, Togo

**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

**Jose Antonio Marin,**  
University of Granada, Spain

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

**Jorge Wozniak,**  
National University of Tres de Febrero, Argentina

**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

**Judit Sole Resina,**  
Autonomous University of Barcelona, Spain

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

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

**Angeles Aguilera Velasco,**  
University of Guadalajara, Mexico

**Rachid Hsissou,**  
Ibn Tofail University, Morocco

**Svetlana Melentijevic,**  
Complutense University of Madrid, Spain

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

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

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

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

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

**Gamal Elgezeery,**  
Suez University, Egypt

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Toure Krouele,**  
Ecole Normale Superieure d’Abidjan, Ivory Coast

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

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

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

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

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

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

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

**Qamil Dika,**  
Sports University of Tirana, Albania

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

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

**Ferdinand Tesado Abocejo,**  
Eastern Visayas State University (EVSU), Philippines

**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

**Hafid Agourram,**  
Bishop's University, Canada

**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

**Simona Sarotar Zizek,**  
University of Maribor, Slovenia

**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 Yemmafouo,**  
University of Dschang, Cameroon

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

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

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

**Milad Reda Qelliny,**  
Minia University, Egypt

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

**Dario Donnarumma,**  
University of Naples, Italy

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

**Mohammadreza Hadizadeh,**  
Central State University, USAa

**Mushtaq Ismael Hasan,**  
Thi-Qar University, Iraq

**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

**Abdelaaziz El Bakkali,**  
Sidi Mohamed Ben Abdelah University, Morocco

**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.,**  
Universite Felix Houphouet-Boigny d'Abidjan, Cote d'Ivoire

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

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

**Ackoundoun-Nguessan Kouame Sharll,**  
École Normale Supérieure (ENS), Cote d'Ivoire

**Ouedraogo Francois de Charles,**  
Université Josepk Ki-Zerbo, Burkina Faso

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

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

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

**Gnamien Konan Bah Modeste,**  
Universite Jean Lorougnon Guede de Daloa, 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,**  
Universite d'Antananarivo, Madagascar

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

**Yue Cao,**  
Southeast University, China

**Nishant Agrawal,**  
Nirma University, India

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

**Alaa Abdulhady Jaber,**  
University of Technology, Iraq

**Asli Cazorla Milla,**  
American University, UAE

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

**Tabou Talahatou,**  
Université d'Abomey Calavi, Benin



# Table of Contents:

**Impact de la Variabilité Climatique sur la Niche Ecologique de *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.De. dans la Région Soudanienne au Bénin (Afrique de l'Ouest).....1**

*Karimou Soufïyanou*

*Toko Imorou Ismaïla*

*Arouna Ousséni*

**Decisional Profile on Competing Volleyball Athletes From Autonomous University of Chihuahua (Uach): Gender Comparison.....20**

*Juan Cristobal Barron Lujan*

*Silvia Isela Ramírez Enríquez*

*Héctor Luis Medina Lopez*

*Francisco Javier Flores Rico*

*Gilberto Santos Sambrano*

*Leopoldo Refugio Lopez Baca*

*Gabriel Gastelum Cuadras*

**Parasites Gastro-Intestinaux des Populations Humaines du Parc National de Tai, Côte d'Ivoire.....27**

*Kouassi Wa Yao Roland*

*Perrotey Sylvie*

*Bassa Kouakou Fidèle*

*Bohoussou Kouakou Hilaire*

*N'goran Kouakou Eliezer*

**Etude Préliminaire de la Diversité et de L'abondance des Coléoptères Coprophages du Parc National de Taï, Sud-Ouest Côte d'Ivoire.....45**

*Célestin Yao Kouakou*

*Ossey Robert N'Depo*

*Senan Soro*

*Sékongo Kolo*

**Performances Zootechniques des Elevages de Dindon Local (Meleagris Gallopavo) dans la Commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin.....58**

*Vidjinnangni Fifamè Grâce Nadège Dèdèhou*

*Ibrahim Alkoiret Traoré*

*Attakpa Yatchégnon Eloi*

**Cellulites Cervico-Faciales D'origine Dentaire au CHU Sylvanus Olympio de Lome Au Togo.....70**

*Bissa Haréfétéguéna*

*Adam Saliou*

*Amana Essobiziou*

*Foma Winga*

*Pegbessou Essobozou*

*Lawson Stephen Lionel*

*Kamissoko Aly Badra*

*Kpemissi Eyawèlohn*

**Propriétés Physiques et Mécaniques des Graines et Amandes de *Jatropha curcas* L.....81**

*Danebe K. A.*

*Djeumako B.*

*Beda T.*

*Samon J. B.*

**Genetic Diversity of *Simulium damnosum* complex Onchocerciasis Vector and its Influence on Entomological Monitoring in the West of Côte d'Ivoire.....106**

*Siriki Simaro*

*Mathurin Koffi*

*Mahama Toure*

*Bernardin Ahouty*

*Ibrahim Konate*

*Abiba Sanogo Tidou*

**Impact de L'installation des Camps des Réfugiés, Retournés et Déplacés sur L'exploitation des Ressources Ligneuses dans la Région de Diffa.....118**

*Rabiou Habou*

*Mahamane Mansour*

*Issaharou-Matchi Issiaka*

*Mahamane Ali*

**Oil Crisis in the Niger Delta Region of Nigeria: Genesis and Extent.....141**

*Tombari Bodo*

*Batombari Gbidum Gimah*

**Prévalence de la Rhinosinusite chez les Conducteurs de Taxi-motos à Parakou, Benin.....159**

*Fatiou Alabi Bouraïma*

*Spero HR Hounkpatin*

*Josias Hountondji*

*Marius C. Flatin*

*François Avakoudjo*

*Jérémie Biaou*

*Wassi Adjibabi*

**Difficultés Diagnostiques et Evolution en Milieu Tropical D'un Cas de Maladie de Destombes Rosai - Dorfman (DRD).....167**

*Diouf Francois Niokhor*

*Thiam Lamine*

*Senghor Seynabou*

*Diallo Mamadou Talibé*

**Analyse Des Impacts Environnementaux, Sociaux Et Economiques Des Modes De Production De Coton Conventionnel Et Biologique Au Bénin.....173**

*Fifanou G. Vodouhe*

*Gérard C. Zoundji*

*Hairane Yarou*

*Jacob A. Yabi*

**Facteurs Explicatifs de la Pratique Contraceptive Moderne des Femmes  
Fréquentant les Formations Sanitaires du District de Youwarou au  
Mali.....195**

*Sylla O.*

*Djourdebbe F. B.*

*Kante S.*

*Dembélé F.*

*Keita Z.*

*Goita S.*

**Diversité Des Espèces De Bois D’œuvre Menacées De Disparition De La  
Flore De La Côte d’Ivoire, Dans Le Massif Forestier Yapo-  
Abbé.....213**

*Sié Fernand Pacôme Ouattara*

*Kouassi Kouadio*

*Dodiomon Soro*

**Facteurs Associés À L’usage Du Préservatif Dans Le Foyer Conjugal  
Chez Les Personnes Vivant Avec Le VIH Suivies Sur Un Site À  
Abidjan.....230**

*Ayekoe Adou Ignace*

*Gakoue Zadi Désiré*

*Coulibaly Madikiny*

*Djoman Christiane*

*Ayekoe Davis Helmold Adou*

*Gourizro Kohou Sebastien*

*Yapo Chia Evelyne*

*Yao Kan Sylvère*

*N’guessan Kouadio Serge*

**Study of Different Rates of Application of Pendimethalin and Acetochlor on Weed Infestation and Grain Yield of Fababean.....246**

*Hajjaj B.*

*Tantaoui H.*

*El Oualkadi A.*

**Validation of HPLC-UV Patulin Determination Method in Traditional Juices From Côte d'Ivoire.....253**

*Kpan Kpan Kouakou Gains*

*Kouacou Kouassi William Dominique*

*Kouakou Konan Jean-Marie*

*Yao Brou Lazare*

*Trokourey Albert*

*Dembele Ardjouma*

**Water Consumption and its Determinants Among Women in Ghana: 2008 Demographic and Health Survey.....267**

*Clement Kubreziga Kubuga*

*Ambrose Atosona*

*Victor Mogre*

**Caracterisation des Services Ecosystemiques dans la Reserve de Biosphere Transfrontaliere du W (RBTW) au Nord-Benin.....278**

*Bernadette Sabi Lolo Ilou*

*Ismaila Toko Imorou*

*Toussaint Vigninou*

*Omer Thoma*

**Apport de L'échographie dans le Diagnostic Anténatal du Syndrome de Prune Belly : À Propos d'un Cas et Revue de la Littérature.....296**

*Meryem Belmajdoub*

*Hekmat Chaara*

*Fatima Zehra*

*Fdili Alaoui*

*Sofia Jayi*

*Moulay Abdelilah Melhouf*

**La Contribution Du Port De Pêche Á La Dynamique De La Distribution Spatiale Des Ressources Halieutiques Á Abidjan.....305**

*Aka Koffi Sosthène*

*N'cho Amalatchy Jacqueline*

*Kouman Koffi Mouroufié*

**Étude Ethnobotanique Des Plantes Médicinales Employées Pour Lutter Contre Les Troubles Gastroentérologiques Chez Les Populations Du Département De Gagnoa, Au Centre-Ouest De La Côte d'Ivoire.....320**

*Sidio Serge Roland*

*N'guessan Koffi*

**Importances Socioculturelles Et Économiques Des Singes Des Fragments De Forêts Sacrées Pour Les Populations Riveraines De Gbétitapéa, Centre-Ouest De La Côte d’Ivoire.....344**

*Béné Jean-Claude Koffi*

*Claude-Victorien Kouakou*

*Kramoko Bamba*

*Didié Armand Zadou*

*Yamois Venceslas Kouakou*

**Caractérisation morphologique et phénotypique des pieds d’anacardiérs (Anacardium occidentale L.) dans le département de Goudomp (Sénégal).....364**

*Landing Ndiaye*

*Mouhamed Mahamoud Charahabil*

*Daouda Ngom*

*Malayeni Diatta*

**Fistule Iléo-Vésicale Sur Phyto-Bézoard : À Propos D’une Observation Et Revue De La Littérature.....396**

*Ibrahima KA.*

*Abib Diop*

*Christine Marie Joseph Diouf*

*Papa Saloum Diop*

*Babacar Fall*



**Traitement Expérimental Par Coagulation Floculation Des Effluents Brutes D'une Industrie Aéronautique À Casablanca (Maroc).....402**

*S. Namoussi*

*Y. Errougui*

*M. Chlaida*

*A. Nahli*

*C. Merbouh*

*A. Naamane*

*S. El Amrani*

*N. Iounes*

**Régénération Naturelle Assistée Du Teck (Tectona Grandis L. F.) Dans La Forêt Classée De La Lama Au Bénin.....414**

*Denis Gnanguenon-Guesse*

*Kourouma Koura*

*Sunday Berlioz Kakpo*

*Alain Jaurès Gbètoho*

*Augustin Kossi N. Aoudji*

*Dominique Louppe*

*Jean Cossi Ganglo*

**Development of Cost-Effective Menstrual Absorbent Pad with Eco-Friendly Antimicrobial Finish.....438**

*Md. Moynul Hassan Shibly*

*Mohammad Forhad Hossain*

*Mustafijur Rahman*

*Md. Golam Nur*

**Impacts des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur les poissons:  
Cas des Tilapias du lac Nokoué au Sud du Bénin (Afrique de  
l’Ouest).....458**

*Flavien Edia Dovonou*

*Moudachirou Ibikounle*

*Coovi Guénohé Akouedegni*

*Valdina Aissi*

*Mahutondji Prudence Dossou*

*Daouda Mama*

**Les Plaies Pénétrantes De L’abdomen Par Armes À Feu : Aspects  
Épidémiologiques, Cliniques, Lésionnels Et Thérapeutiques Au CHU  
Communautaire De Bangui, Centrafrique.....475**

*Pierre Alfred Issa Mapouka*

*Valère Ndoma Ngatchoukpo*

*Pétula Anicette Ngboko Mirotiga*

*Don Rodrigue Nabia*

*Vianney Auxence Roméo Fioboy*

*Bertrand Jean de Dieu Tékpá*

**An Exertion to Alleviate Stitch Defects During Garments  
Production.....489**

*Mst. Farzana Sultana*

*Tahmina Akhter*

*Jaglul Hoque Mridha*

**Occurrence Des Parasites Dans Les Poissons Collectes Au Niveau Du Littoral Marocain.....497**

*Saïd Dahani*

*Nourredine Bouchriti*

*Ikbal Benabbes*

*Amina Boudakkou*

*Abderrahim Chiaar*

**Effet du greffage horticole et de l'inoculation mycorhizienne sur la croissance du baobab (*Adansonia digitata* L.) en Moyenne et Haute Casamance (Sénégal).....507**

*Tamsir Mbaye*

*Fatou Gning*

*Dioumacor Fall*

*Daouda Ngom*

*Saliou Ndiaye*

*Mahani Cisse*

*Ababacar Ndiaye*

**Disseminated Herpes Zoster in the Immunocompetent, A Case at Zinder National Hospital.....528**

*Mahamadou Doutchi*

*Garba Abdoul-Aziz*

*Kassoumou Kadidia*

*Moustapha M. Lamine*

*Harouna M. Laouali*

*Alkassoum Ibrahim*

*Eric Adehossi*

*Salissou Danmata*

# **Impact de la Variabilité Climatique sur la Niche Ecologique de *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.De. dans la Région Soudanienne au Bénin (Afrique de l'Ouest)**

***Karimou Soufiyanou,***

***Toko Imorou Ismaïla,***

Laboratoire de Cartographie (LaCarto),  
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou-Houéyiho, Bénin

***Arouna Ousséni,***

Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi,  
Cotonou-Houéyiho, Bénin. Ecole des Sciences et Techniques du Bâtiment et  
de la Route (ESTBR), Université Nationale des Sciences, Technologies,  
Ingénierie et Mathématiques, Bénin

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p1

URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p1>

---

## **Résumé**

Les espèces à usages multiples sont de plus en plus menacées par des pressions anthropiques. Ces espèces peuvent également être affectées par les variabilités climatiques qui sont de plus en plus récurrentes. La présente étude vise à analyser l'impact de la variabilité climatique sur la niche écologique de *Diospyros mespiliformis* dans la région soudanienne au Bénin. A cet effet, 11044 données d'occurrences de *Diospyros mespiliformis* ont été combinées aux variables environnementales de deux scénarii climatiques dont l'un optimiste (RCP 4.5) et l'autre pessimiste (RCP 8.5) suivant l'approche d'entropie maximale (Maxent). Dans les conditions climatiques actuelles et futures (RCP 4.5 et 8.5), plus de 80 % de la superficie de la région soudanienne et plus de 67 % de celle du réseau des aires protégées présentent des probabilités brutes d'occurrence de *Diospyros mespiliformis* supérieur ou égale 0,5. Cela montre que dans l'ensemble, les conditions écologiques et climatiques actuelles et futures de la région soudanienne sont propices à la culture et à la conservation de *Diospyros mespiliformis* à l'horizon 2055. Il paraît alors impérieux de mener des investigations sur le potentiel de régénération de cette espèce dans les aires protégées pour l'identification des sites prioritaires à sa culture et conservation dans le future. La prise en compte de ces résultats dans la politique forestière devrait contribuer efficacement à la conservation durable de *Diospyros mespiliformis*.

---

**Mots clés:** *D. mespiliformis*, Habitats favorables, MaxEnt, Région Soudanienne, Bénin

---

## **Climate Variability Impact on *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.De. Ecological Niche in the Sudanian Region of Benin (West Africa)**

***Karimou Soufiyanou,***

***Toko Imorou Ismaïla,***

Laboratoire de Cartographie (LaCarto),  
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou-Houéyiho, Bénin

***Arouna Ousséni,***

Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi,  
Cotonou-Houéyiho, Bénin. Ecole des Sciences et Techniques du Bâtiment et  
de la Route (ESTBR), Université Nationale des Sciences, Technologies,  
Ingénierie et Mathématiques, Bénin

---

### **Abstract**

Multi-use species are increasingly threatened by anthropogenic pressures. These species can also be affected by climatic variability, which is increasingly recurrent. The purpose of this study is to analyze the impact of climate variability on *Diospyros mespiliformis* ecological niche in the sudanian region of Benin. To this end, 11044 data on occurrences of *Diospyros mespiliformis* were combined with the environmental variables of two climate scenarios, one optimistic (RCP 4.5) and the other pessimistic (RCP 8.5) following the maximum entropy approach (Maxent). Under current and future climatic conditions (RCP 4.5 and 8.5), more than 80 % of the area of the sudanian region and more than 67 % of the area of the protected area network have gross probabilities of occurrence of *Diospyros mespiliformis* greater than or equal to 0.5. This shows that, overall, the current and future ecological and climatic conditions in the Sudanian region are favourable for the cultivation and conservation of *Diospyros mespiliformis* at 2055. It therefore seems imperative to investigate the regeneration potential of this species in protected areas in order to identify priority sites for its cultivation and conservation in the future. Taking these results into account in forest policy should effectively contribute to the sustainable conservation of *Diospyros mespiliformis*.

---

**Keywords:** *D. mespiliformis*, Habitats modelling, MaxEnt, Sudanian region, Benin

## Introduction

*Diospyros mespiliformis* (Ebenaceae) est un arbre à feuilles caduques confiné aux régions tropicales et subtropicales, y compris l'Afrique et l'Asie (Abdullah *et al.*, 2014 ; Arbonier, 2002 ; Vivien et Faure, 1996 ). Le feuillage est dense et vert foncé avec des feuilles elliptiques et des fruits souvent consommés par des animaux de pâturage (Belemtougri *et al.*, 2006) mais également par l'homme (Agbani *et al.*, 2017 ; Arbonier, 2002). L'espèce se rencontre depuis les bosquets sahélo-soudaniens jusqu'aux forêts guinéennes, dans les galeries forestières, bords de rivières, termitières et collines rocheuses généralement sur des sols lourds et bien drainés (Arbonnier, 2002). Son bois est dur et résistant aux attaques de termites (Jegade *et al.*, 2015 ; Arbonier, 2002). Il sert en menuiserie pour les charpentes, la confection des piliers, des mortiers, des manches d'outils et d'armes, etc. C'est une espèce dont les extraits aqueux des feuilles luttent efficacement contre le paludisme (Yolidjé *et al.*, 2019). Des recherches antérieures ont révélé que la germination de cette espèce est naturellement lente et peu abondante surtout en période froide ; mais devient rapide quand il fait chaud (Ali *et al.*, 2017 ; Jegede *et al.*, 2015 ; Vivien et Faure, 1996).

Les populations de *Diospyros mespiliformis* sont actuellement en nette régression à cause des prélèvements et des difficultés de sa régénération (Nchoutpouen, 2003). Selon certains auteurs (Abdullah *et al.*, 2014), cette espèce est en voie de disparition en Arabie Saoudite. Dans la région soudanienne en Afrique de l'Ouest, Zizka *et al.* (2015) ; Gning *et al.* (2013) ; Traoré *et al.* (2011) et Vodouhê *et al.* (2009) ont montré que cette espèce est vulnérable et fait partie des espèces qui subissent le plus, les actions anthropiques compte tenu de leurs valeurs socio-économiques. Au Bénin, *Diospyros mespiliformis* figure parmi les trente-et-une espèces ligneuses d'importance utilisées en médecine traditionnelle et est sur la liste des huit plantes ligneuses alimentaires prioritaires à préserver (Codjia *et al.*, 2003).

Au-delà du fait que la perte d'habitats de la flore serait actuellement due aux activités anthropiques, les changements climatiques pourraient affecter la distribution et entraîner l'extinction au cours du siècle prochain de nombreuses espèces végétales (Giam *et al.*, 2010). Ils constituent aujourd'hui, l'un des principales menaces qui pèse sur la biodiversité (GIEC, 2013).

Or, la modélisation de la distribution des espèces représente un outil important de prédiction en écologie de la conservation (Padalia *et al.*, 2014 ; Franklin, 2009 ; Elith *et al.*, 2006 ; Phillips *et al.*, 2006 et Guisan et Zimmermann, 2000). Elle permet de répondre aux problématiques majeures que sont la compréhension, la description et la prédiction de l'aire potentielle

d'une espèce, et l'identification des facteurs qui déterminent sa distribution (Kumar et Stohlgren, 2009). La modélisation représente de ce fait, un outil pertinent pour la gestion et la conservation de l'environnement et de la biodiversité (Guisan et Zimmermann, 2000). L'objectif de la présente recherche est d'évaluer l'impact de la variabilité climatique sur la niche écologique de *Diospyros mespiliformis* sous l'hypothèse selon laquelle, une variation des conditions environnementales et climatiques dans l'espace et dans le temps aurait des répercussions sur l'étendue des habitats de l'espèce.

## **Matériel et Méthodes**

### **Milieu d'étude**

La région soudanienne au Bénin est située au nord du pays. Elle couvre entièrement les départements de l'Atacora, de l'Alibori et l'extrême nord des départements de la Donga et du Borgou. Elle est comprise entre 9°49'31'' et 12°24'48'' de latitude nord et entre 0°46'09'' et 3°49'28'' de longitude est. Sur le plan phytogéographique, la région soudanienne fait partie de l'une des trois principales subdivisions chorologique du Bénin (Adomou *et al.*, 2006). Elle comprend trois districts phytogéographiques à savoir le district du Borgou-nord, de Mékrou-Pendjari et de la Chaîne de l'Atacora (figure 1). Elle couvre une superficie d'environ 57009,07 km<sup>2</sup> et représente environ 49,46 % de la superficie du territoire national. Le climat est de type soudanien et est caractérisé par une succession dans l'année, de deux saisons dont une saison sèche et une saison des pluies. Les types de sols rencontrés résultent essentiellement du processus de ferrallitisation et de ferruginisation (Le Barbe *et al.*, 1993 ; Viennot, 1978 ; et Faure, 1977). La végétation naturelle est constituée d'îlots de forêt dense sèche, de forêt galerie, de forêt claire et de formations savaniques (savanes arborée, arbustive et herbeuse).

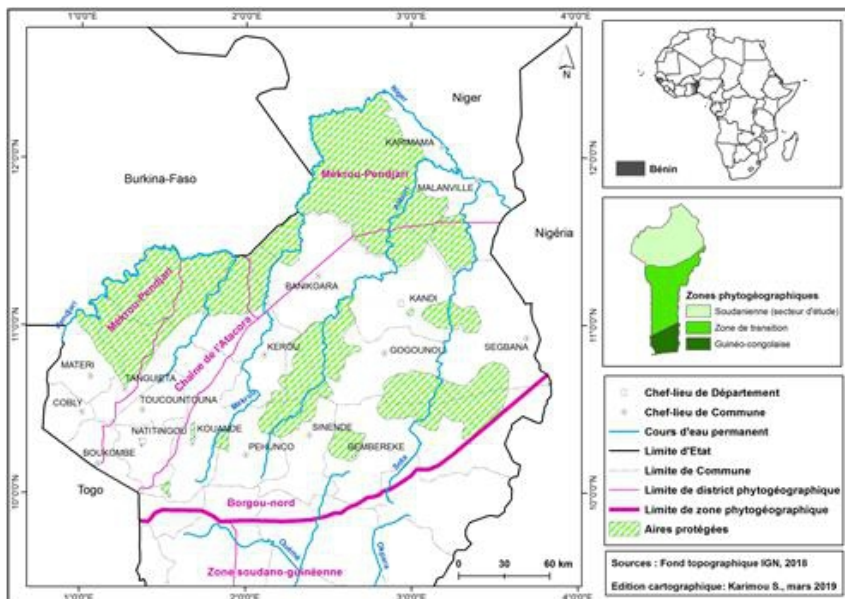


Figure 1 : Situations géographique et phytogéographique du milieu d'étude

### Données d'occurrence de *Diospyros mespiliformis*

Les coordonnées géographiques (longitude et latitude) en degré décimal de *Diospyros mespiliformis* ont été collectées dans les trois phytodistricts de la région soudanienne au Bénin entre 2017 et 2019 au moyen d'un GPS. A ces données, ce sont ajoutées celles de l'Afrique de l'Ouest disponibles sur le site (<http://www.gbif.org/occurrence/download>) de GBIF. Au total, 11044 données d'occurrences de *Diospyros mespiliformis* ont été collectées (dont 3896 pour les travaux de terrain et 7148 provenant de GBIF). La figure 2 présente la spatialisation des données d'occurrence utilisées.

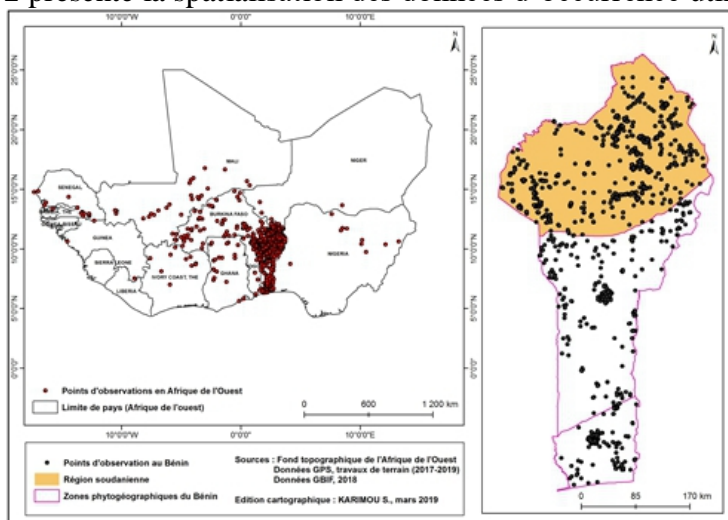


Figure 2 : Occurrences de *Diospyros mespiliformis* en Afrique de l'Ouest et au Bénin



### **Variables environnementales utilisées**

Les données sur les conditions climatiques actuelles ont été dérivées des données climatiques (1950-2000) de la base de données Worldclim version 1.4. Pour les projections climatiques futures, le modèle ensemble de circulation régionale « *AFRICLIM 3.0 : highresolution ensemble climate projections for Africa* » disponible sur <https://webfiles.york.ac.uk/KITE/AfriClim> a été utilisée. Ce modèle est plus raffiné comparativement aux modèles de circulation globale (Platt *et al.*, 2015). Pour ce modèle, les projections à l'horizon 2055 ont été retenues sous deux scénarii : RCP 4.5 et RCP 8.5. Les couches climatiques utilisées sont celles de résolution arc 30 seconde (soit une grille de résolution d'approximativement 1 km x 1 km). Aux données bioclimatiques, il y a été ajouté les données des images Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (<https://earthexplorer.usgs.gov>) et les données relatives aux formations pédologiques (<http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database>) à la même résolution. Le jeu de données constitué a été soumis à une analyse de corrélation afin d'éliminer les variables fortement corrélées comme l'a suggéré certains auteurs (Elith *et al.*, 2010). Cette analyse a été faite avec l'outil ENMTools 1.3.

### **Modélisation et évaluation du modèle**

Les données d'occurrence de terrain et de GBIF ont été combinées pour la modélisation dans le programme MaxEnt. Cette base de données constituée a été divisée en deux catégories. La première catégorie comporte 25 % des données d'occurrence et est utilisée pour tester le modèle de prédiction. La seconde catégorie comportant 75 % des données d'occurrence a permis de calibrer le modèle en cinq répétitions par validation croisée. Le test de Jackknife a été réalisé pour déterminer l'importance des variables environnementales individuelles utilisées. La statistique de Area Under the Curve (AUC) (Phillips *et al.*, 2006) a été utilisée pour apprécier la performance du modèle de même que True Skill Statistique (TSS) (Allouche *et al.*, 2006). Le modèle est dit performant si la valeur de AUC est supérieure à 0,90 ; il est passable lorsque  $0,75 \leq AUC \leq 0,90$  et il est qualifié de mauvais si  $AUC < 0,75$ .

TSS est la capacité du modèle à détecter avec précision les vraies présences (sensitivité) et les vraies absences (spécificité). Un modèle avec  $TSS \leq 0$  indique une prédiction aléatoire, tandis qu'un modèle avec un TSS proche de 1 ( $TSS > 0,5$ ) a un bon pouvoir prédictif (Allouche *et al.*, 2006).

### **Cartographie des résultats de la modélisation**

Les résultats de la modélisation ont été transférés dans le logiciel ArcGIS 10.4 pour la cartographie de l'étendue des habitats de l'espèce sous

l'effet des conditions climatiques actuelle et future. La distribution de probabilité brute obtenue par le modèle a été considérée comme mesure de la probabilité d'occurrence de l'espèce. Une catégorisation à trois niveaux de cette probabilité a été faite pour la discrimination des habitats de l'espèce à travers l'outil « raster calculator » du même logiciel. Ainsi, dans le cadre de la présente recherche, un habitat est considéré comme peu favorable lorsque la probabilité d'occurrence de l'espèce est inférieure à 0,5. Si cette probabilité est comprise entre 0,5 et 0,7 l'habitat est moyennement favorable. Les valeurs de probabilité supérieure ou égale à 0,7 sont considérées comme habitats très favorables.

## Résultats

### Contribution des variables à la prédiction de la niche écologique

Les variables présélectionnées ont différemment contribué à la prédiction des habitats dans MaxEnt. Le tableau I présente la contribution des variables à la prédiction des habitats de *Diospyros mespiliformis*

**Tableau I** : Contribution des variables à la prédiction des habitats de l'espèce

Variabl es	Signification	Contributio n (%)	Importance de permutation (%)
sol	Types de sols	59,4	15,3
pet	Evapotranspiration potentielle	24,4	51,6
bio1	Température moyenne annuelle	9,5	23,2
bio14	Précipitation du mois le plus sec	4,2	4,7
alt	Altitude	2,5	5,2

Source : Résultats de la modélisation

De l'examen du tableau I, on note une variation en proportion (%) de la contribution des variables telles que types de sols (sol), évapotranspiration potentielle (pet), température moyenne annuelle (bio 1), précipitation du mois le plus sec (bio 14) et altitude (alt) à la prédiction du modèle. Les variables telles que types de sols et évapotranspiration potentielle cumulent une contribution à hauteur de 83,8 % et sont par conséquent les variables qui ont le plus contribué à la prédiction des habitats de l'espèce du point de vue de leur ordre d'intégration dans le modèle de prédiction.

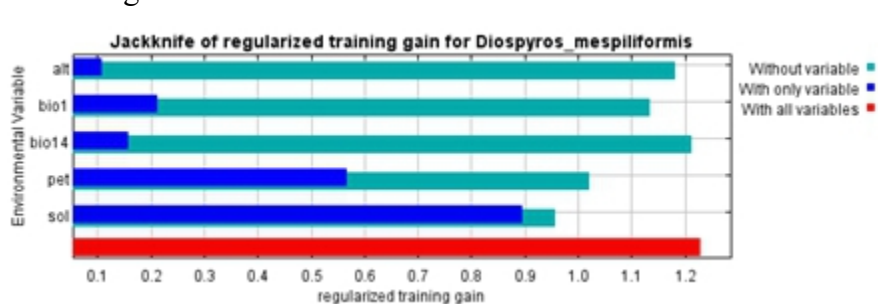
Les proportions observées au niveau de la dernière colonne du tableau I sont relatives à la réduction du pouvoir prédictif du modèle lorsque les valeurs d'une variable donnée sont aléatoirement permutées entre les points du background et ceux de présence. Une valeur élevée indique une grande importance de la variable concernée.

Ainsi, en termes d'importance de permutation, la variable évapotranspiration potentielle provoque la réduction de près de 52 % du

pouvoir prédictif du modèle et celle de la température moyenne annuelle le réduit à 23,2 %. On en déduit que la permutation de ces deux variables réduit à près de 74,8 % la prédiction du modèle de prédiction. Par conséquent, ces deux variables ont été les plus déterminantes dans la prédiction de la dynamique spatio-temporelle des habitats de *Diospyros mespiliformis*. Par contre, les variables telles que l'altitude et les précipitations du mois le plus sec ont faiblement influées la discrimination de ces habitats.

### Pouvoir prédictif du modèle et test de Jackknife

La valeur moyenne de TSS obtenue est de 0,748 avec un écart type de 0,027. Celle de l'AUC est de 0,90 avec un écart type de 0,010. Ces valeurs indiquent la bonne performance du modèle à prédire la dynamique spatio-temporelle des habitats de *Diospyros mespiliformis* dans le milieu d'étude. La figure 3 présente le test de Jackknife sur l'importance des variables utilisées en termes de gain d'information.



**Figure 3** : Test de Jackknife sur les variables environnementales utilisées

Source : Résultats de la modélisation

De l'examen de la figure 3, il ressort que la variable qui augmente le gain d'information expliquant la distribution de *Diospyros mespiliformis* lorsqu'elle est isolément utilisée est le sol. Elle est suivie de l'évapotranspiration potentielle (pet) puis des valeurs de la température moyenne annuelle (bio 1). Ces trois variables sont respectivement dans l'ordre de citation, celles qui détiennent le plus d'informations non contenues dans les autres variables.

### Dynamique des aires de distribution actuelle et future de *Diospyros mespiliformis*

La dynamique des aires de distribution actuelle et future de *Diospyros mespiliformis* avarié dans l'espace et dans le temps aussi bien de façon globale qu'au niveau des aires protégées.

#### Aires de distribution actuelle et future dans la région soudanienne

Le tableau II présente la variation de la superficie des habitats actuels et futurs de *Diospyros mespiliformis* et la figure 4 indique la spatialisation de ces habitats dans la région soudanienne du Bénin.

**Tableau II** : Aires de distribution actuelle et future dans la région soudanienne

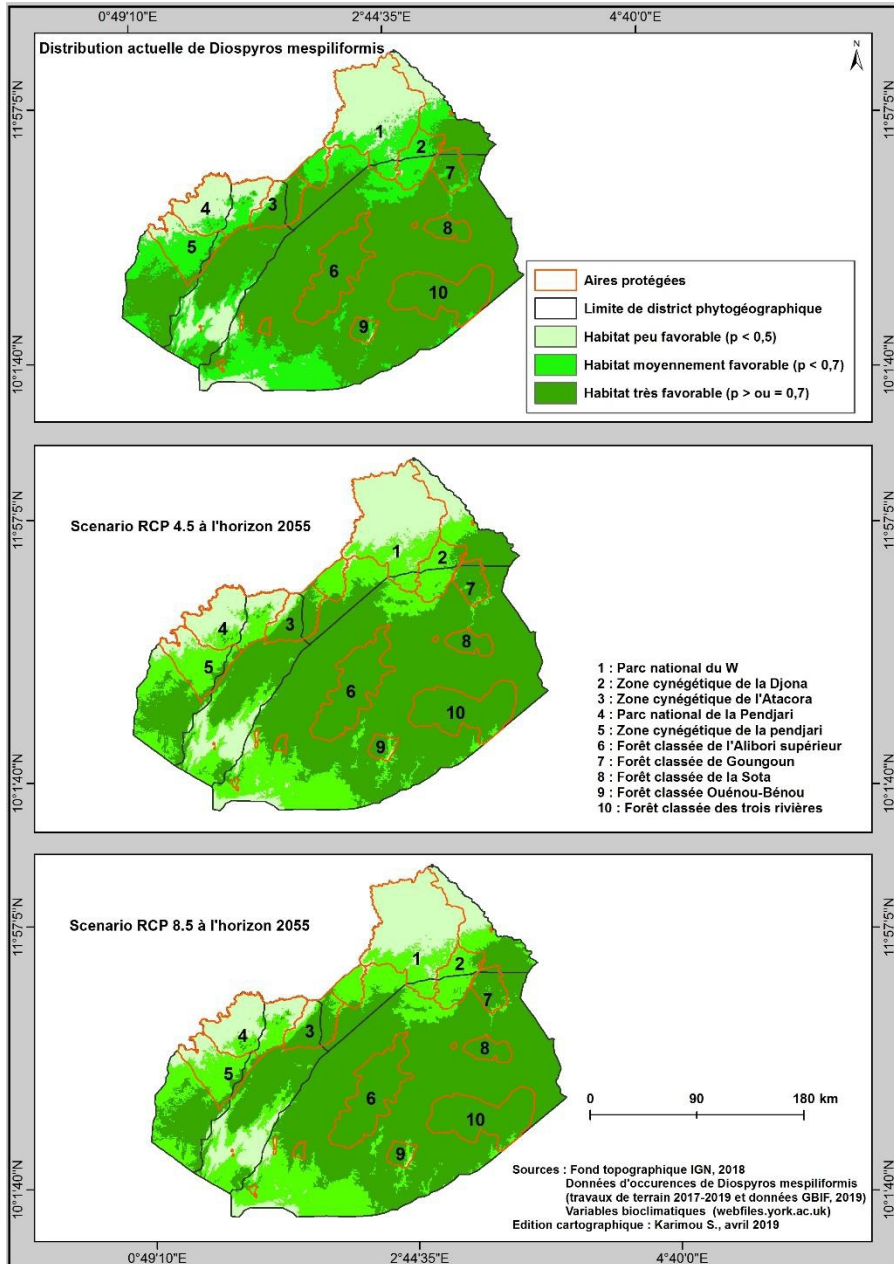
<i>D. mespiliformis</i>	Habitats plus favorables		Habitats moyennement favorables		Habitats peu favorables	
	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Proportion (%)	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Proportion (%)	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Proportion (%)
<b>Présent</b>	36787	63,36	12197	21,01	9077	15,63
<b>RCP 4.5</b>	35413	60,99	13471	23,20	9177	15,81
<b>RCP 8.5</b>	35046	60,36	13514	23,28	9501	16,36

**Source** : Résultats de la modélisation

De l'observation du tableau II, il ressort que la proportion de la superficie des habitats de *Diospyros mespiliformis* varie d'un scénario à un autre. Dans les conditions climatiques actuelles, les habitats plus favorables à la distribution de *Diospyros mespiliformis* représentent 63,36 % de la superficie totale du milieu d'étude. Ces habitats sont localisés au centre et s'étendent du nord-est au sud-est et une partie du sud-ouest de la région soudanienne (figure 4). Ceux moyennement favorables représentent environ 21,01 % de la superficie du milieu d'étude et sont localisés du nord, à l'ouest et à l'extrême sud. Les habitats peu favorables occupent une proportion de 15,63 % et se localisent à l'ouest, à l'extrême nord et une partie du sud-ouest.

Dans le cadre de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (RCP 4.5), les habitats plus favorables occuperont une proportion d'environ 61 % de la superficie du milieu d'étude et seront pratiquement localisés au niveau des habitats qui leurs sont actuellement plus favorables à l'exception du sud-ouest qui connaîtra une régression au profit des habitats moyennement favorables (figure 4). La proportion de la superficie des habitats peu favorables passera de 15,63 à 15,81 % à l'horizon 2055 (tableau 2).

Dans le cadre d'une augmentation des émissions de gaz à effet de serre (RCP 8.5), la proportion des habitats actuellement plus favorables passera de 63,36 % à 60,36 % à l'horizon 2055 (tableau 2). Cette dynamique est perceptible surtout au sud-ouest du milieu d'étude (figure 4) au profit des habitats moyennement favorables. Ce scénario indique une augmentation de la proportion des superficies des habitats moyennement et peu favorables à l'horizon 2055.



**Figure 4 :** Spatialisation des habitats de *Diospyros mespiliformis* dans la région soudanienne  
**Source :** Résultats de la modélisation

### Aires de distribution actuelle et future dans les aires protégées

Le tableau III présente la variation de la superficie des habitats actuels et futurs de *Diospyros mespiliformis* tandis que la figure 5 indique la spatialisation de ces habitats au niveau des aires protégées de la région soudanienne.

**Tableau III:** Aires de distribution actuelle et future dans les aires protégées

<i>D. mespiliformis</i>	Habitats plus favorables		Habitats moyennement favorables		Habitats peu favorables	
	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Proportion n (%)	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Proportion (%)	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Proportion n (%)
<b>Présent</b>	8659	42,89	5066	25,10	6462	32,01
<b>RCP 4.5</b>	8607	42,64	5325	26,38	6255	30,99
<b>RCP 8.5</b>	8535	42,28	5146	25,49	6506	32,23

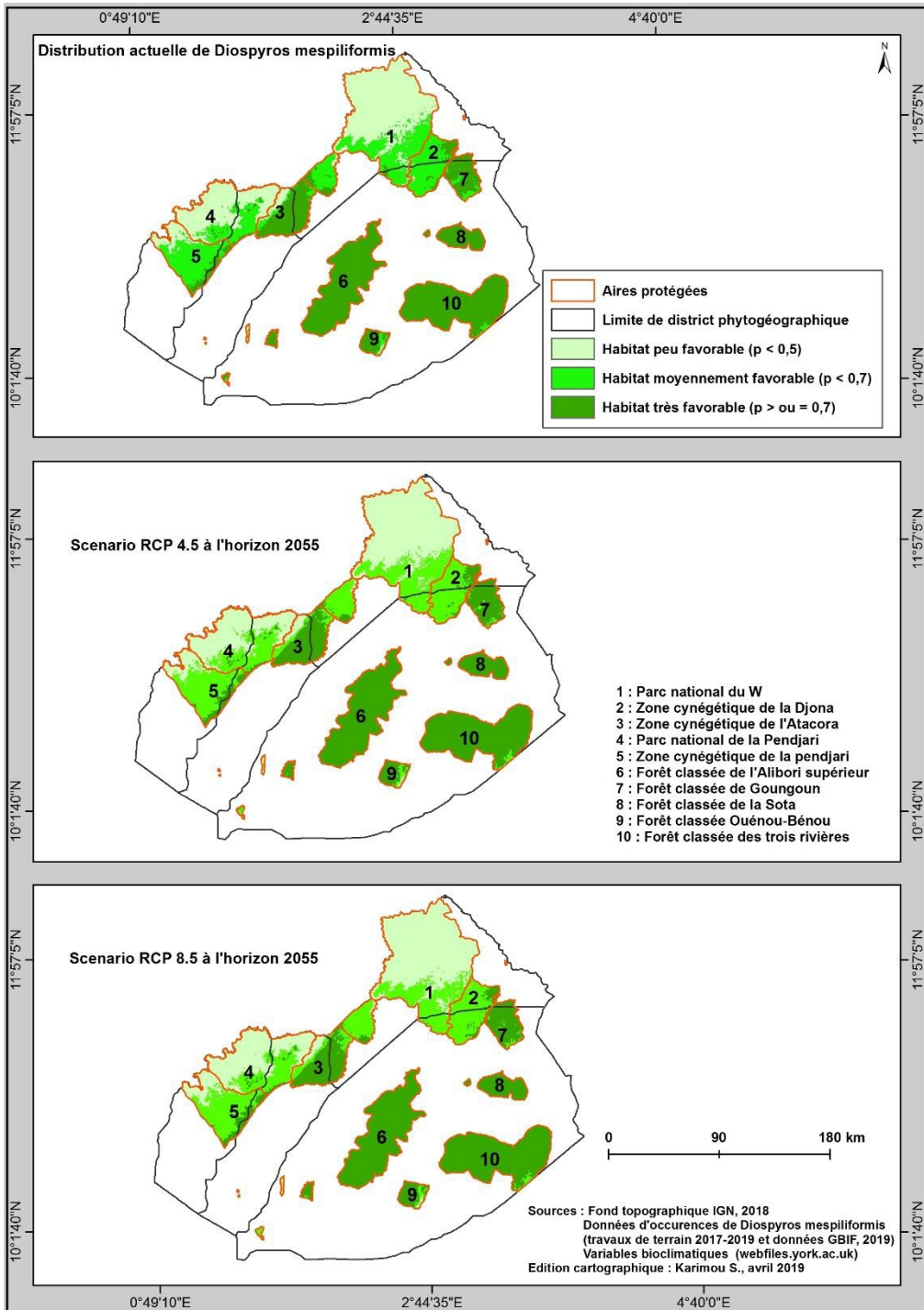
Source : Résultats de la modélisation

De l'examen du tableau III, il ressort que dans les conditions climatiques actuelles, la proportion des superficies plus favorables à *Diospyros mespiliformis* au niveau des aires protégées est 42,89 %. Ces habitats sont localisés dans les aires protégées du phytodistrict de Borgou-nord et au nord du phytodistrict de la chaîne de l'Atacora (figure 5). Les habitats moyennement favorables représentent environ 25 % de la superficie des aires protégées et se rencontrent au sud du phytodistrict de Mékrou-Pendjari et sur une portion de l'extrême nord du phytodistrict du Borgou-nord. Par contre, les habitats peu favorables occupent une proportion de 32,01 % et couvrent principalement le nord du phytodistrict de Mékrou-Pendjari.

Le scénario RCP 4.5 indique que la proportion des habitats actuellement plus favorables connaîtra une légère diminution et passera de 42,89 % à 42,64 % ; de même que les habitats peu favorables. Par contre, les habitats moyennement favorables connaîtront une augmentation de la proportion de leur superficie qui passera de 25,10 % à 26,38 %.

Le scénario RCP 8.5 indique une diminution plus prononcée (42,28 %) de la proportion de la superficie des habitats actuellement plus favorables que le RCP 4.5. Par contre, au niveau des habitats moyennement et peu favorables, on note une augmentation respective de la proportion de la superficie de ces habitats à l'horizon 2055.

Les tendances de la localisation de la dynamique des habitats des deux scénarii au niveau des aires protégées du milieu d'étude sont pratiquement similaires (figure 5).



**Figure 5 :** Spatalisation des habitats de *Diospyros mespiliformis* dans les aires protégées du milieu d'étude  
Source : Résultats de la modélisation

## Discussion

La modélisation de la niche écologique de *Diospyros mespiliformis* a été réalisée à partir du programme *Maxent (Maximum Entropy)* (Phillips *et al.*, 2006). Cette approche est basée sur le concept fondamental de niche de Hutchinson (1957) qui représente les intervalles de conditions et de ressources existant dans un espace donné et qui est potentiellement exploitable par une espèce, sans tenir compte des interactions biotiques possibles avec d'autres espèces (Ricklefs, 2010).

Cinq variables ont été utilisées pour la prédiction de la dynamique spatio-temporelle des habitats de l'espèce dans les conditions climatiques actuelles et futures. Il s'agit des variables telles que le sol (sol), l'évapotranspiration potentielle (pet), la température moyenne annuelle (bio 1), les précipitations du mois le plus sec (bio 14) et l'altitude (alt). Ces variables ont contribué à la prédiction des habitats de l'espèce en de proportions différentes aussi bien du point de vue de l'ordre de leur intégration dans le modèle que de leur permutation.

L'ordre d'intégration des variables dans le modèle de prédiction des habitats révèle que le paramètre sol introduit dans le modèle a eu un impact positif dans la prédiction des habitats de *Diospyros mespiliformis*. Selon Badeau *et al.* (2005), les paramètres édaphiques ont une action physiologique sur les espèces végétales. De plus, le sol constitue un facteur important dans la discrimination de groupements végétaux. *Diospyros mespiliformis* est une espèce qui s'adapte pratiquement à tout type de sol mais préfère les sols lourds et bien drainés (Arbonier, 2002). La région soudanienne qui est l'objet de la présente étude est caractérisée par une diversité de types de sols qui résultent essentiellement du processus de ferrallitisation et de ferruginisation (Le Barbe *et al.*, 1993 ; Viennot, 1978 et Faure, 1977). Ces types de sols en combinaison avec d'autres facteurs du milieu offre donc une diversité de conditions écologiques favorables à la phénologie de *Diospyros mespiliformis*. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Adjahossou *et al.* (2016) et Ayihouenou *et al.* (2016) sur l'importance de la variable édaphique (sol) dans la prédiction des habitats favorables des espèces végétales.

La réduction de près de 75 % du pouvoir prédictif du modèle observé lorsque les variables telles que l'évapotranspiration (pet) et la température moyenne annuelle (bio1) sont permutées témoigne de leurs rôles plus déterminants dans la prédiction de la dynamique spatio-temporelle des habitats de *Diospyros mespiliformis*. En effet, ces deux variables agissent de façon directe sur les végétaux et constituent les paramètres climatiques majeurs en écologie des plantes. Ces résultats corroborent ceux de plusieurs auteurs (Dossou *et al.*, 2016 ; Hounkpêvi *et al.*, 2016 et Fandohan *et al.*, 2015) sur le rôle déterminant des paramètres climatiques qui agissent de façon direct



sur les plantes dans la prédiction de la dynamique spatio-temporelle des habitats des espèces.

Les conditions climatiques actuelles et futures (RCP 4.5 et 8.5) indiquent que les aires protégées du sud, du centre et de l'est de la région soudanienne sont et demeureront très favorables à la culture et à la conservation de *Diospyros mespiliformis* à l'horizon 2055. Par contre, les aires protégées du nord, de l'ouest et des extrêmes nord et ouest sont respectivement moyennement favorable et peu favorable aussi bien dans les conditions climatiques actuelles que futures. Ce constat peut s'expliquer par le fait que la distribution et l'abondance de *Diospyros mespiliformis* évoluent suivant le gradient climatique de la région soudanienne. En effet, le gradient climatique de la région soudanienne évolue de façon décroissante du sud vers le nord.

Le potentiel réel actuel des aires de distribution de *Diospyros mespiliformis* a été sensible aux prédictions des deux scénarii utilisés à l'horizon 2055. Cela démontre que les changements climatiques peuvent impacter la distribution future de *Diospyros mespiliformis* comme l'ont démontré plusieurs auteurs sur la distribution et l'abondance des espèces (Renner *et al.*, 2015 ; Thomas *et al.*, 2015 ; Guisan et Zimmermann, 2000). Par conséquent, l'hypothèse selon laquelle les changements climatiques pourraient modifier l'aire de distribution future de *Diospyros mespiliformis* semble être confirmée.

En considérant l'étendue des habitats obtenue par les valeurs de probabilité brute supérieure ou égale à 0,5 générées par le modèle, on peut conclure que quel que soit le scénario utilisé, les changements climatiques ne constitueront qu'une menace mineure à la survie de *Diospyros mespiliformis* à l'horizon 2055 aussi bien au niveau des aires protégées que dans les terroirs villageois de la région soudanienne. Les caractéristiques climatiques actuelles de son aire de distribution de par le monde prouvent que *Diospyros mespiliformis* est une espèce qui est capable de survivre sous diverses conditions climatiques contrairement à d'autres espèces. En effet, les précipitations annuelles moyennes dans son aire de répartition varient entre 300 et 2000 mm, avec une saison sèche qui peut s'étendre jusqu'à huit mois. Dans le milieu d'étude, ces valeurs sont comprises en général entre 900 et 1200 mm avec une saison sèche qui s'étale sur six voire sept mois.

Ainsi, les causes les plus probables de perte considérable d'habitats de cette espèce dans le futur pourraient être dues à la progression du front agricole, la destruction des milieux naturels liée à l'urbanisation et l'exploitation de son bois à divers fins.

## Conclusion

L'évaluation de la niche écologique de *Diospyros mespiliformis* dans les conditions climatiques actuelles et futures a permis d'examiner la réponse

de cette espèce face aux variations des conditions climatiques dans le temps. Dans l'ensemble, les conditions écologiques et climatiques de la région soudanienne sont propices à la culture et à la conservation de *Diospyros mespiliformis* à l'horizon 2055. Il paraît alors impérieux de mener des investigations sur le potentiel de la régénération de cette espèce dans les aires protégées pour l'identification des sites prioritaires à sa culture et conservation dans le futur.

### Remerciements

Les auteurs remercient IDEA WILD pour avoir soutenu la réalisation de cette étude à travers l'octroi d'un Grants à KARIMOU Soufiyanou.

### References:

1. Abdullah, A., Ibrahim, A. A., Sameera, O. B., Ahmad, H. A., Anis, A., Thomas, J. and Mohammad, A. B. (2014). Nucleotide based validation of the endangered plant *Diospyros mespiliformis* (Ebenaceae) by evaluating short sequence region of plastid rbcL gene, *Plant Omics Journal (POJ)* 7(2):102-107 (2014) ISSN:1836-3644.
2. Adjahossou, S. G. C., Gouwakinnou, G. N., Houehanou, D. T., Sode, A. I., Yaoitcha, A. S., Houinato, M. R. B., Sinsin, B. (2016). Efficacité des aires protégées dans la conservation d'habitats favorables prioritaires de ligneux de valeur au Bénin. *BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES*, N 328 (2), pp. 67 – 76.
3. Adomou, C. A., Sinsin, B., van, der, Maesen, L. J. G. (2006). Phytosociological and chorological approaches to phytogeography: a meso-scale study in Benin. *Systematics and Geography of Plants*, 76 (2): 155-178.
4. Agbani, O. P., Gandji, K., Tovissodé, F., Karen, H., Sinsin, B. (2017). Production Fruitière De Quatre Essences Ligneuses Dans La Forêt De Nassou En Zone Soudanienne Du Bénin. *European Scientific Journal* Vol.13, No.36, pp. 352 – 367. URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n36p352>.
5. Ali, A., Issoufou, Hassane, B-A., Dan, G. I., Toudou, D., Abdoul, K., Mahamane, A., Saadou, M. (2017). Effet De Prétraitements, De Substrats Et De Stress Hydriques Sur La Germination Et La Croissance Initiale De *Diospyros Mespiliformis* Hochst. Ex A.DC. *European Scientific Journal*, Vol.13, No.21. pp. 251 – 268. URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p251>.
6. Allouche, O, Tsoar, A, Kadmon, R. (2006). Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology* 43 (6), pp.1223-1232. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214>.

7. Arbonnier, M. (2002). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD (Montpellier) et Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris), 574 p.
8. Ayihouenou, E. B., Fandohan, A. B., Sodé, A. I., Gouwakinnou, N. G. et Djossa, A. B. (2016). Biogéographie du néré (*Parkia biglobosa* (Jack.) R. Br. ex. Don.) sous les conditions environnementales actuelles et futures au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB). Pages (pp.) 93-108. ISSN en ligne (on line) : 1840-7099.
9. Badeau, V., Dupouey, J. L., Clu-Zeau, C., Drapier, J. (2005). Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100. Forêt Entreprise, n°162, pp. 25-29.
10. Belemtougri, R. G., Constantin, B., Cognard, C., Raymond, G., Sawadogo, L. (2006). Effects of two medicinal plants *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) and *Diospyros mespiliformis* L. (Ebenaceae) leaf extracts on rat skeletal muscle cells in primary culture. J Zhejiang Univ SCIENCE B 7(1):56-63. ISSN 1673-1581.
11. Codjia, J. T. C., Assogbadjo, A. E., Ekué, M. R. M. (2003). Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaire du Bénin. Cahiers Agricultures 2003, 12 : 1-12.
12. Dossou, E. M., Lougbégnon, T. O., Houessou, L. G. et Codjia, J. T. C. (2016). Analyse de l'impact du changement climatique sur l'aire de distribution actuelle et future de *Lannea microcarpa* Engl. & K. Krause au Bénin, Afrique de l'Ouest. Afrique SCIENCE 12(1) (2016) 27 – 38. ISSN 1813-548X
13. Elith, J., C.H. Graham, R.P. Anderson, M. Dudik, S. Ferrier, A. Guisan, R.J. Hijmans, F. Huettmann, J.R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L.G. Lohmann, B.A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J.M. Overton, A.T. Peterson, S.J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R.E. Schapire, J. Soberon, S. Williams, M.S. Wisz, N.E. Zimmermann, (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29, 129151.
14. Elith, J., Kearney, M. & Phillips, S. (2010). The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, 1, pp. 330–342.
15. Fandohan, AB, Oduor, A. M. O., Sode, AI, Wu, L., Cuni-Sanchez, A, Assede, E, Gouwakinnou, GN. (2015). Modeling vulnerability of protected areas to invasion by *Chromolaena odorata* under current and future climates. *Ecosystem Health and Sustainability* 1(6) 20. <http://dx.doi.org/10.1890/EHS15-0003.1>.

16. Faure, P. (1977). Notice explicative, carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin, feuille de Natitingou (6). Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) : Paris, 68 p.
17. Franklin, J. (2009). Mapping species Distribution: Spatial Inference and Prediction (Ecology, Biodiversity and Conservation) Saint Diego State. Cambridge University Press, 318 p.
18. Giam, X., Bradshaw, C. J.A., Hugh, T.W. T., Navjot, S. S. (2010). Future habitat loss and the conservation of plant biodiversity. *Biological Conservation* 143 (2010) pp.1594–1602.
19. GIEC. (2013). Changement climatiques: les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au 5<sup>ème</sup> rapport d'évaluation du GIEC. 34 p.
20. Gning, O. N., Sarr, O., Gueye, M., Akpo, L.E., Ndiaye, P. M. (2013). Valeur socio-économique de l'arbre en milieu malinké (Khossanto, Sénégal), *Journal of Applied Biosciences* 70:5617– 5631, ISSN 1997–5902.
21. Guisan, A., Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
22. Hounkpêvi, A., Tosso, F., Gènavo, D. S. J. C., Kouassi, E. K., Koné, D. et Glèlè-Kakai, R. (2016). Climate and potential habitat suitability for cultivation and in situ conservation of the black plum (*Vitex doniana* Sweet) in Benin, West Africa. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)*. Vol. 8, No. 4, p. 67-80. ISSN: 2223-7054 (Print) 2225-3610 (Online).
23. Hutchinson, G.E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harb. Symp. Quantitative Biology* 22: 415–457.
24. Jegede, O., C., Gbadebo, J.O., Adio, A.F., Okesiji, I.T., Akindolu, D.R., Osewa, O.F. (2015). Effect of pretreatment on growth and early seedling performance of *diospyros mespiliformis*, *Journal of Natural Sciences Research*, Vol.5, No.2, 2015, ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921 (Online).
25. Kumar, S. and Stohlgren, T. J. (2009). Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. *Journal of Ecology and Natural Environment* Vol. 1(4), pp. 094-098, July, 2009. Available online at <http://www.academicjournals.org>.
26. Le Barbe, L., Ale, G., Millet, B., Texier, H., Borel, Y. (1993). Monographie des ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. Paris, ORSTOM, 540 p.
27. Nchoutpouen, S. (2003). Les produits forestiers non ligneux d'origine végétale dans les provinces du Nord et de l'Extrême Nord du

- Cameroun : inventaire et pratiques locales de gestion. Mémoire ingénieur, FASA, Université de Dschang, 72p.
28. Padalia, H., Srivastava, V., Kushwaha, S.P.S. (2014). Modeling potential invasion range of alien invasive species, *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. in India: Comparison of MaxEnt and GARP. *Ecological Informatics* 22 (2014) 36–43.
  29. Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190 (2006) pp.231–259.
  30. Platts, P. J., Marchant, R. A. (2015). AFRICLIM: High-resolution climate projections for ecological applications in Africa. *African Journal of Ecology*, 53: 103-108.
  31. Renner, I.W., Elith, J., Baddeley, A., Fithian, W., Hastie, T., Phillips, S.J., Popovic, G. & Warton, D.I. (2015). Point process models for presence-only analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, 6, 366–379.
  32. Ricklefs, R. E. (2010). *A Economia da Natureza*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 570 p.
  33. Thomas, B., Lutz, S. & Rideau, C. (2015). Modélisation de la répartition des campagnols aquatiques du genre *Arvicola* en Normandie. Groupe Mammalogique Normand, Agence de l'Eau Seine-Normandie, 62 p. + annexes.
  34. Traoré, L., Ouédraogo, I., Ouédraogo, A., Thiombiano, A. (2011). Perceptions, usages, et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina-Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(1): 258-278.
  35. Viennot, M. (1978). Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire Du Bénin A 1/200.000, Feuille de Bembèrèkè. ORSTOM, Paris, France, 45 p.
  36. Vivien, J. & Faure, J. J. (1996). *Fruitiers sauvages d'Afrique. Espèces de Cameroun*. Editions NGUILA-KEROU, 416 p.
  37. Vodouhê, F.G., Coulibaly, O., Greene, C., and Sinsin, B. (2009). Estimating the Local Value of Non-Timber Forest Products to Pendjari Biosphere Reserve Dwellers in Benin. *Economic Botany*, 63(4), pp. 397-412.
  38. Yolidjé, I., Alfa, Keita, D., Moussa, I., Toumane, A., Maman, Maarouhi, I., Saley, K., Pirat, J-L., Much, T., Ouamba, J. M. (2019). Caractérisation Phytochimique et Activité Larvicide d'extraits Bruts de Plantes Issues de la Pharmacopée Traditionnelle du Niger sur les Larves d'*Anopheles gambiae* S.L. *European Scientific Journal*, Vol.15, No.12, pp. 30 – 51. URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n12p30>.

39. Zizka, A., A. Thiombiano, S. Dressler, B. Nacoulma, A.Ouédraogo, I. Ouédraogo, O.Ouédraogo, G. Zizka, K.Hahn & M. Schmidt (2015). Traditional plant use in BurkinaFaso (West Africa): a national-scale analysis with focus on traditionalmedicine. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 11: 9.

## **Decisional Profile on Competing Volleyball Athletes From Autonomous University of Chihuahua (Uach): Gender Comparison**

*Dr. Juan Cristobal Barron Lujan,  
Silvia Isela Ramírez Enríquez, M.P.P.,  
Héctor Luis Medina Lopez, M.A.R.H.,  
Francisco Javier Flores Rico, M.C.,  
Gilberto Santos Sambrano, M.P.A.,  
Leopoldo Refugio Lopez Baca, M.C.,  
Dr. Gabriel Gastelum Cuadras,*  
Faculty of Physical Culture Sciences,  
Autonomous University of Chihuahua, Mexico

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p20

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p20](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p20)

---

### **Abstract**

Sports psychology considers the athlete as an individual capable of processing information and making their own decisions which reflects in the results obtained as a team in a competition within the sports environment. This paper focuses on comparing the competing decisional profile on the sports performance of volleyball players at the Autonomous University of Chihuahua and also determines gender differences. For this, a descriptive, comparative investigation was carried out, where 24 representative athletes of the university participated in this discipline. Here, the questionnaire of Decision Style in the Sport of Ruiz and Graupera (2005) was applied to measure aspects of decision making in sports. Among the most relevant aspects is the commitment to their training. It combines not only the concern for the adversary, for knowing their customs and their concerns in the competition, but clearly emphasizes the importance of relying on the coach's tactical plan and following his instructions. The results analyzed with the Mann-Whitney U test show that there are no differences in the decision profile between genders; however, it was determined that the men presented themselves to present perceived decision-making competence and commitment to decision-making than women, plus, they face less anxiety and stress when deciding. Therefore, it is concluded that the decision profile may be related to the competitive experience, since the men of the present study have shown better sports performance in previous meetings than women.

---

**Keywords:** Anxiety, Burden, Commitment, Decision profile

## **Introduction**

The first studies on decision making in sport by Alain and Proteau (1980); Bard and Fleury (1976); Bard, Fleury, and Carrière (1989); Goulet, Bard, and Fleury (1989); and cited in García, Ruiz, and Graupera (2009) were preferably carried out in a laboratory with very controlled designs. Therefore, although the researchers' manifest intention was to explore cognitive processes relevant to the athlete, the experiments reproduced situations that were very distant from sporting reality. The work of Canadian researchers from the 70s and 80s, who were concerned with aspects such as visual processing or perceptual strategies of the subjects, could be taken as an example of this type of approach. In the study, García et al. (2009) found that volleyball male and female players have a very similar decision profile (no significant differences found) with a moderate perception of competition, low anxiety, and high commitment. Besides, as the level of sport increases, commitment and the perception of competition increase moderately, while anxiety about decision-making decreases considerably. As a consequence, the volleyball profile of the international level is considerably more closed than that of the lower sports levels.

Aguilar, Martín, and Chiroso (2013) concluded that making the right decisions during sports is one of the pillars of the correct development of the game. For this reason, from the basic training, it is vital to work out both the technique and the tactics and, in particular, the decision making. The development of tactical thinking should be oriented towards comprehensive learning that allows athletes to improve procedural knowledge of an explicit nature. Moreno, del Campo, Reina, Ávila, and Sabido (2003), cited in Vila-Maldonado, García, and Contreras (2012), found as in other investigations that expert athletes present visual search patterns that respond to deliberate perceptual strategies, which influences when making a competing decision. On the other hand, the less-experienced ones present a visual search that obeys the order of occurrence of events.

The participation of students in sporting events is of great relevance to their life experience in terms of stimulating the acquisition of values, decision making, and personal and social responsibility among other factors. Most especially, this can be seen in competition which is the moment or fundamental aspect of the sports field. In this period, the athletes, despite having a good physical condition and optimal training, do not always score favorable results. There is uncertainty that these results are directly related to the decision making by players in the different sport disciplines. This is why the concern was born to carry out this research focused on a specific sport,



volleyball, which is a sport of extreme skill and where each decision making takes place at a very short period. Also, when taking this sport's discipline for its specific analysis, the different variables related to the athlete's responsibility and emotions at the time of competition must not be left out. One of the fundamental characteristics of cognitive theory is to consider the athlete's actions regardless of context (Schmidt & Lee, 1999).

Therefore, the training objective should be that the athlete acquires the greatest possible number of automatisms and possible stimulus-response situations (Balagué et al., 2008) to achieve ideal execution models. This approach is oriented to the full knowledge of the alternatives of action. The athlete is aware of their behaviors, their knowledge is stored in memory in the form of mental representations and, from here, they apply the information to consciously decide and execute. In the sports context, all this information is continually updated and stored in memory by configuring your knowledge base of a specific sport (Magill, 2007).

## **Method**

### **Subjects or sample**

In the present study, the UACH volleyball teams participated with a total of 24 players: 12 of them female and 12 male, both in an age range of 18 to 25 years.

### **Research Design and Study Variables**

It is a descriptive-comparative study, which seeks to specify important properties and characteristics of any phenomenon analyzed, describes trends, and determines the differences between a group or population. In this case, it is comparison between genders.

### **Independent Variable**

Gender: Understood as a nominal measurement level since it simply refers to the male and female categories without giving them any order or hierarchy (Coolican, 1997).

### **Dependent Variables**

Perceived Decisional Competition: It refers to the perception that the athlete has of his competence to decide in his sport, both for the opinion that significant others may have of him and for his comparison with his teammates and opponents (Ruiz & Graupera, 2005).

Anxiety and Stress when Deciding: It is a negative dimension of decision making since it refers to the circumstances that generate stress and the fears of the athlete related to the fact of deciding in his sport (Ruiz & Graupera, 2005).

**Commitment in Decisional Learning:** It is related to the responsibility and effort that the athlete manifests in improving their competence to decide and the tactical monitoring of the advice of their coaches (Ruiz & Graupera, 2005).

### **Instrument**

In this study, the Decision Style in Sports Questionnaire (CETD) by Ruiz and Graupera (2005) was used as a tool or instrument in field research. Also, an important benefit is obtained which is to highlight the existence of different aspects of the decision making in sports. Thus, this was highlighted and considered by the athletes themselves. Among the most relevant aspects in the commitment in their decisional training is the first-order element. It combines not only the concern for the adversary to know their customs and preferences in the competition but also the importance of relying on the coach's tactical plan and following his instructions.

### **Process**

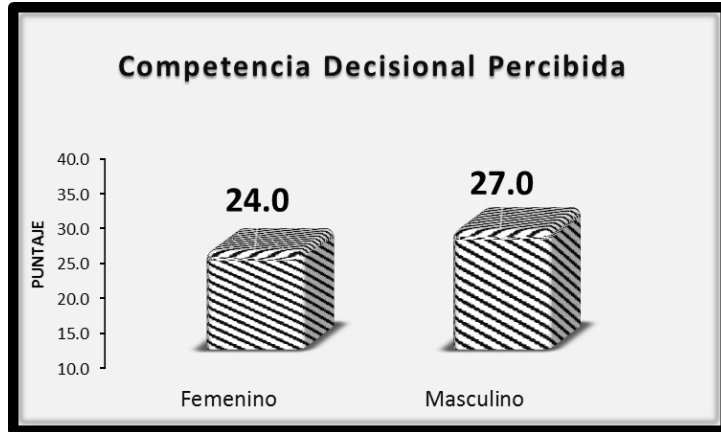
The steps to develop and obtain results of this project have the following sequence: Selection of the CETD questionnaire as a tool or instrument to gather required information among athletes. Coaches were asked for permission to conduct research with their athletes as well as observation during training and to apply the questionnaire. Subsequently, analysis and grouping of responses obtained according to the information provided by the athletes in the CETD questionnaire were carried out to enter the data into the SPSS STATISTICS program. This is in addition to performing the MANN-WHITNEY U non-parametric test for two independent samples and obtaining results by applying the three different variables with a gender comparison.

### **Results**

Once the field research was carried out using the different variables used, the following results or conclusions were obtained: no significant difference was found in the dimension of perceived decision-making competence. However, it can be observed that men tend to present a better response compared to women (Table 1.0 and Figure 1.0).

**Table 1.0.** Mann-Whitney U descriptive analysis in the perceived decision-making competence dimension between both genders.

<b>Género</b>	<b>Mediana</b>	<b>Ri</b>	<b>Z</b>	<b>P</b>
Femenino	24.00	(16.75-28.75)	-1.535	.125
Masculino	27.00	(23.00-30.00)		

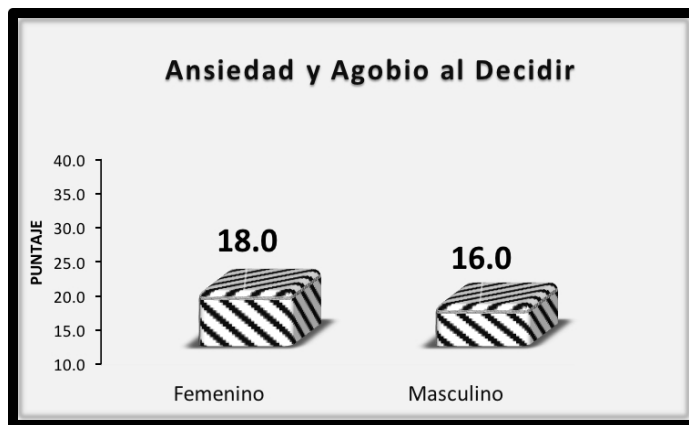


**Figure 1.0.** Distribution of the mean in the perceived decisional competence dimension between genders.

There was no significant difference in the dimension of anxiety and stress when deciding. However, it can be seen that men tend to have a better response compared to women (Table 2.0 and Figure 2.0).

**Table 2.0** Mann-Whitney U descriptive analysis in the anxiety and burden dimension when deciding between both genders.

Género	Mediana	Ri	Z	P
Femenino	18.00	(13.25-22.25)	-.261	.794
Masculino	16.00	(14.25-21.50)		

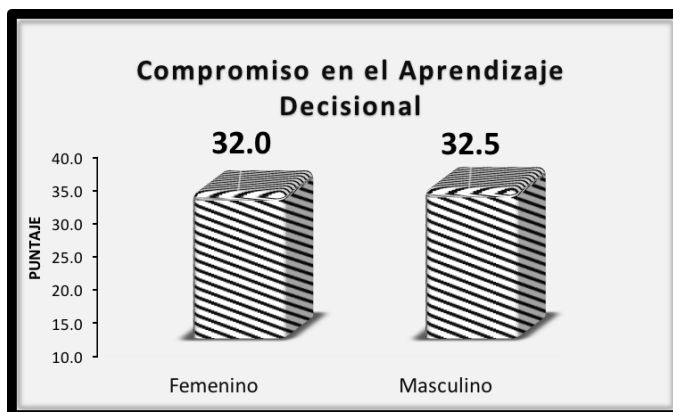


**Figure 2.0.** Distribution of the mean in the anxiety and burden dimension when deciding between both genders.

No significant difference was found in the dimension of commitment in decision learning. However, it can be seen that men tend to have a better response compared to women (Table 3.0 and Figure 3.0).

**Table 3.0.** Descriptive analysis U of Mann-Whitney in the dimension of commitment in the decisional learning between both genders.

Género	Mediana	Ri	Z	P
Femenino	32.00	(27.25-34.75)	-.435	.664
Masculino	32.50	(30.25-34.00)		



**Figure 3.0.** Distribution of the mean in the commitment dimension in decision-making learning between both genders.

As shown in the previous tables, there is no significant difference between both genders in the decision profile of volleyball athletes during periods of competition.

### Conclusion

According to the results, the gender of the athletes is not a determining factor for the best decision making during competition. Well, although the same questionnaire was applied to both genders, there is no direct relationship between the results of the said study. According to the study of Claver, Jiménez, Fernández, González, and Moreno (2015) entitled “Procedural Knowledge and Decision-Making Profile of Volleyball Players of Child Category”, the player’s decision-making process during the course of an action/game can be influenced by numerous variables, which can be cognitive and emotional. These variables must be taken into account when planning training as far as decision learning is concerned. As a second comparison, based on the results obtained with those of the study by García et al. (2009) entitled “Decisional Profiles of Volleyball Players of Different Skill Levels”, similar research was used in both investigations and their results are of great similarity. The comparison strengthens the results obtained in this research, since both show that women have a significantly lower perception of decision-making competence. As concluded in this field investigation, there are no

significant differences between both genders at the time of deciding within the periods of competition. However, this research can be used for other similar studies, in which competitive experience in high-performance sports (number of participations in National Universities, international events, or finalist phases of these) is analyzed as a determining factor to improve the decision profile of the athletes within the competitions.

### References:

1. Aguilar, J., Martín, I. & Chiroso, L. J. (2013). Study of the subjective dimension of decision making in high school students through the Decision Style Questionnaire in Sports (CETD). *Iberoamerican Journal of Exercise and Sports Psychology*, 9 (1), 209-220.
2. Balagué, N., Hristovski, R., & Vázquez, P. (2008). Ecological dynamics approach to decision making in sport. *Training issues Education Physical Training Sport*, 71 (4), 11-22.
3. Claver, F., Jiménez, R., Fernández, C., González, J., & Moreno, M. (2015). Procedural knowledge and decisional profile of volleyball players in the children's category e-balonmano.com: *Journal of Sports Sciences*, 11.
4. Coolican, H. (1997). *Research methods and statistics in psychology*. Mexico: Modern Manual.
5. García, V., Ruiz, L.M., and Graupera, J.L (2009). Decisional profiles of volleyball players of different skill levels. *International Journal of Sports Sciences* 14 (5), 123-137.
6. Magill, R.A. (2007). *Motor learning concepts and applications*. New York, N.Y. : McGraw-Hill.
7. Ruiz, L. M. & Graupera, J.L. (2005). Subjective dimension of decision-making in sport: development and validation of the CETD questionnaire of decision style in sport. *European Journal of Human Movement*, 14, 95-107.
8. Schmidt, R.A. & Lee, T. D. (1999). *Motor control and learning: A behavioural to emphasis* (3 ed.).
9. Vila-Maldonado, S ., García López, L.M ., & Contreras Jordán, O.R. (2012). The research of the visual behavior, from the cognitive-perceptual focus and the decision making in sports. *Journal of Sport and Health Research*. 4 (2): 137-156.

## **Parasites Gastro-Intestinaux des Populations Humaines du Parc National de Taï, Côte d'Ivoire**

***Kouassi Wa Yao Roland, PhD***

Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Perrotey Sylvie, PhD***

Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie,  
Université de Strasbourg, France

***Bassa Kouakou Fidèle, PhD***

Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Bohoussou Kouakou Hilaire, PhD***

UFR Ingénierie Agronomique Forestière et Environnementale,  
Université de Man, Côte d'Ivoire

***N'goran Kouakou Eliezer, PhD***

Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p27

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p27](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p27)

---

### **Résumé**

Les affections parasitaires sévissent dans les pays en voie de développement, en particulier au sein des populations pauvres des régions tropicales. En Côte d'Ivoire, des précédents travaux ont montré des taux de prévalence élevés pour les infestations parasitaires intestinales. Le but de notre étude était d'investiguer sur la présence des parasites gastro-intestinaux chez les populations de 3 villages situés autour du parc national de Taï (PNT) ainsi que chez les chercheurs et les assistants de recherche travaillant au sein du PNT. L'analyse de 586 échantillons de selles par la méthode de Ritchie et par la technique de concentration Merthiolate-Iodine-Formaldehyde (MIF) a mis en évidence la présence de 21 parasites dont 12 helminthes et 9 protozoaires. Les prévalences parasitaires globales étaient élevées (69,1%) dans l'ensemble des sites échantillonnés. Les prévalences parasitaires globales étaient élevées (69,1%) dans l'ensemble des sites échantillonnés. Le village de Gouléako 1 a enregistré la prévalence parasitaire globale la plus élevée (81,43%), et le village de Paulé Oula la plus faible (64,58%). Les individus de la classe d'âge [7-14ans] étaient les plus infestés avec un pic d'infestations pendant la saison pluvieuse. Le polyparasitisme est très marqué avec 89% des

sujets infestés par au moins deux espèces de parasites. L'inventaire faunistique des parasites intestinaux des populations humaines vivant à proximité du PNT a permis de rajouter six nouvelles espèces à la liste des parasites identifiés chez les populations de Côte d'Ivoire. Il s'agit d'*Oesophagostomum* sp., de Capillariidae Gen. sp. 2, de *Dicrocoelium* sp., de *Trichostrongylus* sp., de *Strongyloides fuelleborni* et de *Balantidium coli*.

---

**Mots-clés:** Parasites, Prévalence, Communauté rurale, Côte d'Ivoire

---

## **Gastrointestinal Parasites from Humans Populations of Taï National Park, Côte d'Ivoire**

***Kouassi Wa Yao Roland, PhD***

Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Perrotey Sylvie, PhD***

Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Pharmacie,  
Université de Strasbourg, France

***Bassa Kouakou Fidèle, PhD***

Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Bohoussou Kouakou Hilaire, PhD***

UFR Ingénierie Agronomique Forestière et Environnementale,  
Université de Man, Côte d'Ivoire

***N'goran Kouakou Eliezer, PhD***

Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

Parasitic diseases are prevalent in developing countries, especially among poor communities in the tropics. In Côte d'Ivoire, previous studies have recorded high prevalence for intestinal parasite infestations. This paper focuses on investigating the presence of gastro-intestinal parasites in rural populations from 3 villages located near the Tai National Park (TNP) and among researchers and research assistants working in TNP. Screening of 586 stool samples by Ritchie method and Merthiolate-Iodine-Formaldehyde concentration technique has revealed the presence of 21 parasites including 12 helminths and 9 protozoa. The overall parasite prevalence was high (69.1%).

We found the highest and lowest prevalence in Gouléako 1 (81.43%) and Paule Oula (64.58%) villages respectively. The age group [7-14] has been more infested with a peak of infestations during rainy season. Polyparasitism is very marked with 89% of individuals harboring at least two species of parasites. The intestinal parasites inventory, detected in rural populations living near the PNT, allowed us to add six species to the list of parasites identified in the human population of Côte d'Ivoire. These are *Oesophagostomum sp.*, *Capillariidae Gen. sp.*, 2 *Dicrocoelium sp.*, *Trichostrongylus sp.*, *Strongyloides fuelleborni* and *Balantidium coli*.

---

**Keywords:** Parasites, Prevalence, Rural community, Côte d'Ivoire

## Introduction

Les maladies infectieuses dues à des parasites gastro-intestinaux représentent un important problème de santé publique. Environ 2 milliards de personnes sont touchées dans le monde. C'est notamment le cas des populations rurales pauvres de l'Afrique subsaharienne, de l'Asie orientale et de l'Amérique centrale et du Sud (Pullan *et al.*, 2014).

L'intensité saisonnière et la distribution de ces infections parasitaires sont fortement influencées par les facteurs géographiques, les conditions climatiques et hygiéniques trop souvent précaires et les activités humaines qui entraîne la modification de l'environnement et l'apparition de pathogènes émergentes (Wilcox & Gubler, 2005).

En Côte d'Ivoire, le Parc National de Taï (PNT) représente la plus vaste aire pleinement protégée du massif forestier ouest-africain et constitue un grand centre de diversité pour de nombreuses espèces animales et végétales (Schweter, 1999). Cependant, la partie ouest du PNT est bordée par plusieurs villages souvent très proches du PNT, du fait de leur confinement entre le fleuve Cavally à l'ouest et le PNT à l'est. Cette région est aussi caractérisée par une grande diversité de populations humaines dont l'activité principale est l'agriculture, avec un mélange de cultures vivrières et de cultures de rentes (Leonard & Ibo, 1994).

Depuis quelques années, des maladies bactériennes et virales ont été signalées chez les primates du PNT et dans les populations riveraines (Leendertz *et al.*, 2004 ; Köndgen *et al.*, 2008 ; Mossoun *et al.*, 2015; Anoh *et al.*, 2015; 2017). Un nombre limité de travaux s'est intéressé aux parasites gastro-intestinaux que les chez primates non-humains du PNT (Kouassi *et al.*, 2015). A ce jour, à notre connaissance, aucune étude ne s'est focalisée sur ceux des populations humaines.

L'objectif de ce travail est donc de dresser un inventaire systématique des parasites gastro-intestinaux des populations rurales du PNT et de définir les facteurs de variation de ces parasites. Il s'agit de la première étude

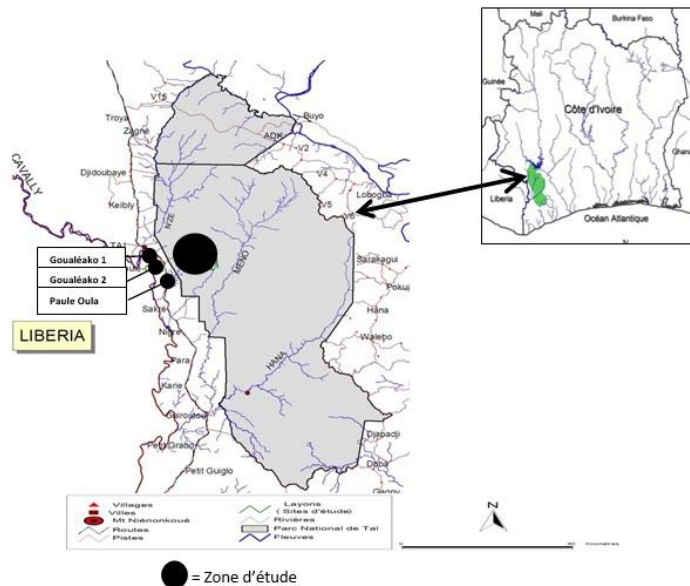


consacrée à l'ensemble des parasites gastro-intestinaux des populations humaines de cette région vivant à proximité de l'aire protégée de Taï.

## Approche Methodologique

### Site d'étude

L'étude a été conduite dans la partie ouest du Parc National de Taï et dans 3 villages environnants (Paulé-Oula, Gouléako 1 et Gouléako 2) (Figure 1). Ce site d'étude est localisé dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest) entre les latitudes 5°10 et 6°10 nord et les longitudes 4°20 et 6°50 ouest (Hoppe-Dominik, 1995). Il se trouve à 20 km à l'est de la ville de Taï. Le PNT est soumis à un climat de type subéquatorial de transition. Le régime pluviométrique est de type bimodal et compte deux grandes saisons pluvieuses. L'une s'étend de septembre à novembre, l'autre d'avril à juin. Elles sont séparées par une inflexion entre juillet et août. La saison sèche débute en décembre et prend fin en mars. La moyenne des précipitations annuelles est de 1 800 mm et la température moyenne mensuelle varie très faiblement entre 24°C et 26°C. L'hygrométrie reste élevée toute l'année (85 à 90%). Elle atteint souvent 100% (Hoppe-Dominik, 1995).



**Figure 1.** Localisation de la zone d'étude, en Côte d'Ivoire

### Populations d'étude

Des personnes volontaires issues de 3 villages (Paulé-Oula, Gouléako 1, Gouléako 2) situés dans la partie ouest du parc, et des acteurs permanents du PNT (chercheurs et assistants de terrain) ont fait l'objet d'un échantillonnage.

Tous les participants ont été informés des objectifs et des approches méthodologiques au moyen d'une lettre d'information et de séances d'explications collectives ou individuelles. Après avoir pris connaissance du contenu du projet, chaque individu a décidé librement d'y participer ou non. La participation des enfants mineurs a été soumise à l'autorisation des parents ou tuteurs légaux. L'accord de participation a été matérialisé par l'émargement d'une fiche de consentement éclairé.

### ***Approbation éthique***

Cette étude a reçu l'autorisation de la Direction de la Recherche du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) du Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts, et l'approbation du Comité National d'Ethique et de la Recherche (CNER) du Ministère de la Santé (N°99-10/CNER/MSHP). Un code a été attribué à chaque échantillon pour garantir la confidentialité des données. Le traitement des parasitoses intestinales des participants de tous les sites échantillonnés a été effectué par l'Albendazole 400 mg, à raison d'un comprimé par personne pour tous les cas dépistés, à l'exception des femmes enceintes, conformément au protocole approuvé par le CNER.

### ***Collecte des selles et analyses parasitologiques***

Les selles ont été collectées entre janvier et novembre 2010, pendant la saison sèche et la saison pluvieuse. Des pots de prélèvement de 125 mL ont été remis à chaque participant. Les selles fraîches du jour-même de la collecte des échantillons ont été alors rapportées par les participants. Le Tableau I présente le nombre d'individus échantillonnés selon la localité, le sexe et la classe d'âge. Les échantillons ont été conservés à la fois dans une solution de formol 10% et dans une solution de SAF (Sodium acetate-Acetic acid-Formalin). Les selles ont été mises en suspension dans 3 fois leur volume d'une solution de formol à 10%. Les tubes sont étiquetés, fermés et secoués vigoureusement de façon à obtenir une suspension homogène. Sur l'étiquette sont codifiés, la date, l'heure, la localité, le sexe, l'âge de l'individu échantillonné et le mode de conservation.

Pour la recherche d'helminthes et de protozoaires, chaque échantillon a été soumis à un examen direct à la technique de Ritchie modifiée, et à celle du MIF (Blagg *et al.*, 1955 ; Young *et al.*, 1979; Erdman, 1981). La lecture des lames a été réalisée à l'aide d'un microscope (Leica DM2000 LED), équipé d'un appareil photo (Leica DFC450). L'identification des parasites était basée sur la morphologie des œufs, des kystes et des larves (taille, couleur, forme).

### ***Analyses statistiques***

Les prévalences parasitaires ont été estimées par facteur de risque: localité, sexe, classe d'âge et saison. Le logiciel STATA software version 10 (Stata Corporation, College station, USA) a servi à cet effet. Les différentes proportions ont été comparées à l'aide du test de Fischer. Les résultats sont considérés comme significatifs au niveau d'incertitude de 5 % ( $p < 0,05$ ). L'indice de Shannon ( $H'$ ) et l'indice d'équitabilité ( $E$ ) ont permis d'évaluer la richesse spécifique et l'abondance des différentes espèces de parasites ainsi que leur répartition équitable au sein des populations humaines (Colwell *et al.*, 2013).

**Tableau I.** Nombre d'individus échantillonnés par sites

		Sites				
		Gouléako 1	Gouléako 2	Paulé-Oula	PNT	Total
<b>Genre</b>	<b>Femme</b>	40	126	143	10	319
	<b>Homme</b>	30	86	97	54	267
	<b>Total</b>	70	212	240	64	586
<b>Classe d'âge</b>	<b>[3-6]</b>	19	51	85	-	155
	<b>[7-14]</b>	14	68	62	-	144
	<b>[15-24]</b>	21	60	59	-	140
	<b>[25; +]</b>	16	33	34	64	147
	<b>Total</b>	70	212	240	64	586

### **Resultats**

#### ***Inventaire faunistique des parasites***

Dans les 4 sites sélectionnés (Gouléako 1, Gouléako 2, Paulé-Oula et PNT), 821 personnes ont participé à l'enquête-questionnaire à la suite de laquelle 586 échantillons de selles ont été collectés.

#### ***Prévalence et diversité parasitaires***

Les prévalences des parasites observés sur chacun des sites et les prévalences cumulées figurent dans le Tableau II. Pour l'ensemble des 4 localités, la prévalence parasitaire globale est de 69,1%. Gouléako 1 enregistre la prévalence cumulée la plus élevée (81,43%) et Paulé-Oula, la plus faible (64,58%).

Les prévalences cumulées des protozoaires sont plus élevées que celles des helminthes dans les 4 sites. Celles-ci sont comprises entre 78,57% et 60% pour les protozoaires ; elles varient entre 64,28% et 50,42% pour les helminthes. Dans ce dernier groupe, les géohelminthes, *Ancylostoma* sp. (38,57%), *Ascaris lumbricoides* (18,4%), *Trichuris trichiura* (18,57%) et *Oesophagostomum* sp. (10,94%) ont enregistré des prévalences supérieures à 10%. Les différences de prévalences entre les 4 sites sont très significatives pour *Ancylostoma* sp. ( $p = 0,002$ ), *Ascaris lumbricoides* ( $p = 0,000$ ) et

*Hymenolepis nana* ( $p = 0,000$ ). Dans le groupe des protozoaires, les amibes enregistrent des prévalences supérieures ou égales à 20 %. *Entamoeba histolytica/dispar* a une prévalence de 25,26 %. *Balantidium coli* et *Giardia duodenalis*, les deux protozoaires ciliés pathogènes, présentent les plus faibles prévalences, 7,34 % et 9,04 %, respectivement. Les prévalences d'*Entamoeba coli* ( $p = 0,025$ ) et d'*Endolimax nana* ( $p = 0,000$ ) sont significativement différentes dans les 4 sites.

La richesse spécifique la plus élevée est enregistrée dans les villages de Paulé-Oula et Gouléako 1 Le PNT présente la plus faible richesse spécifique. Cependant, l'indice de Shannon est plus élevé dans le PNT ( $H' = 2,414$ ) avec une distribution plus équitable ( $E = 0,84$ ) des parasites. Paulé-Oula enregistre les indices de Shannon et d'équitabilité les plus faibles ( $H' = 1,78$  et  $E = 0,59$ ) (Tableau III).

**Tableau II.** Prévalence des espèces de parasites dans les différents sites d'étude

	Gouléako1 n = 70	Gouléako2 n = 212	Parc n = 64	Paulé-Oula n = 240	p-value	
	<b>Prévalence (%)</b>					
<b>HELMINTHES</b>	<i>Ancylostoma</i> sp.	38,57	19,81	14,06	27,92	0,002*
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	11,43	18,40	0	9,58	0,000*
	Capillariidae Gen. sp. 2	5,71	3,77	4,69	3,75	0,825
	<i>Oesophagostomum</i> sp.	7,14	10,38	10,94	10,00	0,89
	<i>Strongyloides fuelleborni</i>	2,86	3,77	6,25	5,42	0,688
	<i>Strongyloides stercoralis</i>	8,57	4,72	1,56	6,25	0,291
	<i>Trichuris trichiura</i>	18,57	11,79	7,81	9,58	0,177
	<i>Trichostrongylus</i> sp.	5,71	0,94	3,13	1,67	0,077
	<i>Dicrocoelium</i> sp.	4,29	4,72	9,38	2,92	0,174
	<i>Enterobius vermicularis</i>	0	3,30	0	1,67	0,268
	<i>Hymenolepis nana</i>	4,29	12,74	0	4,58	0,000*
	<i>Schistosoma mansoni</i>	5,71	3,30	6,25	2,92	0,423
	<b>Total</b>	<b>64,28</b>	<b>56,6</b>	<b>51,56</b>	<b>50,42</b>	
<b>PROTOZOAIRES</b>	<i>Entamoeba coli</i>	61,43	42,45	54,69	51,67	0,025*
	<i>Entamoeba histolytica/dispar</i>	30,00	24,53	17,19	26,67	0,338
	<i>Entamoeba hartmanni</i>	27,14	19,81	23,44	16,25	0,176
	<i>Endolimax nana</i>	25,71	28,77	17,19	10,42	0,000*
	<i>Iodamoeba butschlii</i>	18,57	19,34	26,56	18,75	0,548
	<i>Balantidium coli</i>	4,29	7,08	10,94	7,50	0,543
	<i>Chilomastix mesnili</i>	15,71	18,87	28,13	15,00	0,111
	<i>Giardia duodenalis</i>	11,43	7,55	12,50	8,75	0,516
	<i>Blastocystis</i> sp.	12,86	12,26	21,88	17,08	0,214
	<b>Total</b>	<b>78,57</b>	<b>61,79</b>	<b>65,63</b>	<b>60</b>	
<b>Totaux</b>	<b>81,43</b>	<b>70,75</b>	<b>67,19</b>	<b>64,58</b>	<b>0,27</b>	

\* : Différence statistiquement significative

**Tableau III.** Richesse spécifique et indices de diversité

Villages	Richesse spécifique	Indice de Shannon (H')	[H' max]	Indice d'équitabilité (E)
		n (N)	Helminthes et Protozoaires	
Gouléako 1	20 (21)	1,89	[2,99]	0,6309
Gouléako 2	21 (21)	1,973	[3,04]	0,648
PNT	18 (21)	2,414	[2,89]	0,8354
Paulé-Oula	21 (21)	1,781	[3,04]	0,5851

n: Nombre d'espèce de parasites observés dans chaque site

N: Nombre total d'espèces de parasites observés

E : Indice d'équitabilité de Pielou

H' : Indice de Shannon

[H' max] : Valeur maximale de l'indice de Shannon H' calculé

### ***Corrélations entre les espèces de parasites, l'âge, le sexe et la saison***

Les analyses coprologiques ont permis d'identifier 21 parasites intestinaux dont 12 helminthes et 9 protozoaires.

Les échantillons de selles humaines ont été collectés sur 2 saisons (Saison Pluvieuse : SP et Saison Sèche : SS) et répartis également par sexe et classes d'âge (**Tableau IV**). Les prévalences parasitaires de ces différentes catégories sont présentées dans le **Tableau V**.

Les prévalences parasitaires cumulées des hommes et des femmes sont respectivement de 70% et 69%. *Ancylostoma* sp., *Ascaris lumbricoides* et *Trichuris trichiura*, sont les géohelminthes prédominants dans les deux groupes. Une liaison significative a été observée entre le sexe et les prévalences d'*Oesophagostomum* sp. ( $p = 0,022$ ), de *Schistosoma mansoni* ( $P = 0,003$ ), de *Blastocystis* sp. ( $p = 0,001$ ) et de *Balantidium coli* ( $p = 0,049$ ).

La classe d'âge [7-14 ans] a présenté la prévalence parasitaire cumulée la plus élevée (74,29%) et la classe d'âge [15-25 ans] la prévalence cumulée la plus faible (66,67%). Les prévalences d'*Ascaris lumbricoides* et d'*Oesophagostomum* sp. ont montré, respectivement, une liaison hautement significative ( $P = 0,000$ ) et significative ( $P = 0,046$ ) avec l'âge.

La saison des pluies a enregistré la prévalence cumulée de parasites la plus élevée (69,86%). Les prévalences de Capillariidae Gen. Sp.1, *Endolimax nana*, *Balantidium coli* et *Giardia duodenalis* présentent une différence significative selon la saison.

### ***Polyparasitisme***

Sur l'ensemble des échantillons prélevés dans les quatre sites, 18 individus (3,07 %) ne sont infestés par aucun parasite intestinal. 47 individus (8,02 %) sont infestés par une seule espèce de parasites et 521 individus (88,91 %) le sont pour au moins 2 espèces de parasites (**Tableau VI**).

Les infestations à 3 et 4 espèces de parasites sont les plus prédominantes (**Figure 1**). Le plus faible taux d'individus non parasités a été enregistré à Gouléako 2. Le taux le plus élevé de polyparasitisme a été enregistré dans les localités de Gouléako 1 et dans le PNT avec des prévalences souvent au-delà de 25% (**Figure 2**).

**Tableau IV.** Répartition des échantillons de selles humaines selon le sexe, la classe d'âge et la saison

	Genre		Total	Classe d'âge				Total	Saison		
	Femme	Homme		[3-6]	[7-14]	[15-24]	[25; +]		SS	SP	Total
<b>Gouléako 1</b>	40	30	70	19	14	21	16	70	38	32	70
<b>Gouléako 2</b>	126	86	212	51	68	60	33	212	148	64	212
<b>Paulé-Oula</b>	143	97	240	85	62	59	34	240	137	103	240
<b>PNT</b>	10	54	64	-	-	-	64	64	32	32	64
<b>Total</b>	319	267	586	155	144	140	147	586	355	231	586

**SS** : Saison Sèche

**SP** : Saison Pluvieuse

**Tableau V.** Prévalences des parasites gastro-intestinaux selon le genre, la saison et la classe d'âge

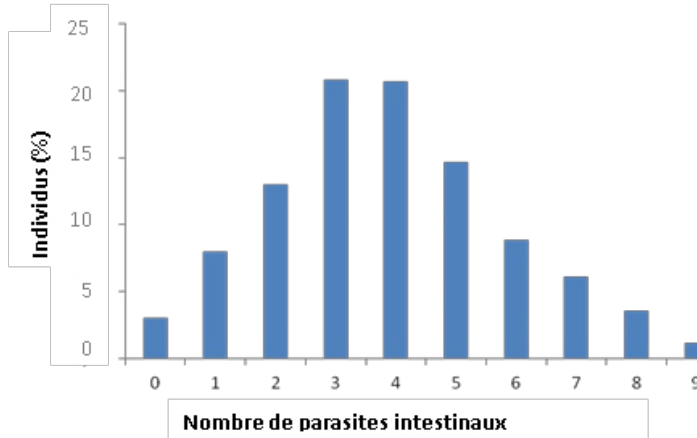
SS : Saison Sèche

	Genre			Classe d'âge				Saison				
	Femme	Homme	p-value	[25 et +]	[15-24]	[7-14]	[3-6]	p-value	SP	SS	p-value	
	n = 319	n = 267		n = 147	n = 140	n = 144	n = 155		n = 231	n = 355		
	<b>Prévalence (%)</b>											
<b>HELMINTHES</b>	<i>Ancylostoma sp.</i>	23,42	26,3	0,421	24,49	25	27,14	22,52	0,865	27,71	22,82	0,18
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	13,29	10,37	0,277	2,04	10,14	15,71	19,87	0,000*	12,99	11,27	0,531
	<b>Capillariidae Gen. sp. 2.</b>	3,48	4,81	0,417	2,72	4,73	3,57	5,3	0,672	6,49	2,54	0,018*
	<i>Oesophagostomum sp.</i>	7,28	12,96	0,022*	10,88	5,41	15	8,61	0,046*	11,69	8,73	0,242
	<i>Strongyloides fuelleborni</i>	3,48	5,93	0,159	6,12	4,05	3,57	4,64	0,74	6,06	3,66	0,176
	<i>Strongyloides stercoralis</i>	4,75	6,3	0,411	3,4	6,76	7,14	4,64	0,464	6,06	5,07	0,606
	<i>Trichuris trichiura</i>	12,03	10,37	0,528	12,24	9,46	7,86	15,23	0,18	13,85	9,58	0,11
	<i>Trichostrongylus sp.</i>	1,27	2,97	0,146	3,4	0,68	2,14	1,99	0,428	3,03	1,41	0,177
	<i>Dicrocoelium sp.</i>	5,06	3,7	0,426	6,8	5,41	2,86	2,65	0,248	6,06	3,38	0,124
	<i>Enterobius vermicularis</i>	2,22	1,48	0,514	0,68	3,38	1,43	1,99	0,386	1,73	1,97	0,834
	<i>Hymenolepis nana</i>	6,65	7,41	0,719	2,72	10,14	7,86	7,28	0,094	4,76	8,45	0,087
<i>Schistosoma mansoni</i>	1,58	6,3	0,003*	2,72	2,7	5	4,64	0,595	5,19	2,82	0,139	
<b>PROTOZOAIRES</b>	<i>Entamoeba coli</i>	48,73	51,11	0,566	48,3	49,32	50,71	50,99	0,926	51,95	48,45	0,408
	<i>Entamoeba histolytica/dispar</i>	25,95	24,44	0,676	25,17	22,3	28,57	25,17	0,645	26,84	24,23	0,477
	<i>Entamoeba hartmanni</i>	17,41	22,22	0,143	17,69	17,57	22,14	21,19	0,629	20,78	18,87	0,57
	<i>Endolimax nana</i>	19,3	20	0,832	19,05	20,27	16,43	21,85	0,677	29,44	13,24	0,000*
	<i>Iodamoeba butschlii</i>	20,89	18,52	0,473	24,49	21,62	18,57	14,57	0,189	22,08	18,31	0,263
	<i>Balantidium coli</i>	5,38	9,63	0,049	10,2	7,43	4,29	7,28	0,296	10,82	5,07	0,009*
	<i>Chilomastix mesnili</i>	17,72	18,15	0,893	23,81	17,57	17,86	12,58	0,102	18,61	7,32	0,723
	<i>Giardia duodenalis</i>	7,91	10,37	0,301	7,48	6,08	12,14	10,6	0,233	12,99	6,48	0,007*
	<i>Blastocystis sp.</i>	10,76	20,74	0,001*	20,41	13,51	15	12,58	0,25	13,42	16,62	0,294
	<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>70</b>		<b>68,71</b>	<b>66,67</b>	<b>74,29</b>	<b>68,46</b>		<b>68,83</b>	<b>69,86</b>	

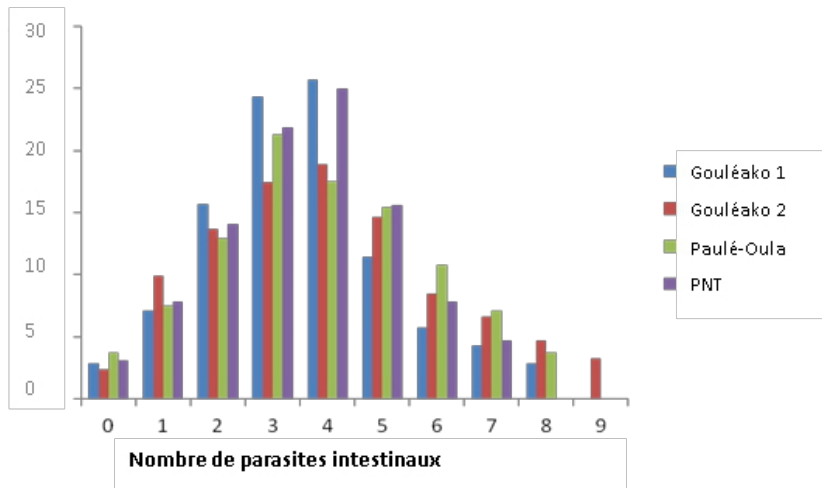
SP : Saison Pluvieuse

**Tableau VI.** Répartition des individus en fonction du statut parasitaire dans les différentes localité

	<b>Individus non parasités</b> n (%)	<b>Individus monoparasités</b> n (%)	<b>Individus polyparasités</b> n (%)
Gouléako 1	2 (2,85)	5 (7,14)	63 (93)
Gouléako 2	5 (2,36)	21 (9,9)	186 (87,73)
Paulé-Oula	9 (3,75)	18 (7,5)	213 (88,75)
PNT	2 (3,12)	3 (4,69)	59 (92,19)
<b>Total</b>	<b>18 (3,07)</b>	<b>47 (8,02)</b>	<b>521 (88,9)</b>



**Figure 2.** Nombre de parasites par individu dans l'ensemble des localités



**Figure 3.** Nombre de parasites par individu dans chaque localité

## Discussion

La faune parasitaire intestinale des populations de Gouléako 1, Gouléako 2 et Paulé-Oula d'une part, et, d'autre part, les chercheurs et les assistants de recherche travaillant à l'intérieur du parc national de Taï a été



caractérisée au cours de cette étude. Les résultats indiquent des prévalences parasitaires élevées et comprises entre 64 et 80%.

Une richesse spécifique et une diversité parasitaire importante ont été également enregistrées chez ces populations. 21 espèces de parasites intestinaux ont été identifiées. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus dans les autres régions de la Côte d'Ivoire (Coulibaly et al., 2012; Yapi et al., 2014 ; Koné et al., 2015 ; Coulibaly et al., 2018). Bien que la majorité des espèces de parasites identifiés à Taï a déjà été observée lors de ces précédents travaux menés dans des populations d'autres régions de la Côte d'Ivoire, la faune parasitaire des populations humaines de Taï enregistre, en plus, *Oesophagostomum* sp., *Capillaria* Gen. sp. 2, *Dicrocoelium* sp., *Trichostrongylus* sp., *Strongyloides fuelleborni*, *Balantidium coli*.

En effet, ces villages de la région de Taï ne bénéficient pas de la connexion au réseau national de distribution d'eau potable. Chaque village possède, à l'exception du village de Gouléako 1, une seule pompe hydraulique pour tous les habitants. Cette situation favorise l'utilisation de différentes sources d'eau (eau de puits ou de marigots) pour la consommation et les besoins usuels et quotidiens. Ces problèmes d'eau seraient l'une des causes des prévalences parasitaires élevées dans cette région, comme c'est le cas pour le village de Gouléako 1 qui enregistre la prévalence globale d'infestations parasitaires la plus forte (81,43%). De même, l'élevage porcin mis en place dans le passé dans des enclos mais présentement effectué « en plein air » serait l'une des causes de la prédominance de *Balantidium coli* à Paulé-Oula et Gouléako 2. Parmi les géohelminthes les plus répandus dans les populations de Taï figurent *Ancylostoma* sp. (24,74%), *Ascaris lumbricoides* (11,95%), *Trichuris trichiura* (11,26%). Des travaux réalisés dans les régions du centre, de l'ouest et du sud-est de la Côte d'Ivoire, plus globalement en Afrique, sont arrivés aux mêmes conclusions (Raso et al., 2004; Tchuem Tchuente, 2011; Coulibaly et al., 2012; Yapi et al., 2014 ; Coulibaly et al., 2018). *Entamoeba coli*, *E. histolytica/dispar*, *E. hartmanni*, *Endolimax nana* et *Iodamoeba butschlii*, sont les amibes prédominantes dans la population humaine de cette étude. La prévalence d'*E. histolytica/dispar* (25,26%) est supérieure à celles enregistrées dans les départements d'Agboville et d'Adzopé (région sud-est), les départements de Man et de Duekoué (région ouest) (Eholié et al., 1999; Heckendorn et al., 2002; Ouattara et al., 2010). Quant aux amibes non pathogènes, de nombreux auteurs ont également démontré la prédominance de *E. coli* et *E. nana* (Penali et al., 1993; Adou-Bryn et al., 2001; Raso et al., 2005; Matthys et al., 2007). Bien qu'ils soient dépourvus de pouvoir pathogène, ces protozoaires constituent de très bons indicateurs du niveau d'hygiène et d'insalubrité (Monjour et al., 1998).

Une liaison significative a été observée entre le sexe et les prévalences d'*Oesophagostomum* sp., *Schistosoma mansoni*, *Blastocystis* sp. qui

prédominant chez les hommes. La classe d'âge [4-7ans] est plus infestée avec une prévalence parasitaire cumulée de 74,29%. Seule l'ascaridiose est significativement liée à l'âge chez les [3-6 ans]. Cette infestation diminue avec l'âge. La tendance à la géophagie plus développée chez les enfants, ainsi que l'acquisition progressive de l'immunité avec l'âge, expliqueraient ces résultats. En général, l'intensité moyenne des infestations dues aux géohelminthes change avec l'âge. Elle a une tendance convexe, augmentant dans l'enfance et diminuant à l'âge adulte. Les infestations à *Ascaris lumbricoides* et à *Trichuris trichiura* sont plus fréquentes et lourdes chez les enfants âgés de 5 à 15 ans. En revanche, l'intensité des infestations par les ankylostomes augmente de façon constante avec l'âge pour atteindre un pic chez l'adulte (Tchuem Tchuenté, 2011). A Taï, les prévalences des ankylostomes restent pratiquement constantes suivant l'âge.

Les résultats de cette étude confirment également que le polyparasitisme est commun aux communautés rurales de Taï comme c'est le cas dans d'autres régions à fortes infestations intestinales de Côte d'Ivoire et d'Afrique subsaharienne (Brooker et al., 2000; Raso et al., 2004; Ouattara et al., 2008; Coulibaly et al., 2012; Hürlimann et al., 2014).

Etroitement liés au péril fécal et à l'hygiène alimentaire, les parasites intestinaux dans leur grande majorité sont surtout fréquents chez les populations des pays tropicaux en voie de développement où l'hygiène fécale et corporelle est insuffisante.

Plusieurs travaux menés dans des populations rurales de Côte d'Ivoire ont démontré l'impact des bonnes pratiques d'hygiène (lavage des mains avant le repas et après les selles, utilisation de latrines, consommation d'eau potable) sur la réduction des infestations dues aux helminthes et aux protozoaires intestinaux (Raso et al., 2005; Raso et al., 2006; Ouattara et al., 2008 ; 2010; Schmidlin et al., 2013).

D'une façon générale, les populations pauvres des zones rurales sont exposées à de multiples risques d'infestations associées à la mortalité et la morbidité, à travers de multiples facteurs comme le manque d'eau potable, d'assainissement, les mauvaises conditions de logement. Selon Nematian et al. (2004), le faible niveau d'éducation et les mauvaises conditions socio-économiques et hygiéniques des familles seraient de puissants déterminants des infestations. L'UNICEF, à travers son programme WASH (Eau, Assainissement et Hygiène), mène des interventions visant à améliorer la qualité de l'eau et son approvisionnement, tout en garantissant les conditions d'hygiène publique et en encourageant le lavage des mains avec du savon. Les méta-analyses de données de ce programme ont montré que les interventions réalisées étaient associées à une réduction du risque de transmission des helminthoses et des maladies infectieuses à l'homme avec un effet bénéfique

sur la croissance des enfants (Ziegelbauer et al., 2012; Dangour et al., 2013; Strunz et al., 2014).

## **Conclusion**

Au nombre des maladies tropicales négligées, les parasitoses digestives demeurent un problème majeur de santé publique dans les communautés des zones rurales pauvres. Le présent travail a permis de fournir la première base de données des parasites intestinaux chez les populations humaines riveraines du PNT.

Cette étude a permis d'identifier 21 espèces de parasites intestinaux, attestant une grande diversité spécifique chez ces populations. Les prévalences parasitaires globales sont élevées (69,1%). Les acteurs du parc ont présenté la prévalence globale la plus faible, bien que la diversité parasitaire soit plus élevée dans cette population que dans les autres sites. Plusieurs parasites enregistrés suggèrent la présence potentielle de zoonoses. Les analyses moléculaires devront permettre d'évaluer la circulation de zoonoses parasitaires dans cette région.

## **Remerciements**

Nous tenons à exprimer notre gratitude au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, au Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts et à l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) pour nous avoir accordé les autorisations pour la conduite de ce travail. Nous sommes reconnaissants au Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire et au Plateau Technique de Microbiologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg (HUS) pour l'assistance technique. Nous remercions les Assistants de recherches du Taï Monkey Projet (TMP) pour leur aide dans la réalisation de nos travaux de terrain. Ce travail a été financé par le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES, Project No. 48).

## **References:**

1. Anoh, A. E., Akoua-Koffi, C., Couacy-Hymann, E., Pauly, M., Schubert, G., Mossoun, A., Weiss, S. Leendertz, S. A. J., Jarvis, M.A., Leendertz, F. H., & Ehlers, B. (2015). Genetic identification of cytomegaloviruses in a rural population of Côte d'Ivoire. *Virology Journal*, 12, 155.
2. Anoh, A. E., Mossoun, A., Akoua-Koffi, C., Couacy-Hymann, E., Pauly, M., Leendertz, S. A., N'goran K. E., Schubert G., Weiss S., Hofmann J., Leendertz F. H., & Ehlers, B. (2017). Seroprevalence of Cytomegalovirus Infection Among a Rural Population of Cote d'Ivoire. *Viral Immunology* 30, 54-57.

3. Adou-Bryn, D., Kouassi, M., Brou, J., Ouhon, J., & Assoumou, A. (2001). Prévalence globale des parasitoses à transmission orale chez les enfants à Toumodi (Côte d'Ivoire). *Médecine d'Afrique Noire*, 48, 394-398.
4. Blagg, W., Schloegel, E. L., Mansour, N. S., & Khalaf, G. I. (1955). A new concentration technic for the demonstration of protozoa and helminth eggs in feces. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 4, 23-28.
5. Brooker, S., Miguel, E. A., Moulin, S., Luoba, A. I., Bundy, D. A. P., & Kremer, M. (2000). Epidemiology of single and multiple species of helminth infections among school children in Busia district, Kenya. *East African Medical Journal*, 77, 157-161.
6. Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.0, Persistent URL [purl, Ocl. Org / estimates](http://purl.oclc.org/estimates).
7. Coulibaly, G., Ouattara, M., Dongo, K., Hürlimann, E., Bassa, F. K., Koné, N., Essé, C., Yapi, R. B., Bonfoh, B., Utzinger, J., Raso, G., & N'Goran, E. K. (2018). Epidemiology of intestinal parasite infections in three departments of south-central Côte d'Ivoire before the implementation of a cluster-randomised trial. *Parasite Epidemiology and Control*, 18, 63-76.
8. Coulibaly, T. J., Fürst, T., Silué, K. D., Knopp, S., Hauri, D., Ouattara, M., Utzinger, J., & N'Goran K. E. (2012). Intestinal parasitic infections in schoolchildren in different settings of Côte d'Ivoire: effect of diagnostic approach and implications for control. *Parasites and Vectors*, 5, 135.
9. Dangour, A. D., Watson, L., Cumming, O., Boisson, S., & Yan, C. (2013). Interventions to improve water quality and supply, sanitation and hygiene practices, and their effects on the nutritional status of children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8, CD009382.
10. Eholié, S. P., Coulibaly, M., Kra, O., Adou-Bryn, D., Yapi, Y. Z., Aoussi, E., Bissagnéné, E., & Kadio, A. (1999). Diarrhée associée à une parasitose à Man (Côte d'Ivoire) : Aspects épidémiologiques, cliniques étiologiques et thérapeutiques. *Médecine d'Afrique Noire*, 46, 27-31.
11. Erdman, D. D. (1981). Clinical comparison of ethyl acetate and diethyl ether in the formalin-ether sedimentation technique. *Journal of Clinical Microbiology*, 14, 483-485.
12. Heckendorn, F., N'Goran, E. K., Felger, I., Vounatsou, P., Yapi, A., Oettli, A., Marti, H. P., Dobler, M., Traoré, M., Lohourignon, K., & Lengeler, C. (2002). Species-specific field testing of *Entamoeba* spp.

- in an area of endemicity. *Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 96, 521-528.
13. Hoppe-Dominik, B. (1995). *L'état actuel des effectifs des grands mammifères dans l'ensemble du Parc National de Taï*. GmbH-GTZ, DPN, Abidjan, Côte d'Ivoire, 66 p.
  14. Hürlimann, E., Yapi, B. R., Hounghbedji, A. C., Schmidlin, T., Kouadio, A. B., Silué, D.K., Ouattara, M., N'Goran, K. E., Utzinger, J., & Raso, G. (2014). The epidemiology of polyparasitism and implications for morbidity in two rural communities of Côte d'Ivoire. *Parasites and Vectors*, 7, 81.
  15. Kouassi, R. Y. W., McGraw, W. S., Yao, P. K., Abou-Bacar, A., Brunet, J., Pesson, B., Bonfoh, B., N'goran, E. K., & Candolfi, E. (2015). Diversity and prevalence of gastrointestinal parasites in seven non-human primates of the Taï National Park, Côte d'Ivoire. *Parasite*, 22, 1-15.
  16. Köndgen, S., Köhl, H., N'Goran, P. K., Walsh, P. D., Schenk, S., Ernst, N., Biek, R., Formenty, P., Mätz-Rensing, K., Schweiger, B., Junglen, S., Ellerbrok, H., Nitsche, A., Briese, T., Lipkin, W. I., Pauli, G., Boesch, C., & Leendertz, F. H. (2008). Pandemic human viruses cause decline of endangered great apes. *Current Biology*, 18: 260-264.
  17. Koné, S., Baikoro, N., N'Guessan, Y., Jaeger, F. N., Silué, K. D., Fürst, T., Hürlimann, E., Ouattara, M., Séka, M. C. Y., N'Guessan, N. A., Ezzo, E. L., Zouzou, F., Boti, L. I., Gonety, P. T., Adiossan, L. G., Dao, D., Tschannen, A. B., Stamm von, T., Bonfoh, B., Tanner, M., Utzinger, J., & N'Goran, E. K. (2015). Health & demographic surveillance system profile: the taabo health and demographic surveillance system, Côte d'Ivoire. *International Journal of Epidemiology*, 44, 87-97.
  18. Leendertz, F., Ellerbrock, H., Boesch, C., Couacy-Hymann, E., MätzRensing, K., Hakenback, R., Bergmann, C., Abaza, P., Junglen, S., Moebius, Y., Vigilant, L., Formenty, P., & Pauli, G. (2004). Anthrax kills wild chimpanzees in a tropical rainforest. *Nature*, 430, 451–452.
  19. Leonard, E., & Ibo J. G. 1994. Appropriation et gestion de la rente forestière en Côte d'Ivoire. *Politique Africaine*, 53, 25-36.
  20. Matthys, B., Tschannen, A. B., Tian-Bi, N. T., Comoe, H., Diabate, S., Traore, M., Vounatsou, P., Raso, G., Gosoni, L., Tanner, M., Cisse, G., N'Goran, K. E., & Utzinger, J. (2007). Risk factors for *Schistosoma mansoni* and hookworm in urban farming communities in western Côte d'Ivoire. *Tropical Medicine and International Health*, 12, 709-723.

21. Monjour, L., Bienvenu, N., Bonkougou, B., & Farhati, K. (1998). *L'utilisation d'une eau potable associée ou non à des mesures de protection de l'environnement apporte-t-elle bénéfice à la santé et à l'état de santé des enfants en milieu périurbain tropical ? Ouagadougou Burkina Faso*. Action pilote 6 du rapport final du Programme Alimentation en eau potable dans les quartiers périurbains et les petits centres, 34 p.
22. Mossoun, A, Pauly, M, Akoua-Koffi, C, Couacy-Hymann, E, Leendertz, S. A., Anoh, A. E., Gnoukpoho, H. A., Leendertz, F. H., & Schubert, G. 2015. Contact to non-human primates and risk factors for zoonotic disease emergence in the Taï region, Côte d'Ivoire. *EcoHealth*, 12, 580-591.
23. Nematian, J., Nematian, E., Gholamrezanezhad, A., & Asgari A. A. (2004). Prevalence of intestinal parasitic infections and their relation with socio-economic factors and hygienic habits in Tehran primary school students. *Acta Tropical*, 92, 179-186.
24. Ouattara, M., N'Guessan, N.A., Yapi, A., & N'Goran, E. K. (2010). Prevalence and spatial distribution of *Entamoeba histolytica/dispar* and *Giardia lamblia* among schoolchildren in Agboville Area (Côte d'Ivoire). Eichinger D, ed. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4(1), e574.
25. Ouattara, M., Silué, K. D., N'Guessan, A. N., Yapi, A., Barbara, M., Raso, G., Utzinger, J., & N'Goran K. E. (2008). Prévalences et polyparasitisme des protozoaires intestinaux et répartition spatiale d'*Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar* et *Giardia intestinalis* chez des élèves en zone rurale de la région de Man en Côte d'Ivoire. *Cahiers d'études et de recherches francophones*, 18, 215-222.
26. Penali, L. K., Broalet, E. Y., & Koné, M. (1993). Helminthiases et protozooses intestinales de la femme enceinte en Côte d'Ivoire. *Médecine d'Afrique Noire*, 40, 354-356.
27. Pullan, R. L., Smith, J. L., Jasrasaria, R., & Brooker, S.J. (2014). Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasites and Vectors*, 7, 37.
28. Raso, G., Luginbühl, A., Acka-Douabéle, A. C., Tian-Bi, N. T., Silue, K. D., Matthys, B., Vounatsou, P., Wang, Y., Dumas, M. E., & Holmes E. (2004). Multiple parasite infections and their relationship to self-reported morbidity in a community of rural Côte d'Ivoire. *International Journal of Epidemiology*, 33, 1092-1102.
29. Raso, G., Vounatsou, P., Gosoni, L., Tanner, M., N'Goran, E. K., & Utzinger J. (2006). Risk factors and spatial patterns of hookworm infection among schoolchildren in a rural area of western Côte d'Ivoire. *International Journal for Parasitology*, 36, 201-210.

30. Raso, G., Utzinger, J., Silué, K. D., Ouattara, M., Yapi, A., Toty, A., Matthys, B., Vounatsou, P., Tanner, M., & N’Goran E. K. (2005). Disparities in parasitic infections, perceived ill health and access to health care among poorer and les poor schoolchildren of rural Côte d’Ivoire. *Tropical Medicine and International health*, 10, 42-57.
31. Schmidlin, T., Hürlimann, E., Silue, K. D., Yapi, R. B., HOUNGBEDJI, C., Kouadio, A. B., Acka-Douabéle, A. C., Kouassi, D., Ouattara, M., Zouzou, F., Bonfoh, B., N’Goran, K. E., Utzinger, J., & Raso, G. (2013). Effects of hygiene and defecation behavior on helminths and intestinal protozoa infections in Taabo, Cote d’Ivoire. *PLoS One*, 8, e65722.
32. Strunz, E. C., Addiss, D. G., Stocks, M. E., Ogden, S., & Utzinger, J. (2014). Water, Sanitation, Hygiene, and Soil-Transmitted Helminth Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS Medecine*, 11, e1001620.
33. Schweter, M. (1999). Interprétation des images SPOT. Evolution de la surface de forêt du Parc National de Taï, 1993-1998. Rapport PACPNT, San Pedro, Côte-d’Ivoire, 73 p.
34. Tchuem Tchuenté, L. A. (2011). Control of soil-transmitted helminths in sub Saharan Africa: Diagnosis, drug efficacy concerns and challenges. *Acta Tropica*, 120, 4-11.
35. Wilcox, B. A., & Gubler, D. J. (2005). Disease ecology and the global emergence of zoonotic pathogens. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 10, 263-272.
36. Yapi, R. B., Hürlimann, E., Schmidlin, T., HOUNGBEDJI, C., Ndri, B. P., Silue, K. D., Soro, G., Kouamé, N. F., Vounatsou, P., Fürst, T. N’Goran, K. E., Utzinger, J., & Raso, G. (2014). Infection and co-infection with helminths and *Plasmodium* among school children in Côte d’Ivoire: Results from a National Cross-Sectional Survey. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8, e291.
37. Young, K. H., Bullock, S. L., Melvin, D. M., & Spruill, C. L. (1979). Ethyl acetate as a substitute for diethyl ether in the formalin-ether sedimentation technique. *Journal of Clinical Microbiology*, 10, 852-853.
38. Ziegelbauer, K., Speich, B., Mäusezahl, D., Bos, R., & Keiser, J. (2012). Effect of Sanitation on soil-transmitted helminth infection: Systematic review and Meta-analysis. *PLoS Medecine*, 9, e1001162.

## **Etude Préliminaire de la Diversité et de L'abondance des Coléoptères Coprophages du Parc National de Taï, Sud-Ouest Côte d'Ivoire**

***Célestin Yao Kouakou, Maître-Assistant***

Université Jean Lorougnon Guédé,  
Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale, Côte d'Ivoire

***Ossey Robert N'Depo, Maître-Assistant***

***Senan Soro, Maître de Conférences***

***Sékongo Kolo, Doctorant***

Université Jean Lorougnon Guédé,  
Laboratoire d'Amélioration de la Protection Agricole, Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p45

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p45](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p45)

---

### **Résumé**

Les insectes coprophages exploitent les crottes des mammifères, et contribuent, ainsi, à l'entretien et à l'équilibre des écosystèmes. Cependant, les études sur l'entomofaune des crottes de mammifères restent rares au Parc National de Taï (PNT), Sud-Ouest Côte d'Ivoire. Ce travail vise à identifier les Coléoptères coprophages inféodés aux crottes de grands mammifères du PNT, pour contribuer à une meilleure connaissance de l'entomofaune de l'aire protégée. Les crottes de mammifères détectées étaient identifiées, prélevées, puis transportées jusqu'à une source d'eau proche. Chaque échantillon de crottes étiqueté est mis dans un seau d'eau dans lequel les insectes sont récoltés par flottaison, puis conservés. Au total, 226 Coléoptères Scarabaeidae appartenant à deux Sous-familles (Coprinae et Scarabeinae) et quatre Tribus (Aphodiini, Canthonini, Onthophagini et Sysiphini) ont été observés. Les Onthophagini, qui sont de la guildes des fousseurs, étaient les plus abondants et représentaient 66,37% des individus collectés. Les Sysiphini (rouleurs) étaient les moins abondants et représentaient 4,42% des individus observés. Une différence significative a été observée entre l'abondance de Coléoptères coprophages des crottes de l'éléphant et celle des crottes d'autres mammifères notamment le potamochère ( $p = 0,03$ ), l'hippopotame nain ( $p = 0,04$ ), et céphalophes ( $p = 0,03$ ). Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre l'abondance de Coléoptères coprophages des crottes de l'éléphant et de celles du buffle ( $p = 0,06$ ). Cette étude mérite d'être approfondie pour mieux cerner les relations entre les divers taxa et pour le



suivi adéquat de la faune qui est nécessaire pour la gestion et la conservation du PNT.

---

**Mots clés:** Coléoptères coprophages, Crotte, Mammifères, Parc National de Taï

---

## **Preliminary Study of the Diversity and Abundance of Dung Beetles in Taï National Park, South-West Côte d'Ivoire**

*Célestin Yao Kouakou, Maître-Assistant*

Université Jean Lorougnon Guédé,  
Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale, Côte d'Ivoire

*Ossey Robert N'Depo, Maître-Assistant*

*Senan Soro, Maître de Conférences*

*Sékongo Kolo, Doctorant*

Université Jean Lorougnon Guédé,  
Laboratoire d'Amélioration de la Protection Agricole, Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

Coprophagous insects exploit dung piles of mammals, thus they contribute, to ecosystem maintenance and balance. However, studies on the entomofauna of mammals' dung remain rare at Taï National Park (TNP), Southwestern Côte d'Ivoire. This study aims at identifying coprophagous beetles that feed on large mammals' dung at TNP to contribute to a better knowledge of the entomofauna of the protected area. Mammals dung piles that were detected, were identified, removed, and brought to a nearby source of water. Each dung sample was tagged and placed in a bucket containing water in which the dung beetles floundered and then kept in a vial. In total, 226 Scarabaeidae dung beetles belonging to two subfamilies (Coprinae and Scarabeinae) and four tribes (Aphodiini, Canthonini, Onthophagini and Sysiphini) were observed. The Onthophagini, which are from the burrowing guild, were the most abundant and represented 66.37% of the individuals observed. Sysiphini (rollers) were the least abundant and represented 4.42% of the individuals observed. A significant difference was observed between the abundance of coprophagous beetles in the dung forest elephant and that of the dung of other mammals including the bush pig ( $p = 0.03$ ), the pygmy

hippopotamus ( $p = 0.04$ ), and duikers ( $p = 0.03$ ). However, there was no significant difference between the abundance of coprophagous beetle from forest elephant's and forest buffalo's dungs ( $p = 0.06$ ). This study deserves further investigation to better understand the relationships between various taxa and for adequately monitoring the fauna and improve the management conservation of the protected area.

---

**Keywords:** Coprophagous beetles, Dung, Mammals, Taï National Park

## Introduction

La connaissance de la diversité biologique des milieux forestiers est indispensable à l'établissement de bases satisfaisantes pour la gestion durable et la conservation en raison des taux élevés de déforestation et de la perte massive des espèces (Couturier & Guillaumet, 1997). La zone forestière de la Côte d'Ivoire fait partie intégrante de la forêt de la haute Guinée, une zone de grande importance eu égard à sa grande diversité floristique et faunique (Myers *et al.*, 2000 ; Kolongo *et al.*, 2006). Malheureusement, cette zone subit une pression anthropique. La compréhension des relations entre les composantes de la diversité biologique de ces milieux forestiers semble nécessaire pour évaluer et prévoir les conséquences environnementales réelles des activités humaines (Kouakou, 2004 ; Nichols *et al.*, 2008, Zinga *et al.*, 2016).

Composantes abondantes des écosystèmes, les insectes et les mammifères sont des acteurs clés de la majorité des processus écosystémiques. En milieu tropical, les mammifères sont particulièrement menacés d'extinction du fait de la chasse pour la viande de brousse (Ripple *et al.*, 2016). Pourtant, leur perte peut avoir des effets négatifs dans tout l'écosystème (Coleman & Hendrix, 2000 ; Estes, 2016). En effet, de nombreuses espèces d'insectes vivent aux dépens des mammifères. C'est le cas de coléoptères coprophages ou bousiers qui pourraient être fortement affectés et plus rapidement que d'autres taxa par le changement des composantes du milieu (Samways, 1993). La vie ou le développement de ces insectes est lié aux excréments d'autres animaux essentiellement mammifères (Cambefort, 1980). La consommation, l'enfouissement et l'aération des excréments par ces coléoptères permettent une remise en circulation des éléments minéraux, augmentant ainsi la productivité des écosystèmes et assurant une production fourragère de qualité (Simon, 2010). Les coléoptères coprophages sont observés majoritairement dans les pâturages et les milieux naturels où vit la faune mammalienne notamment les éléphants, les buffles, etc. (Dosso *et al.*, 2018). Ces insectes constituent un excellent taxon focal pour comprendre des interactions entre les structures anthropogènes de perturbation et des communautés (Favila & Halffter, 1997). La richesse spécifique de ce

taxon, décrite comme la plus importante en Afrique avec plus de 2120 espèces, serait liée à l'abondance en mammifères (Hanksi & Cambefort, 1991 ; Zinque, 2012).

Dernier bloc important de la forêt primaire de l'Afrique de l'Ouest, le Parc National de Taï (PNT) en Côte d'Ivoire est une réserve de biosphère et site du patrimoine mondial de l'UNESCO. Il revêt une importance fondamentale pour la connaissance de la faune entomologique forestière (Cambefort, 1985). Au PNT, les travaux sur des aspects de l'écologie des coléoptères bousiers datent de plus d'une décennie (Cambefort, 1985). Par ailleurs, le suivi de la faune mammalienne du PNT indique une baisse des populations au cours des dernières décennies (Hoppe-Dominik *et al.*, 2011). Il est donc nécessaire de fournir des informations actualisées sur la diversité des coléoptères coprophages mais aussi d'investiguer la relation d'abondance entre ces insectes et des crottes spécifiques à des mammifères.

L'objectif général était de donner un aperçu du peuplement de coléoptères coprophages du PNT afin de contribuer à une meilleure connaissance de l'entomofaune en relation avec la présence de mammifères dans cette aire protégée. Les objectifs spécifiques de l'étude sont (1) déterminer la richesse taxonomique des coléoptères coprophages du PNT avec l'identification des Tribus de ces insectes ; (2) déterminer l'abondance des coléoptères coprophages associés aux crottes de différents mammifères notamment le buffle de forêt (*Syncerus caffer nanus*), l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis*), hippopotame nain (*Choeropsis liberiensis*), potamochère (*Potamochoerus porcus*), des céphalophes (*Cephalophus sp.*).

## **Matériel et méthodes**

### **Site d'étude**

L'étude a été réalisée au PNT qui est situé au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, entre 5°08' et 6°24' de latitude Nord et 6°47' et 7°25' de longitude Ouest (OIPR, 2014). Le parc est soumis à un climat équatorial de transition à 4 saisons. Ce climat est caractérisé par 2 saisons de pluies : une grande (mars à juin) et une petite (septembre à novembre). Elles sont alternées par une grande saison sèche (décembre à février) et une petite saison sèche (juillet à août). La moyenne des précipitations annuelles est d'environ 1800 mm et la température moyenne mensuelle est de 24°C à 28°C (Chatelain *et al.*, 2001). Le PNT abrite environ 145 espèces de mammifères, correspondant à 93% des espèces de mammifères de la zone forestière ouest-guinéenne (Riezebos *et al.*, 1994). D'autres détails sur le climat, la faune et la flore du PNT sont fournis par Bousquet (1978) et Riezebos *et al.*, (1994).

## **Collecte des données**

Les crottes de moyens et grands mammifères étaient recherchées en Octobre 2017 dans les secteurs Taï et Djouroutou du PNT par une équipe expérimentée en inventaire faune notamment dans l'identification des espèces de mammifères à partir de leurs indices de présence (crottes, empreintes, vocalisations etc.). En effet, depuis 2005, des membres de cette équipe participaient annuellement, pendant quatre à cinq mois, à la collecte de données d'un programme de suivi de la faune au PNT (Hoope-Dominik, 2011 ; N'goran, 2015). La recherche de crottes était faite en suivant des itinéraires prédéterminés pouvant toutefois dévier de l'axe défini (au maximum 40°) en utilisant, le cas échéant, un chemin de moindre résistance (White & Edwards, 2000). La vitesse moyenne de marche de l'équipe pour rechercher les crottes était d'environ un kilomètre par heure. Pour les crottes d'une même espèce de mammifère qui sont reconnaissables par leur volume, les empreintes au sol, etc. (Bang & Dahlstrom, 2001), la distance entre deux points successifs d'échantillonnage était de deux kilomètres pour couvrir une grande zone représentative des secteurs prospectés dans le parc, pendant la période d'étude.

Lorsqu'une crotte de mammifère était observée, l'équipe identifiait l'espèce animale et notait le type d'habitat (végétation, la proximité d'une rivière, etc.) dans lequel l'observation était faite. Les types d'habitat définies par Tiedoue *et al.*, (2013) sont : Forêt dense Sous-Bois Ouvert (FSO), Forêt dense Sous-Bois Fermé (FSF), Forêt sur sols hydromorphes (FSHD), Forêt des inselbergs ou de montagne (FIMT), Forêt secondaire jeune ou Fourrés (FSJF) et Brousses ou Végétation non ligneuse dominée par des herbacées (BVNL). La crotte était prélevée avec le sol sous adjacent, à l'aide d'une pelle et une daba, puis mise dans des sachets portant le numéro de l'échantillon. La présence de sable à la surface de la crotte indique la présence de fouisseurs qui sont dénichés en utilisant d'une daba (Kouakou, 2004). Après le prélèvement, les sachets sont fermés hermétiquement et transportés jusqu'à une source d'eau proche. Chaque échantillon étiqueté était mis dans un seau contenant de l'eau, puis les coléoptères coprophages présents étaient récoltés dans le surnageant et conservés dans un flacon qui contenait de l'alcool à 70% et portait la même étiquette que l'échantillon. La recherche des crottes s'effectuait entre huit (8) heures du matin et 17 heures pour s'assurer d'une bonne visibilité dans la forêt dense du PNT. Dix jours de collecte de d'échantillons ont été nécessaires pour cette étude qui couvrait environ 250km<sup>2</sup>.

## **Identification des insectes et analyses statistiques des données**

Pour déterminer la diversité et l'abondance des coléoptères coprophages, les insectes collectés dans les crottes ont été identifiés aux

niveaux famille, sous-famille et tribu puis le nombre d'individu a été compté. Les différents niveaux taxonomiques identifiés permettent d'apprécier la diversité de ces coléoptères. Les clés d'identification des coléoptères coprophages utilisées sont celles fournies par Cambefort & Bordat (2003), Krell *et al.* (2003), Krell-Westerwalbesloh *et al.* (2004) puis Davis *et al.* (2008). Les insectes étaient observés sous une loupe binoculaire, ensuite par comparaison avec les caractères décrits dans les clés, la tribu à laquelle appartient chaque spécimen était déterminée. Après l'identification, les insectes ont été mis dans des petits bocaux de conservation contenant du papier hygiénique imbibée d'une solution à 70% d'alcool préparée à cet effet (Danon *et al.*, 2017 ; Kouakou, 2004). Les bocaux de conservation étaient fermés hermétiquement puis étiquetés en marquant le numéro de l'échantillon, la date, l'heure et site d'échantillonnage.

L'abondance des individus de chaque tribu a été déterminée en faisant la somme du nombre d'individus de la tribu des différents échantillons. L'abondance relative ( $Ar$ ) d'une tribu "i", exprimée en pourcentage, a été déterminée en utilisant la formule suivante :  $Ar = 100 \times n_i / N$  où  $n_i$  est le nombre d'individus de la tribu "i" prise en considération et  $N$  le nombre total des individus de toutes les tribus confondues (Zaïme & Gautier, 1989).

Pour comparer les moyennes d'abondance d'insectes coprophages dans les crottes de différents mammifères, des analyses de variances suivies du test d'homogénéité ou test de différence significative minimale (Test LSD de Fisher), au seuil de 5%, ont été faites avec le logiciels R version 2.8.

## Résultats et discussion

### Résultats

#### Richesse taxonomique et guildes de coléoptères coprophages

Au total, 32 échantillons de crottes de mammifères comprenant 226 individus de coléoptères coprophages ont été recensés dans deux types d'habitat : FSO et FSDH.

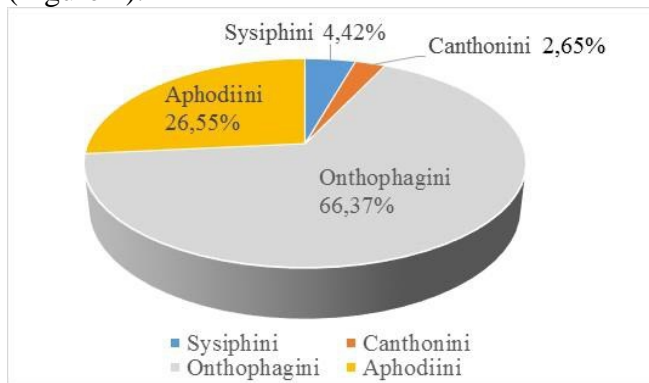
Le Tableau 1 indique que les insectes observés appartiennent à la famille des Scarabaeidae et sont repartis en trois sous-familles (Aphodiinae, Coprinae et Scarabaeinae) et quatre tribus (Aphodiini, Canthonini, Onthophagini et Sysiphini). Une image d'un représentant de chaque tribu est présenté dans le support complémentaire 1 (Sup.C1) Ils comprenaient trois guildes fonctionnelles dont des rouleurs représentés par les Sysiphini et les Canthonini, des fousseurs représentés par les Onthophagini et des résidents représentés par des Aphodiini.

**Tableau 1** : Richesse taxonomique des Coléoptères coprophages et leurs abondances observées dans les crottes de Mammifères au PNT

Famille	Sous-famille	Tribu	Guilde	Abondance individus
	Coprinae	Aphodiini	Résident	60
Scarabaeidae	Scarabaeinae	Canthonini	Rouleur	6
		Onthophagini	Fouisseur	150
		Sysiphini	Rouleur	10
<b>Total</b>	<b>02</b>	<b>04</b>	<b>03</b>	<b>226</b>

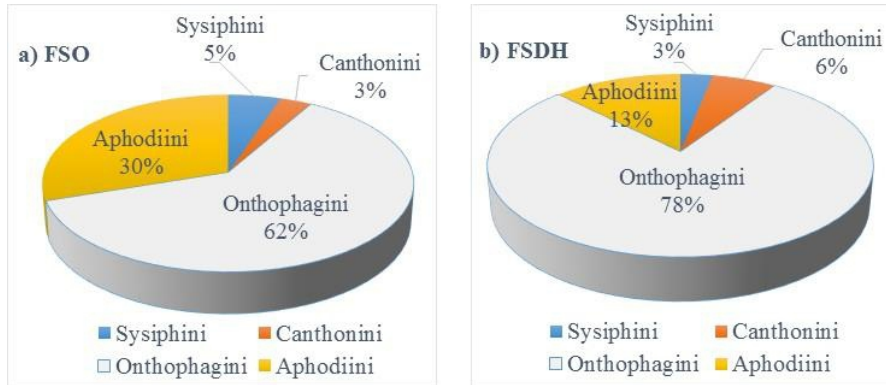
**Abondance relative des Coléoptères coprophages dans les crottes de mammifères**

Dans l’ensemble, les Onthophagini étaient les plus abondants (150 individus) tandis les Canthonini étaient les moins abondants (six individus) dans les crottes de mammifères avec respectivement 66,37% et 2,65% des observations (Figure 1).



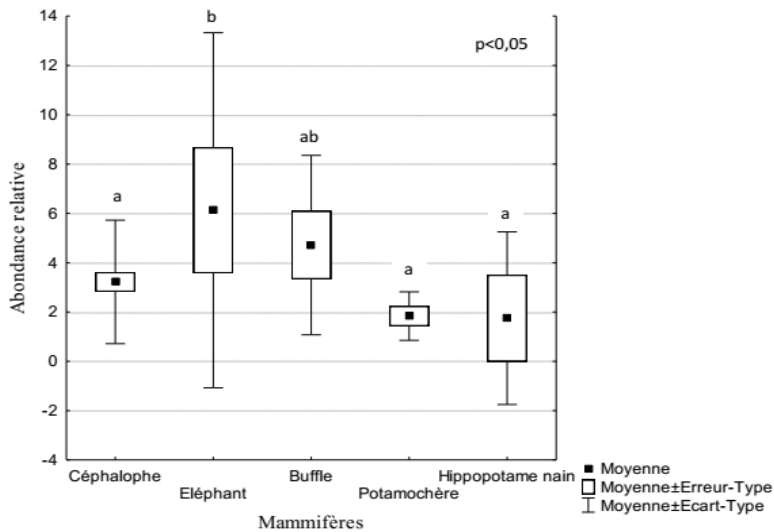
**Figure 1** : Abondance relative des Tribus de Coléoptères coprophages au PNT.

Dans chacun des deux types d’habitat, les rouleurs (Sysiphini et Canthonini) représentaient moins de 10% des insectes observés. Les fouisseurs (Onthophagini) étaient les plus abondants aussi bien en FSO qu’en FSDH avec respectivement 62% et 78% des observations (Figure 2).



**Figure 2 :** Abondance relative des tribus de coléoptères coprophages en FSO (a) et en FSDH (b) au PNT

L'effectif moyen des coléoptères coprophages dans les crottes variait avec l'espèce de mammifère responsable de la crotte (Figure 3). En effet, ils étaient plus abondants dans les crottes de l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis*) avec une moyenne de 6,13 individus/crotte. Les crottes de l'hippopotame nain (*Choeropsis liberiensis*) renfermaient moins d'insectes coprophages avec une moyenne de 1,75 individus/crottes. Les crottes du buffle de forêt (*Syncerus caffer nanus*), des céphalophes (*Cephalophus sp.*) et du potamochère (*Potamochoerus porcus*) regorgeaient respectivement 4,71 individus/crotte, 3,22 individus/crotte, et 1,83 individus/crotte.



**Figure 3 :** Comparaison de l'abondance moyenne de coléoptères coprophages dans les crottes des mammifères. Les moyennes suivies de la même lettre sont significativement identiques (Test LSD de Fisher,  $\alpha=0,05$ ).

Une différence significative a été observée entre l'abondance moyenne de coléoptères coprophages dans les crottes l'éléphant de forêt et celle des

crottes de céphalophes ( $p = 0,03$ ). Une différence similaire a été observée au niveau de l'éléphant de forêt et de potamochère ( $p = 0,03$ ) ; puis au niveau l'éléphant de forêt et de l'hippopotame nain ( $p = 0,04$ ) (Figure 3). Par contre, il n'y avait pas de différence significative entre l'effectif moyen de coléoptères coprophages dans les crottes de l'hippopotame nain et dans celles du buffle ( $p = 0,05$ ), puis entre l'effectif moyen de coléoptères coprophages dans les crottes de l'éléphant de forêt et dans celles du buffle de forêt ( $p = 0,06$ ).

## Discussion

La connaissance de l'entomofaune inféodée aux crottes de mammifères est importante dans la compréhension des relations entre deux composantes essentielles d'un écosystème tropical. Au cours de ce travail réalisé au PNT, la richesse taxonomique des coléoptères coprophages et l'abondance de ces insectes dans les crottes de différentes espèces de mammifères ont été abordées. L'étude a permis d'observer 226 individus de coléoptères coprophages Scarabeidae repartis en deux Sous-familles (Coprinae et Scarabeinae), quatre tribus (Aphodiini, Canthonini, Onthophagini et Sysiphini) et trois guildes fonctionnelles (rouleurs, fousseurs et résidents).

La richesse taxonomique observée au cours de notre étude est relativement faible en comparaison aux résultats découlant d'autres travaux notamment ceux de Cambefort (1984), Krell *et al.* (2003) et Dosso *et al.* (2018). La différence s'expliquerait par des facteurs écologiques ou l'approche d'échantillonnage. En effet, la présence des insectes coprophages serait influencée par la saisonnalité (Cambefort, 1980), le régime alimentaire (Dosso, 2018), la structure de l'habitats (Cambefort, 1986). L'approche d'échantillonnage utilisé n'a pas nécessité un appât faisant intervenir l'humain. Les échantillons de crottes prélevés pourraient avoir été exposés pendant plusieurs jours aux conditions environnementales (humidité relative, température, luminosité...). Les crottes auraient perdu l'attrait pour les bousiers ou plusieurs individus ayant visité ces crottes pendant les premières heures d'expositions auraient quitté notamment les rouleurs. Ce qui expliquerait, d'ailleurs, la faible abondance relative de cette guildes dans l'ensemble des échantillons (4,42 % de Sysiphini et 2, 65% de Canthonini). Par ailleurs, ces résultats sont conformes aux travaux de Cambefort (1984) qui rapporte que les Scarabaeidae rouleurs seraient en général absents en forêt et les fousseurs en majorité les Onthophagini y seraient très abondants. Les fousseurs (Onthophagini) représentent, dans cette étude, plus 66% des individus. Les Aphodiini, les Coprini n'ont pas été observées au cours de cette étude mais elles pourraient être observées à Taï et dans d'autres milieux forestiers selon les travaux de Cambefort & Bordat, (2003).

L'abondance relative des coléoptères coprophages diffère, en effet, en fonction des guildes et des Tribus. Toutefois, l'abondance des bousiers dans



les crottes varient en fonction de l'espèce de mammifère responsable de la crotte. Ils seraient plus abondants dans les crottes de l'éléphant de forêt (6,13 individus/crotte) que dans celles récoltées chez d'autres Mammifères (buffle, potamochère, céphalophes). Le volume de crotte lié à la taille moyenne des individus de l'espèce de mammifère pourrait influencer le nombre de bousiers susceptible d'être attiré. Le buffle de forêt, les céphalophes et le potamochère qui sont comparativement plus petits que l'éléphant ont des crottes qui regorgeaient respectivement 4,71 individus/crotte, 3,22 individus/crotte, et 1,83 individus/crotte.

Cette étude préliminaire fournirait davantage d'informations sur la diversité des coléoptères coprophages, et les relations entre ces insectes et la faune mammalienne en augmentant aussi bien l'effort d'échantillonnage qu'en couvrant plusieurs saisons de l'année.

### **Conclusion**

Au total, 226 individus de Coléoptères coprophages ont été récoltés au PNT, Sud-Ouest Côte d'Ivoire. Ces insectes sont repartis en deux Sous-familles (Coprinae et Scarabeinae), quatre tribus (Aphodiini, Canthonini, Onthophagini et Sysiphini) et trois guildes fonctionnelles (rouleurs, fousseurs et résidents). La Tribu des Onthophagini reste la plus abondante et représente 66, 37% du total des individus observés. Une différence significative a été observée entre l'abondance moyenne de coléoptères coprophages dans les crottes l'éléphant de forêt et celle des crottes d'autres mammifères (potamochère, l'hippopotame nain et céphalophes). Cependant, aucune différence n'a été observée entre l'abondance de coléoptères coprophages dans les crottes de l'éléphant de forêt et dans celles du buffle de forêt. Cette étude qui présente un intérêt pour le suivi de la faune sauvage mérite d'être approfondie pour la gestion et la conservation de l'aire protégée.

### **Remerciements**

Les auteurs voudraient exprimer leur reconnaissance à la Fondation Volkswagen pour le financement de cette étude. Ils expriment leurs sincères remerciements à l'OIPR (Office Ivoirien des Parcs et Réserves) pour avoir facilité la réalisation de ces travaux. Il convient de remercier également Monsieur Philippe Moretto de l'Association Catharsius ([www.catharsius.fr](http://www.catharsius.fr)) et Monsieur Kely Male Roger pour l'appui qu'ils ont apporté lors de l'étude. Nous remercions les référés anonymes dont les suggestions et commentaires ont permis d'améliorer la qualité du manuscrit.

## References:

1. Bousquet, B. (1978). Un parc de forêt dense en Afrique. Le parc national de Taï (Côte d'Ivoire). *Bois et forêts des tropiques*, 179 : 27–46.
2. Cambefort Y. (1980). Données préliminaires sur l'écologie des Scarabaeinae coprophages de Lamto. *Annales de l'Université d'Abidjan. Série E Tome XII Ecologie*, 60-79.
3. Cambefort Y. (1984). Nouveaux Scarabaeidae. str. de Côte-d'Ivoire et de pays : 326 p.
4. Cambefort Y. (1985). Les Coléoptères Scarabaeidae du Parc national de Taï (Côte d'Ivoire). *Revue Française d'Entomologie*, 7: 337-342.
5. Cambefort Y. (1986). Rôle des coléoptères Scarabaeidae dans l'enfouissement des excréments en savane guinéenne de Côte-d'Ivoire. *Acta Oecologica, Oecologia Generalis*, 7 : 17-25.
6. Cambefort, Y. & Borda, T. P. (2003). Coléoptères Scarabaeidae s. str., Aphodiidae et Ceratocanthidae du Mont Nimba et des régions limitrophes. In M. Lamotte et R. Roy (eds) : Le peuplement animal du Mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Libéria). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 190 : 551-580.
7. Chatelain, C., Kadjo, B., Kone, I. & Refisch, J. (2001). Relations Faune-Flore dans le Parc National de Taï: une étude bibliographique. *Tropenbos-Côte d'Ivoire*, 166 p.
8. Coleman, D.C. & Hendrix, P. F., (2000). *Invertebrates as Webmasters in Ecosystems*, CABI Publishing, Wallingford, UK.
9. Couturier, G. & Guillaumet, J. L. (1997). Les recherches entomologiques en forêt de Taï (Côte d'Ivoire). *ORSTOM*, 70-74.
10. Danon, A.S.D., Kra, K.D., Kwadjo, K.E, Douan, B.G, Loukou, K.K.S. & Doumbia, M. (2017). Abondance et distribution des Coléoptères coprophages selon l'âge des plantations d'hévéa dans la localité de Toupah, au sud de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science* 13: 421 – 434.
11. Davis, A.L.V., Frolov, A.V. & Scholtz, C.H. 2008. *The African Dung Beetle Genera*. Protea Book House, Pretoria. 274 p
12. Dosso, K., Koffi, K. K.S & Tiho, S. (2018). Etude préliminaire du peuplement de coléoptères bousiers inféodés aux excréments de buffles dans la réserve scientifique de Lamto. *Revue de l'Environnement et de la Biodiversité-PASRES* 3 : 44-53
13. Estes, J. A., Heithaus, M., McCauley, D. J., Rasher, D. B. & Worm, B. (2016). Megafaunal impacts on structure and function of ocean ecosystems. *Annual Review of Environment and Resources*, 41: 83-116.
14. Favila, M. & Halffter, G. (1997). Indicator groups for measuring biodiversity, *Acta Zoologica Mexicana*, 72: 1–25.

15. Hoppe-Dominik, B., Köhl, H. S., Radl, G. & Fischer, F. (2011). Long-term monitoring of large rainforest mammals in the Biosphere Reserve of Taï National Park, Côte d'Ivoire. *African Journal of Ecology*, 49(4) :450-458.
16. Kolongo, T. S. D, Decocq, G., Adou, Y. C. Y., Blom, E. C. & Rompaey, R. S. A. (2006). Plant species diversity in the southern part of the Tai National Park (Côte d'Ivoire). *Biodiversity and Conservation*, 15 : 2123-2142.
17. Kouakou, Y. C. (2004). Influence des perturbations anthropiques sur les coléoptères coprophages : cas du pâturage et de l'urbanisation respectivement en région de savane (Toumodi) et de forêt (Abidjan). Diplôme d'Etudes Approfondies à l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, UFR-SN, 66 pages.
18. Krell, F.-T., Krell-Westerwalbesloh, S., Weiss, I., Eggleton, P. & Linsenmair, K. E. (2003). Spatial separation of Afrotropical dung beetle guilds: a trade-off between competitive superiority and energetic constraints (Coleoptera: Scarabaeidae), *Ecography*, 26: 210–222
19. Krell-Westerwalbesloh, S., Krell, F. T. & Linsenmair, K. E. (2004)-Diel separation of Afrotropical dung beetle and neglecting resources (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Natural History*, 38: 2225-2249.
20. Myers, M., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hot spots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
21. Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezquita, S. & Favila, M. E. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141(6): 1461-1474.
22. OIPR-Office Ivoirien des Parcs et Réserves (2014). Plan d'aménagement et de gestion du parc national de Taï 2014-2018, Abidjan (Côte d'Ivoire), 131 p.
23. Riezebos, E. P., Vooren, A. P. & Guillaumet, J. L. (1994). *Le Parc National de Taï, Cote d'Ivoire. I: Synthèse des connaissances. II: Bibliographie*. Tropenbos Serie 8, Wageningen. 322 pp
24. Ripple, W. J., Abernethy, K., Betts, M. G., Chapron, G., Dirzo, R., Galetti, M., Levi, T., Lindsey, P. A., MacDonald, D. W., Machovina, B., Newsome, T. M., Peres, C.A., Wallache, A. D., Wolf, C., Young, H. (2016). Bushmeat hunting and extinction risk to the world's mammals. *Royal Society Open Science*, 3, 160498

25. Samways, M. J. (1993). Insects in biodiversity conservation: some perspectives and directives, *Biodiversity and Conservation*, 2: 258–282.
26. Simon, A. (2010). Méthodes de recherche des coléoptères coprophages : retour d’expérience. *Invertébrés Américains* 6: 34-44.
27. White, L. & Edwards, A. (2000). Conservation Research in the African Rain Forests: A Technical Handbook. Wildlife Conservation Society, New York. 444 pp.
28. Zaim A. & Gautier J. Y. (1989). Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu Saharien au Maroc. Revue d’Ecologie, *Terre et vie* 44 : 263-278.
29. Zinga K.C.R., Mbang, N.O., Mounioko, F., Mounioko, F., Mavoungou, J.F., M’batchi, B. (2016). Repartition des Glossines dans la Province de l’ogouou Ivindo Ancien foyer de Trypanosomose Humaine Africaine. *European Scientific Journal* 12 : 281-297.
30. Zinque M. H. (2012). Le rôle écologique des Scarabaeidae coprophages dans le destin des graines de *Uapaca spp.* disséminées par le gorille des plaines de l’Ouest (*Gorilla gorilla gorilla*) en forêt dense camerounaise. Travail de fin d’études : Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège. 85 pp. + Annexes.

## **Performances Zootechniques des Elevages de Dindon Local (*Meleagris Gallopavo*) dans la Commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin**

***Vidjinnangni Fifamè Grâce Nadège Dèdèhou,***

Senior Lecturer-Researcher, Laboratoire d'Ecologie, Santé et Production Animale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Benin  
Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Benin

***Ibrahim Alkoiret Traoré, Professor***

***Attakpa Yatchégnon Eloi, Associate Professor***

Laboratoire d'Ecologie, Santé et Production Animale,  
Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p58

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p58](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p58)

---

### **Résumé**

Suite à une enquête zootechnique qui a eu pour objectif d'établir la typologie des élevages de dindon de la commune de Ouaké, les performances de croissance et de reproduction desdites exploitations ont été étudiées. Les résultats montrent que le poids, les paramètres de reproduction ont été significativement influencés par le groupe d'éleveurs et le phénotype des dindons ( $p < 0,05$ ). Ainsi, de l'éclosion à 3 mois d'âge, les dindonneaux du groupe 3 sont plus lourds, suivis de ceux du groupe 2 et de ceux du groupe 1 ( $p < 0,05$ ). Les dindonneaux bronzés sont plus lourds ( $p < 0,05$ ) que les dindonneaux noirs et gris. A 6 mois d'âge, le groupe et le phénotype ont influencé significativement le poids des dindons. Les femelles du groupe 3 ont eu un poids vif supérieur ( $p < 0,05$ ) à celui des deux autres groupes et les dindes bronzées sont plus lourdes que les noires et les grises. Les dindes du groupe 3 ont eu de meilleures performances de ponte et de reproduction que celles des groupes 2 et 1 ( $p < 0,05$ ). Les taux d'éclosion ont été statistiquement différents et ont été de 55,4%, 65,7% et 70,5% respectivement pour les groupes 1, 2 et 3. Les meilleures performances zootechniques ont donc été obtenues avec le groupe 3 et les dindons bronzés.

---

**Mots-clés :** Dindon, Croissance, Reproduction, Groupe, Phénotype, Bénin

## **Zootechnical Performance of Local Turkey (*Meleagris Gallopavo*) Breedings in the Commune of Ouaké in Northwestern Benin**

***Vidjinnangni Fifamè Grâce Nadège Dèdèhou,***

Senior Lecturer-Researcher, Laboratoire d'Ecologie, Santé et Production Animale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Benin  
Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Benin

***Ibrahim Alkoiret Traoré, Professor***

***Attakpa Yatchégnon Eloi, Associate Professor***

Laboratoire d'Ecologie, Santé et Production Animale,  
Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

---

### **Abstract**

Following a zootechnical survey which established the typology of turkey rearing systems in the commune of Ouaké, the growth and reproduction performances of turkey were studied. The results show a significant influence of the farmers' group and the phenotype of turkeys on the weight and reproductive parameters ( $p < 0.05$ ). Thus, from hatching to 3 months of age, group 3 turkeys were the heaviest, followed by those of group 2 and group 1 turkeys successively ( $p < 0.05$ ). Bronzed turkeys were heavier ( $p < 0.05$ ) than black and grey turkeys. At 6 months of age, the group and phenotype significantly influenced the weights of both sexes. The body weight of female turkeys of Group 3 was higher than the other two groups ( $p < 0.05$ ) when bronzed turkeys were heavier than black and grey ones. Group 3 turkeys showed better egg-laying and reproductive performance compared to the other two groups ( $p < 0.05$ ) while group 2 turkeys performed better than those of group 1. Hatching rates were statistically different and averaged 55.4%, 65.7% and 70.5% respectively in groups 1, 2 and 3. The best zootechnical performances were therefore obtained with group 3 and bronzed turkeys.

---

**Keywords:** Turkey, Growth, Reproduction, Group, Phenotype, Bénin

### **Introduction**

L'aviculture au Bénin occupe une place importante dans les moyens d'existence des populations surtout en milieu rural où les volailles sont élevées non seulement pour la consommation locale, les pratiques rituelles,

coutumières, religieuses et sociales, mais aussi pour la génération de revenus (MAEP, 2014). Elle est pratiquée par plus de 80% des populations pour la plupart rurales (Fanou, 2006) et représente la part la plus importante des effectifs du cheptel béninois avec 20120500 têtes de volaille (BCEAO, 2017). Du fait de ses nombreuses potentialités (espèce à cycle court, production plus facile et nécessitant peu d'investissements, accessible à toutes les couches de la population), l'aviculture occupe actuellement une place de choix dans les stratégies de développement et de lutte contre la pauvreté dans la plupart des pays en développement (Sonaiya et Swan, 2004). Parmi les espèces de volaille les plus élevées au Bénin, les poulets viennent en tête et sont suivis par le canard, le dindon et les pigeons. Le dindon se compare avantageusement au poulet sur deux plans à savoir la composition de sa viande et sa valeur marchande. En effet, la viande de dinde a une teneur élevée en protéines, en vitamines et en minéraux (Ribarski *et al.*, 2001). La dinde est considérée comme une viande ayant une faible teneur en matières grasses et en acides gras saturés, ces composés étant associés à l'apparition des maladies cardiovasculaires (Acsherio *et al.*, 1994; Baggio *et al.*, 2002). Elle présente donc un profil d'acides gras intéressant. La viande de dinde est un aliment peu allergénique, ce qui fait d'elle l'une des premières viandes introduites dans l'alimentation des enfants (Alekseev *et al.*, 2005). En ce qui concerne le volet économique, le dindon a une valeur marchande plus importante que tous les autres oiseaux de la basse-cour (MAEP, 2014).

La commune de Ouaké est l'une des plus réputée au Bénin dans l'élevage de dindon (MAEP, 2014). La typologie des élevages de dindon local dans cette commune, établie par Dèdèhou *et al.* (2018) a permis d'identifier et de caractériser trois groupes.

L'objectif du présent travail consiste à évaluer les performances zootechniques du dindon local élevé dans les différents groupes d'élevage de la commune de Ouaké.

## **Materiel Et Methodes**

Une précédente enquête exploratoire a permis d'établir la typologie des élevages traditionnels de dindon local de la commune de Ouaké (Dèdèhou *et al.*, 2018). Ainsi 3 groupes d'éleveurs ont été identifiés. Le groupe 1 est constitué par les paysans. Le groupe 2 regroupe les éleveurs-paysans. Le groupe 3 correspond aux des agro-éleveurs. L'échantillon a été constitué par 10 élevages de dindon de chaque groupe, choisis de façon aléatoire. Les paramètres suivants ont été déterminés :

### **Détermination des performances pondérales des dindons**

Pour déterminer les performances pondérales des dindonneaux pendant la phase de démarrage (0 à 30 jours), les poids de tous les dindonneaux

nés pendant la période d'étude ont été relevés à 0, 7, 15, 23 et 30 jours après éclosion. Les dindonneaux d'une même couvée ont été identifiés par des ficelles de couleurs différentes et leur poids a été relevé à l'aide d'une balance électronique de portée  $1000 \pm 1$  g. Les phénotypes (couleur du plumage) des dindes ont été aussi relevés.

Tous les animaux ayant 3 et 6 mois et les dindons adultes ont été pesés à l'aide d'un peson de  $20 \pm 0,05$  kg.

Ces données ont servi à calculer les gains moyens quotidiens (GMQ) des animaux en utilisant la formule de Lhoste *et al.* (1993).

$$\text{GMQ} = (\text{Wf} - \text{Wi}) / \Delta T$$

GMQ = gain moyen quotidien en g / j ; Wf = poids final en g ; Wi = poids initial en g ;  $\Delta T$  = durée entre deux pesées en jours.

### **Détermination des performances de ponte et de reproduction des dindes**

Pour la détermination des performances de ponte et de reproduction des dindons, les éleveurs ont été soumis à un questionnaire. Les données recueillies ont permis de calculer l'âge de la première ponte, le nombre de couvées par an, le nombre d'œufs incubés, le nombre de dindonneaux éclos.

Le poids des œufs a été déterminé à l'aide d'une balance électronique de portée  $1000 \pm 1$  g. Certaines données telles que le nombre d'œufs pondus par couvée, le nombre d'œufs incubés, le nombre de dindonneaux éclos ont été relevées sur place au cours de l'enquête.

Ces données ont permis de calculer le taux d'éclosion suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Taux d'éclosion} = (\text{Nombre d'œufs éclos} / \text{nombre d'œufs incubés}) * 100$$

### **Analyse statistique des données**

Les données collectées ont été analysées à l'aide du logiciel SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System, 1989).

La procédure PROC GLM a permis d'analyser les données sur les performances individuelles de croissance et le poids vif des animaux. Les effets du groupe (1, 2 et 3) et du phénotype (bronzé, noir et gris), ainsi que leur effet conjugué ont été déterminés.

Les procédures PROC MEANS et PROC ANOVA ont été utilisées pour les données sur les performances individuelles de ponte et de reproduction des dindons et les données sur la composition du cheptel des élevages de dindon. La structuration des moyennes a été effectuée avec le test LSD de Fisher. Les résultats sont présentés sous formes de moyennes  $\pm$  écart type.



## Resultats

### Performances de croissance pondérale des dindons

#### *Croissance pondérale des dindonneaux de 0 à 30 jours après éclosion.*

La croissance pondérale des dindonneaux pendant la phase de démarrage a été suivie par des pesées hebdomadaires. Les effets du groupe et du phénotype sur les poids vifs et les GMQ des dindonneaux sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

**Tableau 1.** Moyenne des moindres carrés et écart-types des poids (g) des dindonneaux suivant les différents stades d'évolution après éclosion

Variables	n	P1 Moy	E.T.	n	P7 Moy	E.T.	n	P15 Moy	E.T.	n	P23 Moy	E.T.	n	P30 Moy	E.T.
Groupe (G)															
G1	25	49,0a	2,8	21	71,2a	4,0	20	87,3a	5,2	20	102,3a	5,7	20	117,4a	7,1
G2	23	53,2b	2,9	21	78,3b	4,2	20	97,9b	5,3	19	115,5b	6,5	19	134,0b	7,7
G3	18	56,7c	2,9	17	85,2c	4,3	17	107,6c	6,1	17	129,4c	6,9	17	150,8c	8,6
Phénotype															
Bronzé (B)	36	54,7b	3,6	31	80,5b	6,4	30	100,4b	9,1	30	118,7b	12,2	30	137,6b	15,0
Noir (N)	17	50,2a	3,5	16	74,1a	6,2	15	91,9a	8,6	15	109,0a	11,4	15	126,3a	13,5
Gris (Gr)	13	49,8a	3,4	12	73,5a	6,1	12	91,8a	8,8	11	109,1a	11,2	11	125,4a	14,3
G*Phénotype															
G1-B	15	51,0b	1,2	12	74,1b	1,6	11	91,1b	2,0	11	106,5b	2,4	11	122,5b	2,8
G1-N	6	46,2a	1,6	5	67,2a	2,5	5	82,0a	3,0	5	96,3a	3,2	5	110,7a	3,7
G1-Gr	4	45,8a	1,0	4	66,3a	1,5	4	81,0a	2,0	4	95,8a	1,7	4	108,5a	3,3
G2-B	12	55,8d	1,1	11	81,9c	1,8	11	102,5c	2,3	11	121,1c	2,7	11	140,7d	3,2
G2-N	6	50,8b	0,7	6	74,8b	0,8	5	93,5b	1,0	5	108,4b	3,3	5	128,8c	2,8
G2-Gr	5	50,0b	1,2	4	73,6b	1,7	4	92,2b	2,2	3	110,3b	1,0	3	124,8b	2,0
G3-B	9	59,3 <sup>e</sup>	1,0	8	89,2d	1,6	8	113,1d	2,1	8	135,8d	2,5	8	158,8d	3,1
G3-N	5	54,2c	0,8	5	81,6c	1,3	5	102,1c	2,7	5	123,1c	1,0	5	142,6b	2,9
G3-Gr	4	53,8c	0,5	4	80,8c	0,5	4	102,0c	1,4	4	123,0c	2,0	4	143,0d	1,4

P1 : à l'éclosion ; P7 : 7 jours après éclosion ; P15 : 15 jours après éclosion ; P23 : 23 jours après éclosion ; P30 : 30 jours après éclosion

Moy = moyenne; E.T.: écart-type; n = nombre

Les moyennes de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 2.** Moyenne des moindres carrés et écart-types des gains moyens quotidiens (GMQ en g) des dindonneaux suivant différents stades d'évolution après éclosion.

Variables	n	GMQ 0-7 j Moy	E.T.	n	GMQ 7-15 j Moy	E.T.	n	GMQ 15-23 j Moy	E.T.	n	GMQ 23-30 j Moy	E.T.	n	GMQ 0-30 j Moy	E.T.
Groupe (G)															
G1	25	3,2a	0,2	21	2,0a	0,2	20	1,9a	0,1	20	2,2a	0,2	20	2,3a	0,1
G2	23	3,6b	0,2	21	2,5b	0,1	20	2,2b	0,2	19	2,7b	0,3	19	2,7b	0,2
G3	18	4,1c	0,2	17	2,8c	0,2	17	2,8c	0,3	17	3,1c	0,4	17	3,1c	0,2
Phénotype Bronzé (B)	36	3,7b	0,4	31	2,5b	0,4	30	2,3a	0,4	30	2,7b	0,4	30	3,8b	0,4
N (Noir)	17	3,4a	0,4	16	2,2a	0,3	15	2,2a	0,4	15	2,5a	0,4	15	2,5a	0,3
Gr (Gris)	13	3,4a	0,4	1,2	2,3ab	0,4	12	2,2a	0,4	11	2,3a	0,5	11	2,5a	0,4
G*Phénotype															
G1-B	15	3,3b	0,1	12	2,1b	0,1	11	1,9a	0,1	11	2,3b	0,1	11	2,4b	0,1
G1-N	6	3,0a	0,1	5	1,9a	0,1	5	1,8e	0,1	5	2,0a	0,1	5	2,2a	0,1
G1-Gr	4	3,0a	0,1	4	1,9a	0,2	4	1,9a	0,1	4	1,8a	0,3	4	2,1a	0,1
G2-B	12	3,8c	0,1	11	2,6d	0,1	11	2,4c	0,1	11	2,8c	0,1	11	2,8c	0,1
G2-N	6	3,3b	0,1	6	4,2c	0,1	5	2,1ab	0,1	5	2,6cd	0,2	5	2,6bc	0,1
G2-Gr	5	3,4b	0,1	4	2,4c	0,1	4	2,0a	0,1	3	2,3b	0,3	3	2,5b	0,1
G3-B	9	4,3d	0,1	8	3,0e	0,1	8	2,9e	0,1	8	3,3e	0,1	8	3,3e	0,1
G3-N	5	3,9c	0,1	5	2,6d	0,2	5	2,6d	0,4	5	2,8c	0,5	5	3,0d	0,1
G3-Gr	4	3,9c	0,1	4	2,7d	0,2	4	2,6d	0,3	4	2,9c	0,3	4	3,0d	0,1

Moy = moyenne; E.T.: écart-type; n = nombre ; j = jours

Les moyennes de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Le type d'élevage a eu un effet significatif sur le poids à l'éclosion des dindonneaux. Ainsi, les dindonneaux du groupe 3 sont plus lourds à l'éclosion, suivis de ceux du groupe 2 ; les dindonneaux du groupe 1 sont les plus légers ( $p < 0,05$ ). Le phénotype a aussi eu un effet significatif sur le paramètre étudié. Les dindonneaux bronzés sont plus lourds ( $p < 0,05$ ) à l'éclosion que les dindonneaux noirs et gris. Cet avantage constaté au niveau des dindonneaux du groupe 3 et de phénotype bronzé a été maintenu à 7, 15, 23 et 30 jours après éclosion.

A 30 jours après éclosion, l'effet croisé Groupe \* Phénotype a montré que les dindonneaux bronzés du groupe 3 ont eu les poids vifs et les GMQ les plus élevés ( $p < 0,05$ ), suivis par les dindonneaux gris et noirs du groupe 3 et bronzés du groupe 2. Les dindonneaux noirs du groupe 2 et bronzés du groupe 1 ont occupé respectivement la 3<sup>e</sup> et la 4<sup>e</sup> place. Enfin, les dindonneaux noirs et gris du groupe 1 ont eu les poids vifs et GMQ les plus bas ( $p < 0,05$ ).

### ***Evolution du poids vif des dindons***

Les poids vifs des dindons des deux sexes à 3 et 6 mois, des dindes (PFA) et dindons (PMA) adultes sont consignés dans le tableau 3.

**Tableau 3.** Moyenne des moindres carrés et écart-types des poids (kg) des dindons à 3 (P3), 6 mois (PF6 et PM6) et des dindons adultes (PFA et PMA).

Variables	n	P3 Moyen ne	E.T.	n	PF6 Moyen ne	E.T.	n	PM6 Moyen ne	E.T.	n	PFA Moyen ne	E.T.	n	PMA Moyen ne	E.T.
<b>GROUPE (G)</b>															
G1	21	0,78a	0,08	33	2,66a	0,80	14	2,88a	1,2	32	2,12a	1,24	13	5,15a	1,46
G2	17	0,90b	0,08	29	3,03ab	0,93	13	2,90a	0,80	29	2,97b	0,94	12	7,17b	1,27
G3	15	1,19c	0,26	20	3,32b	1,3	12	3,24a	0,17	20	3,07b	1,26	12	8,42c	1,08
<b>PHENOTYPE</b>															
B (Bronzé)	26	1,03b	0,28	47	3,30b	1,1	18	3,17a	1,02	46	2,51a	1,3	18	6,78a	2,26
N (Noir)	13	0,83a	0,11	19	2,53a	0,72	11	2,85a	0,30	19	2,71a	1,20	10	6,8a	1,39
Gr (Gris)	14	0,86a	0,11	16	2,43a	0,64	10	2,84a	0,32	16	3,04a	1,21	9	7,11a	1,54
<b>G*PHENOTY</b>															
PE	13	0,83b	0,08	20	2,67a	0,77	9	3,11b	1,46	19	2,97a	0,76	9	4,89a	1,61
G1-B	4	0,72a	0,02	9	2,74a	0,90	3	2,55a	0,39	9	2,34a	0,58	2	6,50a	0,71
G1-N	4	0,71a	0,02	4	2,45a	0,95	2	2,36a	0,09	4	2,39a	1,01	2	5,00a	0,05
G1-Gr	7	1,00c	0,02	17	3,49b	0,84	5	3,64c	0,07	17	2,82a	0,89	5	8,4c	0,55
G2-B	5	0,85b	0,01	5	2,19a	0,45	4	2,79a	0,04	5	3,47a	1,24	4	6,00a	0,82
G2-N	5	0,83b	0,02	7	2,50a	0,74	4	2,78a	0,15	7	2,80a	0,45	3	6,67b	0,58
G2-Gr	6	1,50d	0,03	10	4,23c	1,30	4	4,48d	0,06	10	3,00a	1,80	4	9,01c	0,07
G3-B	4	0,96c	0,03	5	2,50a	0,51	4	3,13b	0,08	5	3,26a	0,73	4	7,75b	1,70
G3-N	5	0,99c	0,02	5	2,31a	0,06	4	3,14b	0,03	5	3,02a	1,2	4	8,50c	0,58
G3-Gr															

Moy = moyenne; E.T.: écart-type; n = nombre

P3 : poids à 3 mois ; PF6 : poids des femelles à 6 mois ; PM6 : poids des mâles à 6 mois ; PFA : poids des femelles adultes ; PMA : poids des mâles adultes

Les moyennes de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

A 3 mois après éclosion, l'effet groupe a été significatif. Les dindonneaux du groupe 3 sont les plus lourds ( $p < 0,05$ ), suivis par ceux du groupe 2, qui sont différents ( $p < 0,05$ ) des dindonneaux du groupe 1. Le phénotype des dindonneaux a eu un effet significatif sur leur poids vif à 3 mois après éclosion. Les bronzés ont eu un poids vif supérieur ( $p < 0,05$ ) à ceux des noirs et gris. Ces différentes observations ont été confirmées par l'effet conjugué Groupe \* Phénotype sur les poids vifs des animaux à 3 mois.

A 6 mois après éclosion, on constate que les mâles et les femelles ont les mêmes poids vifs. L'effet du groupe est significatif chez les femelles et ne l'est pas chez les mâles : les femelles du groupe 3 ont eu un poids vif supérieur ( $p < 0,05$ ). L'effet du phénotype existe chez les femelles (les bronzées sont plus lourdes) et pas chez les mâles. La croissance pondérale des dindonneaux mâles s'est uniformisée pendant la tranche d'âge de 3 à 6 mois ; alors que celle des femelles est demeurée sous l'influence du groupe et du phénotype.

Le poids vif des mâles a pratiquement doublé entre 6 mois et l'âge adulte ; alors que le poids vif des femelles n'a pratiquement pas varié entre 6 mois et l'âge adulte. Cependant, le poids vif des dindes adultes a été significativement influencé par le groupe et non par le phénotype et par l'effet conjugué des deux facteurs.

Le groupe a eu un effet significatif sur le poids vif des dindons adultes :

les dindons du groupe 3 sont plus lourds ( $p < 0,05$ ) que ceux du 2<sup>e</sup> groupe et ceux du groupe 1 sont les plus légers ( $p < 0,05$ ). Le phénotype n'a pas eu d'effet sur le poids vif des dindons, alors que l'effet conjugué des deux facteurs a été au contraire significatif. Ainsi, dindons adultes bronzés des groupes 2 et 3 et les gris du groupe 3 sont les plus lourds ( $p < 0,05$ ) et les bronzés et gris du groupe 1, les plus légers ( $p < 0,05$ ).

### Performances de ponte et de reproduction des dindes

Les résultats de la performance de ponte et de la reproduction des dindes sont consignés dans le tableau 8. Les dindes du groupe 3 ont eu de meilleures ( $p < 0,05$ ) performances de ponte et de reproduction que celles des deux autres groupes. Les dindes du 2<sup>e</sup> groupe ont eu des performances intermédiaires ( $p < 0,05$ ) entre celles des groupes 3 et 1.

Ainsi, les dindes du groupe 3 ont pondu plus tôt, beaucoup plus d'œufs plus lourds et plus de fois dans l'année que les dindes des 2 autres lots. Elles n'ont été égalées par les dindes du 2<sup>e</sup> groupe que par le nombre de couvées par an. Ces bonnes performances de ponte ont conduit de meilleures performances de reproduction et à un taux d'éclosion, supérieur ( $p < 0,05$ ) de 48,3% et 18,7% respectivement par rapport à ceux des dindes des groupes 1 et 2 (tableau 4).

**Tableau 4** : Résultats de la performance de ponte et de reproduction des dindes selon le type d'élevage (moyenne  $\pm$  écart-type)

Paramètres	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Age de première ponte (mois)	8,41a $\pm$ 1,26	7,5b $\pm$ 0,92	6,54c $\pm$ 0,76
Nombre d'œufs pondus par couvée	9,3a $\pm$ 1,2	10,1b $\pm$ 0,9	11,0c $\pm$ 0,9
Poids des œufs (g)	60,4a $\pm$ 3,1	62,7b $\pm$ 2,9	67,9c $\pm$ 3,2
Nombre de couvée par an	2,6a $\pm$ 0,5	3,0b $\pm$ 0,7	3,1c $\pm$ 0,6
Nombre d'œufs pondus par an	24,1a $\pm$ 5,6	30,4b $\pm$ 7,0	33,4c $\pm$ 5,2
Nombre d'œufs incubés par an	19,0a $\pm$ 3,7	25,1b $\pm$ 5,3	28,8c $\pm$ 5,0
Nombre d'œufs éclos par an	10,5a $\pm$ 2,1	16,5b $\pm$ 3,4	20,3c $\pm$ 3,6
Taux d'éclosion %	55,4a $\pm$ 1,3	65,7b $\pm$ 1,0	70,5c $\pm$ 0,9

Moy = moyenne; E.T.: écart-type; n = nombre

Les moyennes de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Le type d'élevage a donc eu un effet significatif sur les performances de ponte et de reproduction des dindes.

### Discussion

L'évolution des poids des dindons a montré que les éleveurs du groupe 3 ont des animaux plus lourds. Ces éleveurs, certainement entretiennent mieux

leurs animaux. Ils ont un meilleur suivi sanitaire et pratiquent la complémentation des dindonneaux avec des termites, des asticots, les résidus de fabrication de la bière locale et de l'akassa, certains achètent même la farine de poisson (Dèdèhou *et al.*, 2018). Dans le groupe 2, les animaux bénéficient de moins de soins et d'aliments et dans le groupe 1, ils sont pratiquement abandonnés (Dèdèhou *et al.*, 2018). Ils doivent compléter leur ration en consommant insectes, vers, verdure, graines diverses. L'abreuvement se fait le plus souvent dans les mares, flaques d'eau ou vieux ustensiles abandonnés dans la cour des concessions, ce qui constitue des risques de parasitisme (Dèdèhou *et al.*, 2018). Les poids vifs des dindes des différents groupes sont assez proches de ceux de Halbouche *et al.* (2010) qui ont rapporté des poids vifs variant entre 2,7 et 2,8 kg pour des dindes adultes dans des élevages familiaux.

A 3 mois après éclosion, le poids des dindonneaux variant entre 0,78 à 1,19 kg, et le phénotype ont eu des effets significativement différents. Halbouche *et al.* (2010) ont rapporté pour des dindonneaux de même âge un poids vif de 1,394 kg (pour les mâles) et 1,433 kg (pour les femelles), soulignant qu'il n'y a aucun dimorphisme sexuel exprimé durant cette phase d'élevage. Ces auteurs ont aussi montré que le dindonneau local manifeste une croissance lente et des performances faibles malgré le rationnement alimentaire et sa distribution à volonté, ce qui laisse supposer un déterminisme génétique du petit format de l'animal.

L'effet des deux facteurs que sont le groupe et le phénotype s'est maintenu sur le poids vif des mâles adultes. Chez les femelles adultes par contre, le poids vif n'a pas été significativement différent en relation avec le phénotype. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par Halbouche *et al.* (2010). La croissance des femelles s'est arrêtée à partir de 6 mois d'âge certainement à cause du démarrage de la reproduction. En effet la ponte, la couvaison et l'élevage des petits sont des activités qui épuisent les dindes et ne leur permettent pas d'accroître leur poids vif surtout quand elles sont mal nourries et mal entretenues. Selon Koundou (1994), le poids vif des dindes serait passé de 3 kg en début de couvaison à 2,5 kg en fin de couvaison. Elles auraient ainsi perdu 500 g de poids vif en 28 jours de couvaison soit près de 18 g par jour. Pendant ce temps, les dindons poursuivent leur croissance et c'est en ce moment que l'écart se creuserait entre mâles et femelles.

Les performances de ponte et de reproduction des dindes du groupe 3 ont été meilleures par rapport à celles des deux autres groupes. Ces résultats montrent que l'amélioration des conditions d'élevage donne de bons résultats en élevage des dindons. Dans notre étude, l'âge à la première ponte a varié de 6,5 mois à 8,4 mois et le nombre d'œufs par couvée de 9,3 à 11. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Salifou (1977) et Koundou (1994) où l'âge à la ponte a varié de 6 à 8 mois et chaque dinde a pondu 9 à 10 œufs par couvée

en l'espace de 3 semaines environ. Le poids des œufs obtenu dans cette étude (60,4 g à 67,9 g) est inférieur à ceux obtenus par Boudina (2002) et Halbouche *et al.* (2010) qui ont rapporté des poids d'œufs de dinde locale variant entre 78.5 g et 83,6 g. la différence observée entre le nombre d'œufs pondus et le nombre d'œufs incubés serait due aux pertes par cassure des œufs et par prédation, qui serait facilité par l'état rudimentaire des bâtiments d'élevage (Dèdèhou *et al.*, 2018). Les taux d'éclosion ont varié entre 55,4% et 70,5% suivant les groupes et le groupe 1 a eu le plus faible taux d'éclosion. Ceci se justifierait par le fait que certains élevages de ce groupe ne possèdent pas de dindons reproducteurs et empruntent les géniteurs des voisins pour accoupler leurs dindes (Dèdèhou *et al.*, 2018). Du fait du mode d'élevage en liberté, théoriquement quelques dindons (mâles) dans le village suffisent pour que même les propriétaires de dindes sans géniteurs aient des éclosions plus ou moins régulières. Mais, dans la pratique, le taux d'éclosion dans les élevages sans géniteurs est plus faible. Toutefois, l'absence d'une alimentation adéquate des géniteurs peut entraîner la baisse de la qualité des semences. Les taux d'éclosion obtenus dans cette étude sont inférieurs 79% rapporté par Halbouche *et al.* (2010) et supérieur à 55% rapporté par Boudina (2002). Le poids vif moyen du dindonneau à la naissance a varié significativement entre groupes et entre phénotype. Ces résultats concordent avec ceux de Halbouche *et al.* (2010) et Boudina (2002) mais pour Halbouche *et al.* (2010), le poids à la naissance du dindonneau n'est pas influencé par le phénotype. Dans l'ensemble, ces performances de reproduction demeurent faibles et variables lorsqu'elles sont comparées à celles de dindes menées en systèmes intensifs ou fermiers. Dans ces systèmes, le total des pertes enregistrées dues à l'infertilité des œufs et à la mortalité embryonnaire ne dépasse pas 20% (Agreste 2006, Molette et Guerin 2010). Aussi, Camacho-Escobar *et al.* (2008) rapportent un taux d'éclosion moyen de 76% et un taux d'éclosivité de 85% dans des élevages mexicains fermiers.

## Conclusion

Cette étude a montré beaucoup de variations en termes de performances de croissance pondérale, de ponte et de reproduction des dindons selon les différents groupes. Il ressort de cette étude que l'élevage du dindon local en milieu paysan connaît des insuffisances du point de vue croissance, reproduction, système de production et environnement. La réussite de cet élevage passe par la mise en place d'un habitat adéquat, une alimentation améliorée et par un assainissement de l'environnement. Ceci nécessite la mise en place d'une formation plus efficace des acteurs de la filière en vue du renforcement des capacités des aviculteurs.

## References :

1. Agreste. (2006). Données de cadrage aviculture (poulets de chair, dinde). Avicadre N°3, 19 Avril 2006, 5 pp.
2. Alekseev, F.F. (2005). Turkey-prospect poultry meat. *Ptica i Pticeprodukty*, 5: 12-15.
3. Ascherio, A., Willett, W.C., Rimm, E.B., Giovannucci, E.L., Stampfer, M.J. (1994). Dietary iron intake and risk of coronary disease among men. *Circulation*, 89 : 969–974.
4. Baggio, S.R., Vicente, E., Bragagnolo, N. (2002). Cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid composition in turkey meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 : 5981-5986.
5. Banque Centrale des Etats de l’Afrique de l’Ouest (BCEAO). (2017). Annuaire statistique, pp. 3- 7.
6. Boudina, H. (2002). Bilan des performances de la population locale de dindes élevées à la station de Baba Ali. ITELV, Algérie, Document ronéotypé, pp 10.
7. Camacho-Escobar, M.A., Hernandez-Sanchez, V., Ramirez-Cancino, L., Sanchez-Bernal, E.I., Arroyo-Ledezma, J. (2008). Characterization of backyard guajolotes (*Meleagris gallopavo gallopavo*) in tropical zones of Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, 20(4), 1-8.
8. Fanou, U. (2006). Première évaluation de la structure et de l’importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l’Ouest - Cas du Bénin (Enquête CPVBP, 2006) Rapport FAO, pp. 3-32.
9. Halbouche, M., Mouats, A., Belhadi, A., Homrani, A., Didi, M. (2010). Ponte, reproduction et développement sexuel chez la dinde domestique (*Meleagris Gallopavo*) en Algérie : Influence du phénotype et du niveau protéique des aliments. *European Journal of Scientific Research* 47(3) : 473-483.
10. Koundou, I.B. (1994). Quelques aspects de l’élevage du dindon en République du Bénin. Thèse d’Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d’Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, pp 166.
11. Lhoste, P., Dollé, V., Rousseau, J., Soltner, D. (1993). Manuel de zootechnie des régions chaudes : les systèmes d’élevage. Collection précis d’élevage, Ministère de la coopération Française, pp 281.
12. Ministère de l’Agriculture, de l’Elevage et de la Pêche (MAEP). (2014). Rapport de Performance du Secteur Agricole, Gestion 2013, pp 3- 47.
13. Molette C, Guerin JL. (2010). Accoupage: développement embryonnaire et incubation. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, Document Powerpoint, in [www.avicampus.fr](http://www.avicampus.fr), 49 p.

14. Ribarski, S., Lalev, M., Oblakova, M. (2001). Physico-chemical characteristics and micromorphological feature of turkey skeleton musculature. *Journal of Animal Science*, 2 : 106-109.
15. Salifou, K. (1977). Elevage du dindon dans la province de l'Atacora : Possibilités d'amélioration. Mémoire DEAT, Lycée agricole Medji de Sekou, pp 56.
16. SAS. (1989). SASSTAT : User's guide (ressource électronique)-version 6- 4ème éd.- New York : Cary, SAS inst.
17. Sonaiya, E.B., Swan, S.E.J. (2004). Production en aviculture familiale, Manuel FAO de Production et Santé Animales. Ed. FAO, Rome, IBS 92-5-205082-5, pp136.



## Cellulites Cervico-Faciales D'origine Dentaire au CHU Sylvanus Olympio de Lome Au Togo

*Bissa Haréfétéguéna, MD, MA*

*Adam Saliou, MD, MA*

*Amana Essobiziou, MD*

*Foma Winga, MD, MA*

*Pegbessou Essobozou, MD, MA*

Université de Lomé, CHU Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

*Lawson Stephen Lionel, MD, MCA*

Université de Kara, CHU Kara, Kara, Togo

*Kamissoko Aly Badra, MD, CCA*

Université Gamal Abdel Nasser,

Hôpital National Ignace Deen, Conakry, Guinée

*Kpemissi Eyawèlohn, MD, Prof.*

Université de Lomé, CHU Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p70

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p70](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p70)

---

### Résumé

**Objectif** : décrire les aspects épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques, et évolutifs des cellulites cervico-faciales d'origine dentaire au CHU Sylvanus Olympio (SO) de Lomé. **Patients et méthodes** : Il s'est agi d'une étude transversale descriptive réalisée sur une période de sept ans, à propos de 373 dossiers médicaux colligés dans le service d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie Cervico-Maxillo-Faciale du CHU SO de Lomé, comportant des informations cliniques et paracliniques faisant cas de cellulites cervico-faciales d'origine dentaire. **Résultats** : L'âge moyen de nos patients était de 38,5 ans  $\pm$  15,2. Le délai moyen de consultation était de 11 jours. Les motifs les plus fréquents étaient la tuméfaction douloureuse (94,1%) et l'odontalgie (90,6%). Une automédication à base AINS/antalgiques a été retrouvée dans 33,0% des cas. Cliniquement, la tuméfaction était submandibulaire dans 60,1% des cas et associée à la carie dentaire dans 74,8% des cas. Les dents cariées étaient majoritairement les molaires inférieures dans 81,9% des cas. L'examen cytotactériologie des prélèvements a été réalisé chez 189 patients et 97 prélèvements se sont révélés positifs et isolant le streptocoque dans 32 cas. La radiographie panoramique a permis de noter un granulome dans 51,0% des cas, suivi du kyste apical dans 35,5% des cas. Le

traitement médical était fait d'une bi-antibiothérapie réadaptée secondairement sur la base d'antibiogramme. Un drainage chirurgical avec extraction dentaire différée a été effectué dans 86,1% des cas. L'évolution était favorable chez la majorité des patients avec 6,9% de décès. **Conclusion** : Les cellulites cervico-faciales d'origine dentaire restent d'actualité. Le diagnostic doit être précoce, la prise en charge est pluridisciplinaire mais un accent doit être mis sur la prévention.

---

**Mots clés** : Cellulite, Carie Dentaire, Automédication, Drainage Chirurgical

---

## **Head and Neck Cellulitis of Dental Origin at Sylvanus Olympio University Hospital of Lomé in Togo**

*Bissa Haréfétéguéna, MD, MA*

*Adam Saliou, MD, MA*

*Amana Essobiziou, MD*

*Foma Winga, MD, MA*

*Pegbessou Essobozou, MD, MA*

Université de Lomé, CHU Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

*Lawson Stephen Lionel, MD, MCA*

Université de Kara, CHU Kara, Kara, Togo

*Kamissoko Aly Badra, MD, CCA*

Université Gamal Abdel Nasser,

Hôpital National Ignace Deen, Conakry, Guinée

*Kpemissi Eyawèlohn, MD, Prof.*

Université de Lomé, CHU Sylvanus Olympio, Lomé, Togo

---

### **Abstract**

**Objective:** to describe the epidemiological, clinical, therapeutic and progressive aspects of head and neck cellulitis of dental origin at Sylvanus Olympio University Hospital (SO), Lomé. **Material and method:** This was a descriptive cross-sectional study carried out over a period of seven years, concerning 373 medical files collected in the Department of Oto-Rhino-Laryngology and Head and Neck Surgery of the Sylvanus Olympio University Hospital in Lomé, with clinical and paraclinical information on head and neck cellulitis of dental origin. **Results:** The mean age of our patients was  $38.5 \pm 15.2$  years. The average consultation time was 11 days. The most common

reasons were painful swelling (94.1%) and toothache (90.6%). Self-medication based on NSAIDs / analgesics was found in 33.0% of cases. Clinically, swelling was sub-mandibular in 60.1% of cases and associated with tooth decay in 74.8% of cases. The decayed teeth were predominantly lower molars in 81.9% of cases. The cytobacteriological examination of the specimens was carried out in 189 patients and 97 samples were positive and isolating the streptococcus in 32 cases. Panoramic X-ray revealed granuloma in 51.0% of cases, followed by apical cyst in 35.5% of cases. The medical treatment was made of a bi-antibiotherapy rehabilitated secondarily on the basis of antibiogram. Surgical drainage with delayed tooth extraction was performed in 86.1% of cases. The evolution was favorable for the majority of patients with 6.9% of deaths. **Conclusion:** Head and neck cellulitis of dental origin remains valid. The diagnosis must be early, the management is multidisciplinary but an emphasis must be placed on prevention.

---

**Keywords:** Cellulitis, Tooth Decay, Self-Medication, Surgical Drainage

## **Introduction**

Les cellulites cervico-faciales sont des infections poly-microbiennes extensives, qui touchent les espaces aponévrotiques de la face et du cou. Souvent secondaires à la mortification de la pulpe dentaire ou aux infections péri-dentaires, elles se propagent par contiguïté et sont sévères parfois nécrosantes, susceptibles de s'étendre aux tissus avoisinants jusqu'au médiastin (Huang TT, 2004) constituant ainsi une urgence médico chirurgicale. Sa prévalence est encore élevée dans les pays en développement surtout en Afrique subsaharienne (Niang P et al., 2011). La prise en charge doit être rapide et pluridisciplinaire. Le CHU Sylvanus Olympio de Lomé étant le seul centre de référence national qui abrite les chirurgiens maxillo-faciaux et la majorité des chirurgiens ORL, il s'avère judicieux d'y mener cette étude qui donne des renseignements complémentaires à celle menée antérieurement il y a 5 ans (Bissa H et al., 2014).

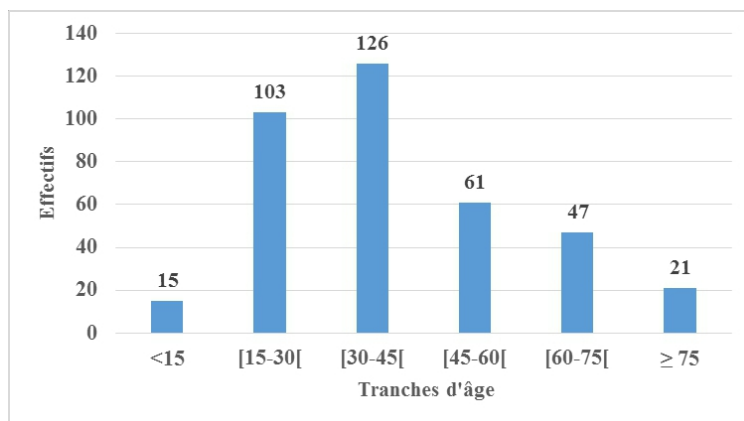
## **Materiels Et Methode**

Le service d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie Cervico-Maxillo-Faciale du Centre Hospitalier Universitaire Sylvanus Olympio (CHU-SO) de Lomé a servi de cadre d'étude. Il s'est agi d'une étude rétrospective descriptive de 07 ans qui s'est déroulée du 1<sup>er</sup> janvier 2010 au 31 décembre 2016 et qui a porté sur 373 dossiers des patients hospitalisés pour cellulites cervico-faciales. Tous les cas ont rempli les critères de diagnostic suivants : informations cliniques et/ou paracliniques en faveur d'une cellulite cervico-faciale. N'ont pas été inclus dans cette étude les cellulites cervico-faciales d'origine non dentaire, les autres suppurations cervico-faciales et les

dossiers incomplets. Les paramètres étudiés étaient les données sociodémographiques (âge, sexe, profession) ; cliniques (motif de consultation, antécédents, délai de consultation, signes cliniques) ; paracliniques (résultats biologique et radiologique) ; le traitement reçu et l'évolution. L'analyse et le traitement des données ont été faits avec le logiciel EPI info 7 et SPSS 20.0

## Resultats

Au total, 373 cas ont rempli les critères d'inclusion, ce qui représente 53,3 cas par an. L'âge moyen était de 38,5 ans  $\pm$  15,2 avec des extrêmes de 3 et 85 ans. La tranche d'âge la plus représentée était celle de 30-45 ans soit 33,7% des cas. (**Figure 1**). Cent quatre-vingt-seize patients étaient de sexe masculin soit une sex-ratio de 1,1.



**Figure 1:** répartition des patients selon les tranches d'âge

Les commerçants et les ménagères ont représenté respectivement 24,4% et 14,7% des cas. (**Tableau I**). Le délai moyen de consultation était de 11 jours avec des extrêmes de 1 et 42 jours et 191 cas (51,2%) avaient consulté dans les sept premiers jours d'évolution de la maladie. La tuméfaction douloureuse et l'odontalgie étaient les motifs de consultation les plus retrouvés soit dans respectivement 94,1% et 90,6% des cas, suivi de dysphagie dans 14,5% des cas, de dyspnée dans 3,8% des cas, d'un mauvais état général dans 1,9% des cas et des suppurations cervicale, buccale et faciale dans respectivement 0,8% ; 0,8% et 0,5% des cas. L'automédication était retrouvée dans 212 cas (56,8%) et faite d'association anti-inflammatoires non stéroïdiens et antalgiques dans 33,0% des cas, d'antalgiques uniquement dans 29,2% des cas, d'anti-inflammatoires non stéroïdiens uniquement dans 23,5% des cas et des antibiotiques uniquement dans 14,1% des cas.

**Tableau I :** répartition des patients en fonction de la catégorie professionnelle

<b>Catégorie professionnelle</b>	<b>Effectifs</b>	<b>Pourcentage(%)</b>
Artisans	46	12,3
Agriculteurs	27	7,2
Cadres supérieurs	11	2,9
Commerçants	91	24,4
Conducteurs de taxi-moto	15	4,0
Elèves/Étudiants	38	10,3
Ménagères	55	14,8
Ouvriers/Employés	43	11,5
Retraités	25	6,7
Autres	22	5,9
<b>Total</b>	<b>373</b>	<b>100,0</b>

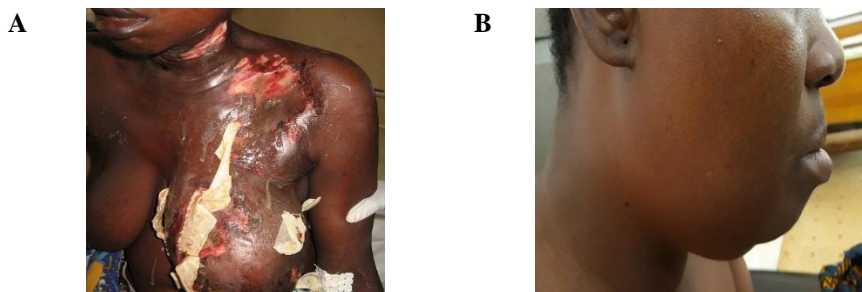
Quant aux antécédents, l'alcoolisme chronique était retrouvé dans 8,31% des cas, l'immunodépression au VIH dans 6,97% des cas, l'extraction dentaire dans 4,83% des cas, le tabagisme chronique dans 3,48% des cas, le diabète dans 2,41% des cas, la cellulite cervico-faciale et une mauvaise hygiène buccodentaire dans 1,07% des cas chacune et un traumatisme dentaire dans 0,8% des cas.

L'examen physique exo-buccal a permis de noter une tuméfaction siégeant dans la région submandibulaire dans 60,1% des cas. (**Tableau II**). (**Figure 2**). L'examen endo-buccal a permis de noter un trismus dans 67,3% des cas et qui était modéré dans 63,2% des cas, serré dans 29,1% des cas et léger dans 7,7% cas ; des caries dentaires étaient retrouvées dans 279 cas soit 74,8% des cas dont une dent cariée dans 48,38% des cas, deux dents dans 28,67% des cas, trois dents dans 12,18% des cas, quatre dents dans 7,17% des cas et supérieure à quatre dents dans 3,6% des cas. Quant au type de dent cariée, les molaires inférieures étaient retrouvées dans 81,3% des cas, les molaires supérieures dans 2,9% des cas, les prémolaires inférieures dans 9,7% des cas, les prémolaires supérieures dans 1,8% des cas et les autres dents dans 4,3% des cas. Les autres signes retrouvés à l'examen endo-buccal étaient une absence de dent dans 20,4% des cas, des fistules dans 19,3% des cas, un aspect en double langue dans 13,7% des cas et une parodontopathie dans 13,1% des cas.

**Tableau II :** répartition des patients selon la localisation de la tuméfaction

<b>Localisation de la tuméfaction</b>	<b>Effectifs</b>	<b>Pourcentage(%)</b>
Cervico-facio-thoracique	38	10,1
Génienne	37	10,0
Hémiface	34	9,1
Parotido-massétérienne	14	3,7
Périorbitaire	1	0,3

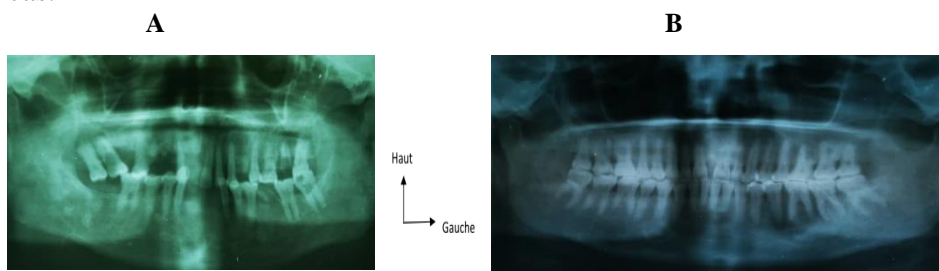
Plancher buccal sus mylo hyoïdienne	23	6,2
<b>Submandibulaire</b>	<b>224</b>	<b>60,1</b>
Temporale	2	0,5
<b>Total</b>	<b>373</b>	<b>100,0</b>



**Figure 2:** **A** = cellulite cervico-facio-thoracique ayant entrainé une médiastinite  
**B**= cellulite submandibulaire droite.

L'examen cyto bactériologique du pus a été réalisé dans 189 cas (50,73%) et des germes étaient isolés dans 97 cas (51,3%). Les germes isolés étaient le streptocoque dans 32,9% des cas, le staphylocoque dans 22,6% des cas, le klebsiella dans 18,55% des cas, l'Escherichia coli dans 11,34% des cas, le Pseudomonas aeruginosa dans 8,25% des cas et le citrobacter divertus, l'antrobacter, le Proteus vulgaris dans 6,36% des cas.

La radiographie panoramique dentaire était réalisée dans 149 cas (39,94%). (**Figure 3**) Elle avait noté au niveau apical des granulomes dans 51,0% des cas et des kystes dans 35,5% des cas ; des dents de sagesse incluse et enclavée dans respectivement 6,7% et 6,0% des cas, et une ostéite dans 0,6% des cas.



**Figure 3 :** radiographie panoramique dentaire, **A**=multiples caries et chicots / **B**= granulome apical (flèche)

Le traitement était fait de traitement médical et chirurgical. Le traitement médical était une bi antibiothérapie probabiliste dans tous les cas puis réadapté en fonction du germe et de l'antibiogramme dans 97 cas. Le drainage exo-

buccal suivi d'une extraction dentaire différée ont été réalisés dans 86,1% des cas (**Tableau III**).

**Tableau III** : répartition des patients en fonction du type de geste chirurgical

Geste chirurgical	Effectifs	Pourcentage(%)
Endo-buccal + extraction dentaire différée	2	0,5
<b>Exo-buccal + extraction dentaire différée</b>	<b>321</b>	<b>86,1</b>
Exo-buccal + extraction dentaire à chaud	6	1,6
Pas de traitement chirurgical	44	11,8
<b>Total</b>	<b>373</b>	<b>100,0</b>

La durée moyenne de séjour hospitalier était de 11,3 jours (57,6%) avec des extrêmes de 07 jours et 21 jours. L'évolution était simple et favorable dans 270 cas soit 72,4% des cas avec 26 cas (6,9%) de décès. Des complications ont été notées dans 7 cas (1,8%) dont 1 cas d'extension orbitaire, 1 cas d'insuffisance rénale, 2 cas de médiastinite, et 3 cas de pleurésie (**Figure 4**).



**Figure 4** : pleurésie basale droite avec mise en place d'un drain thoracique (flèche)

## Discussion

Les cellulites cervico-faciales constituent le premier motif d'hospitalisation dans le milieu où exercent les auteurs. La prévalence dans cet article était de 16,5%, elle varie en fonction du milieu où l'étude a été réalisée (Rouadi S et al., 2013). Le sexe masculin était le plus retrouvé et ce résultat fait l'unanimité des auteurs (El Abed W et al. 2019 ; Tran ba huy et al., 2011 ; Benzarti S et al., 2007 et Rakotoarison RA et al., 2008) ; les causes évoquées sont essentiellement une mauvaise hygiène bucco-dentaire et l'alcoolisme tabagisme rencontrée plus chez le sexe masculin (El Ayoubi A et al., 2009). Les cellulites cervico-faciales surviennent à tout âge. L'âge moyen des patients retrouvé ici était de 38,5 ans avec un pic dans la tranche d'âge de 30-45 ans. Dans certaines études, cet âge moyen variait de 28 à 38 ans (Miloundja et al., 2012 et Cassagneau P et al., 2011), une étude béninoise

(Hounpke et al ., 1990) avait noté un âge moyen de 18 ans et pour Potard et al. en France, cet âge était de 51 ans (Potard G et al., 2000).

Les commerçants et les ménagères représentaient les classes professionnelles les plus touchées dans cet article. Ce profil a été noté dans certaines études africaines comme dans celle de Bissa et al. au Togo qui ont noté 87,9 % (Bissa H et al., 2014) et une autre en Tunisie ( El Abed W et al. 2019) qui a noté 71,8% des patients à bas niveau socio-économique. Cette catégorie professionnelle accorderait peu d'importance à l'hygiène bucco-dentaire, plus d'importance à l'automédication qui n'a jamais été efficace dans la majorité des cas. Elles consulteront alors tardivement devant l'aggravation de la maladie.

Le retard de consultation est dû à la paupérisation, à la résignation, à l'automédication et aussi au traitement traditionnel. Ces causes ont été rapportées par certaines études Sénégalaise et gabonaise (Niang P et al., 2011 et Miloundja et al., 2012) . Le délai moyen de consultation retrouvé dans cet article était de 11 jours. Par contre un délai moyen plus court soit 4 jours a été noté par certains auteurs en Tunisie (Benzarti S et al., 2007 et El Abed W et al., 2019). Ceci pourrait s'expliquer par la meilleure organisation du système de santé de ces pays maghrébins.

La tuméfaction douloureuse (94,1%) était le motif de consultation le plus retrouvé dans cet article et souvent associé à une odontalgie (90,6%). c'est le motif qui fait suspecté une cellulite cervico-faciale et reste généralement au premier plan (El Ayoubi A et al., 2009 et Hounpke et al ., 1990) . Cette tuméfaction siégeait plus dans la région mandibulaire dans 60,1% des cas. Cette localisation a été rapportée dans la littérature (Benzarti S et al., 2007 et Rouadi S et al., 2013). La raison de cette localisation est liée à la cause qu'est la carie dentaire qui touche principalement les dents mandibulaires, siège préférentiel de la formation de la plaque dentaire (El Abed W et al., 2019 et El Ayoubi A et al., 2009).

Le recours à l'automédication a été noté dans plus de la moitié des cas. L'automédication est une pratique courante dans les pays en voie de développement à cause de la vente des médicaments de la rue, de la médecine traditionnelle et de l'absence de couverture des assurances maladies aux autres couches sociales. Des auteurs africains l'ont aussi noté dans leurs études (El Ayoubi A et al., 2009 et Miloundja et al., 2012) . Par contre une étude française rapporte moins de patients qui ont eu recours à l'automédication soit 8,6% des cas (Tran ba huy et al., 2011). En effet, en France et dans les pays où le système de santé est modernisé, la délivrance d'un médicament par le pharmacien se fait sur présentation d'une ordonnance médicale, d'où un faible taux d'automédication.

La majorité des études sont unanimes sur la nature des germes rencontrés à l'examen cytobactériologique du pus. Ce sont des germes



saprophytes et commensaux aéro- anaérobies de la cavité buccale, localisés souvent dans les sillons dentaires (El Abed W et al. 2019 ; Benzarti S et al., 2007 et El Ayoubi A et al., 2009). Comme démontré ici, 97 prélèvements (51,3%) étaient positifs et ont isolé les germes dans les proportions suivantes : le streptocoque (32,9%), klebsiella (19%), staphylocoque (22,6%). Le streptocoque est très souvent le germe causal de la cellulite d'origine dentaire (Miloundja et al., 2012). Des études antérieures effectuées dans le même service, avaient retrouvé des résultats similaires (Bissa H et al., 2014 et Kpémissi E , 1995).

Le bilan radiologique est indispensable dans le diagnostic et la surveillance des cellulites cervico-faciales. La radiographie panoramique dentaire et la TDM thoraco cervicale s'imposent donc de façon systématique. La radiographie panoramique dentaire a permis d'objectiver dans cet article des lésions dentaires diverses parmi lesquelles les kystes et les granulomes apicaux. Les autres types de lésions retrouvées dans la littérature sont les chicots, les kystes radiculo-dentaires, les foyers d'alvéolites et parfois les tumeurs et pseudo tumeurs sous-jacentes (El Ayoubi A et al., 2009). Pour mieux explorer l'extension de la cellulite surtout la recherche d'une collection profonde et de diagnostiquer une médiastinite ou une thrombophlébite septique, une TDM cervico-thoracique avec injection s'avère indispensable (Cassagneau P et al., 2011).

L'antibiothérapie a révolutionné le pronostic des cellulites cervico-faciales d'origine dentaire. Elle permet de traiter le germe en cause et de ralentir l'extension de l'infection. Elle est nécessaire mais non suffisante en cas de collections suppurées ou de plages de nécrose (Bennani-Baïti AA, 2015). Les antibiotiques utilisés dans les cellulites sont souvent les bêta-lactamines, les dérivés imidazolés, les aminosides et les macrolides (Dubreuil L et al., 2005). Le drainage chirurgical a une grande valeur thérapeutique devant une cellulite collectée. Le drainage exo-buccal suivi d'une extraction dentaire différée a été l'attitude thérapeutique la plus pratiquée dans cet article. Dans certaines études (Rakotoarison RA et al., 2008), les mêmes gestes ont été effectués. A cause du trismus et de l'état infectieux, il est préférable de pratiquer l'extraction dentaire de façon différée (El Abed W et al. 2019, et El Ayoubi A et al.,2009). En présence de signes de compressions ou de diffusion thoracique, une trachéotomie ou une thoracotomie peut être pratiquée en complément du drainage cervico-facial (Rouadi S et al., 2013 et El Abed W et al., 2019).

Le taux de mortalité varie entre 0 et 50 % dans la littérature (Benzarti S et al., 2007 et Robertson D et al., 2009). Comme démontré ici ; 6,9% de décès était dû au choc septique secondaire à une diffusion thoracique. Lorsque la consultation et la prise en charge sont précoces et efficaces, il est possible de préserver le pronostic vital. Pour Rouadi et al., une hospitalisation

d'emblée en réanimation des cas graves pourrait réduire le taux de mortalité (Rouadi S et al., 2013). Dans cet article, le retard de consultation expliquerait cette fréquence de décès.

## Conclusion

Les cellulites cervico-faciales sont des affections graves touchant plus les adultes jeunes. Les motifs de consultation fréquemment retrouvés étaient la tuméfaction douloureuse et l'odontalgie. L'examen clinique a permis de noter une tuméfaction douloureuse siégeant en région submandibulaire associée aux caries dentaires. Les dents cariées étaient majoritairement les molaires inférieures. L'examen cytbactériologique et la radiographie panoramique sont les examens demandés à visée étiologique qui ont permis respectivement d'isoler les germes et d'objectiver des lésions dentaires. En comparaison de l'étude menée précédemment dans le même service, il ressort que la flore bactérienne demeure identique. Le traitement médico chirurgical était basé sur une antibiothérapie associée à un drainage chirurgical avec extraction dentaire différée. L'évolution était favorable dans la majorité des cas.

## References:

1. Bennani-Baïti AA. (2015). Ann Otolaryngol Chir Cervicofac; 132 :169-73.
2. Benzarti S, Mardassi A, Mhamed R, Hachicha A, Brahem H, Akkari K, Miled I, Chebbi K. (2007). Les cellulites cervico-faciales d'origine dentaire: à propos de 150 cas. j tun orl ; 19(1) :24-7.
3. Bissa H, Salou M, Pégbéssou EP, Amana B, Dossim S, Tigossou S, Dagnra AY, Kpemissi E. (2014). Aspects épidémiologiques et bactériologiques des cellulites cervico-faciales au CHU Sylvanus Olympio de Lomé. Rev Af d'ORL et de chir cervico-fac ; 14 :32-6
4. Cassagneau P, Varoquaux A, Moulin G. (2011). Exploration radiologique des infections cervico-faciales. J RADIOL ; 92 :1015-28
5. Dubreuil L, Neut C. (2005). Arguments microbiologiques pour optimiser l'antibiothérapie empirique des cellulites cervico-faciales. Med Buc Chir Buc ; 11 :7-15
6. El Abed W, Krimi H, Lezid S, Khribi M, Gnaba K. (2019). Facteurs prédictifs de gravité des cellulites cervico-faciales: a propos de 180 observations. j. tun orl ; 41 :41-5
7. El Ayoubi A, El Ayoubi F, Mas E, Guertite A, Boulaïch M, Essakalli L, Benbouzid A, Kzadri M. (2009). Cellulites cervico-faciales diffuses d'origine dentaire: à propos de 60 cas. Med Buc Chir Buc ; 15(3):127–35.

8. Hounkpe YYC, Oussa GB, Vodouhe SJ, Babagbeto MJ, Medji ALP, Bassabi SK. (1990). Les cellulites cervico-faciales: à propos de 55 cas colligés dans les services d'ORL et d'Ophtalmologie du CNHU de Cotonou. *Med Afr Noire* ; 37(1):29–34.
9. Huang TT, Liu TC. (2004). Deep neck infection: analysis of 185 cases. *Head Neck* ; 26 (10):854-60.
10. Kpémissi E. (1995). Cellulites cervico-faciales d'origine bucco-dentaire: étude de 26 cas au CHU de Lomé. *Rev Laryngol Otol Rhinol*;116(3):195-7.
11. Miloundja J, Eyogho SFA, Lawson JMM, Ondounda M, Koumba JS, Lekassa P, Inibend M, N'zouba L. (2012). Cellulites cervico-faciales diffuses: 32 cas vus à Libreville. *Cah Etu Rech Fran/ Santé* ; 21(3):153-7.
12. Niang P, Ba A, Tamba-Fall A, Dia Tine S, Kounta A, Diop R, Tamba B, Bouassalo KM, Gassama-Barry CB, Toure S, Diallo B. (2011).Aspects épidémiologiques et cliniques des cellulites perimaxillaires : expérience d'un service de stomatologie au senegal *Rev. Col. Odonto-Stomatol. Afr. Chir. Maxillo-fac* ; 18(3) : 33-8
13. Potard G, Marianowski R, Fortun C, Raybaud O, Preveraud D, Vazel L, Martins C, Jezequel JA. (2000).Cellulites de la face et du cou: à propos de 13 cas. *J Fran oto-rhino-laryngol*;49(6):325–37
14. Rakotoarison RA, Ramarozatovo NP, Rakoto FA, Rakotovao FJ. (2008). Cellulites cervico-faciales: à propos de 41 cas. *Med Buc Chir Buc* ; 14(1):35-9
15. . Robertson D and Smith AJ. (2009).The microbiology of the acute dental abscess. *J Med Microbiol* ; 58: 155-62
16. Rouadi S, Ouaiissi L, El Khiati R, Abada R, Mahtar M, Roubal M, Janah A, Essaadi M, Kadiri F. (2013). Les cellulites cervico-faciales à propos de 130 cas. *PAMJ* ;14(1) : 88-93.
17. Tran Ba Huy P, Blancal JP, Verillaud B. (2011). Les cellulites cervico-faciales : Une grave urgence ORL. *Bull. Acad. Natle. Med*;195(3):661-78.

## **Propriétés Physiques et Mécaniques des Graines et Amandes de *Jatropha curcas L.***

***Danebe, K. A.,***

Département de Génie Textile et Cuir, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Université de Maroua, Cameroun

***Djeumako, B.,***

Département de Génie Mécanique, Ecole Nationale Supérieure Des Sciences Agro-Industrielles, Université de Ngaoundéré, Cameroun

***Beda, T.,***

Département de Physique, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun

***Samon, J. B.,***

Département de Génie Mécanique, Ecole Nationale Supérieure Des Sciences Agro-Industrielles, Université de Ngaoundéré, Cameroun

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p81

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p81](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p81)

---

### **Résumé**

Cette étude a déterminé les propriétés physiques et mécaniques des graines et amandes de *Jatropha curcas L.* (*Jatropha*), originaire de l'Extrême-Nord du Cameroun. Les paramètres physiques tels que les dimensions moyennes, les caractéristiques massiques, les paramètres de forme et les caractéristiques volumiques ont été évalués. La raideur de la coque a été définie en variant la vitesse de compression de la machine d'essai de traction universel EZ 50. A grande vitesse de compression (5-40 mm/mn), les brisures d'amandes et de coques qui ont été observées ont été représentées sur les courbes de compression des graines par plusieurs points de rupture. Avec une faible vitesse de l'ordre de 1 mm/mn, les courbes de compression ont été linéaires. La valeur moyenne de la force de rupture en compression  $F_r(N)$  et la raideur  $K (N/mm)$  des coques calculées ont été respectivement 134,41 N et 105 N/mm. Les essais d'extraction d'huile de *Jatropha* sont réalisés à température ambiante (23-24°C) avec des charges comprises entre 1000 et 12000 N. Ce qui a permis d'obtenir les relations mathématiques entre la force de compression et la déformation relative :  $F(\Delta l) = 8,91 \cdot \text{Exp}(0,94 \cdot \Delta l) - 9,41$  (N) ; entre la contrainte de compression et la déformation relative :  $\sigma(\varepsilon) = 0,08 \cdot \text{Exp}(6,89 \cdot \varepsilon) - 0,08$  (MPa). L'algorithme de « Trust region » et de « Levenberg-Marquardt », ont été respectivement intégré dans l'application MATLAB R2018a pour obtenir les modèles précédents. Les points limites

pour le pressage des amandes sont compris entre 0,40 et 0,85 permettant d'obtenir les limites pour une extraction optimale de l'huile. La force de compression a été comprise entre 72,71 N et 4905,70 N, pendant que la contrainte de compression varie entre 0,65 et 37,01MPa pour une consommation d'énergie allant de 0,13 à 2,83J/mm<sup>3</sup>

---

**Mots clés :** *Jatropha curcas L.*, force de compression, contrainte de compression, vitesse de compression

---

## **Physicomechanical Properties of *Jatropha Curcas L.* Seeds and kernel.**

***Danebe, K. A.,***

Département de Génie Textile et Cuir, Ecole Nationale Supérieure  
Polytechnique, Université de Maroua, Cameroun

***Djeumako, B.,***

Département de Génie Mécanique, Ecole Nationale Supérieure Des Sciences  
Agro-Industrielles, Université de Ngaoundéré, Cameroun

***Beda, T.,***

Département de Physique, Faculté des Sciences,  
Université de Ngaoundéré, Cameroun

***Samon, J. B.,***

Département de Génie Mécanique, Ecole Nationale Supérieure Des Sciences  
Agro-Industrielles, Université de Ngaoundéré, Cameroun

---

### **Abstract**

This study has estimated physicomechanical properties of *Jatropha curcas L.* (*Jatropha*) seeds and kernels from the Far North Region of Cameroon. Physical parameters as mean sizes, mass characteristics, morphologic and volume characteristics were evaluated. The stiffness of the husk was estimated by varying the velocity of the universal tensile testing machine EZ 50. For a high compression velocity, (5-40mm/mn), compression diagrams of seeds showed several breaking point, we observed broken seeds and kernels with low velocity of 1 mm/mn, compression diagram are linear. The means value of the compression force  $F_r(N)$  and husk stiffness  $K (N/mm)$  are respectively 134.41 N and 105 N/mm. Tensile tests of *Jatropha* oil were realized at 23-24°C with compression forces of 1000 and 12000N. We obtained mathematical relations between relative deformation and

compression force:  $F(\Delta l)=8.91 \cdot \text{Exp}(0.94 \cdot \Delta l)-9.41$  (N), compression stress and relative deformation:  $\sigma(\varepsilon)=0.08 \cdot \text{Exp}(6.89 \cdot \varepsilon)-0.08$  (MPa), using respectively the “trust region” and “Levenberg-Marquardt” algorithm related to MATLAB R 2018a software. The endpoints for and optimal extraction of *Jatropha* oil were 0.40 and 0.85 when the compression force were between 72.71 N and 4905.5 N, the stress compression vary between 0.65 and 37.01 MPa, therefore the consumed energy varied between 0.13 and 3.83 J/mm<sup>3</sup>.

---

**Keywords:** *Jatropha Curcas L.*, Compression Force, Stress of Compression, Compression Velocity

## Introduction

L’humanité est dépendante des ressources fossiles non seulement pour des besoins énergétiques, mais aussi elles servent de matière première pour l’approvisionnement des industries (Bagan *et al.*, 2012). Cependant, le coût de plus en plus élevé de l’énergie fossile et la perspective d’un épuisement programmé de cette source énergétique naturelle non renouvelable ont été relevé. De plus, les phénomènes de changements climatiques imputables aux émissions des gaz à effet de serre (GES) dans l’atmosphère, ont amené à réfléchir aux développements de nouvelles sources d’énergie écologiquement propre et économiquement rentable (Shivani *et al.*, 2011). C’est notamment le cas des énergies renouvelables avec le développement de la problématique des biocarburants comme solution palliative.

Plusieurs essences ont déjà été utilisées pour la production du biocarburant : les céréales, le sucre, les huiles végétales (Ballerini et Alazard-toux, 2006, Daudin *et al.*, 2012). Cependant, cette production de biocarburant à partir des denrées alimentaires impacte négativement la sécurité alimentaire (Tangermann, 2007). En effet, dans son rapport, la FAO (2011) a indiqué que la flambée de la demande de matières premières agricoles pour la fabrication de biocarburants a contribué à une hausse des prix des denrées alimentaires, menaçant la sécurité alimentaire des plus démunis dans les zones urbaines et rurales. De plus, l’on assiste à des conflits liés à l’exploitation des espaces alloués aux cultures destinées à des essences pour biocarburant et ceux destinés à l’alimentation.

Il devenait donc impératif de trouver des essences agricoles qui permettent de gérer le problème de l’alimentation et du foncier. Des recherches menées dans ce sens ont révélé *Jatropha curcas L.* (Communément appelé *Jatropha*) comme étant une oléagineuse non alimentaire adaptée à la production du biocarburant ayant moins d’impact sur le foncier et n’entre pas en compétition avec les cultures alimentaires (Hartlieb et Gorriz, 2004).

En fait, l’huile de *Jatropha* a des propriétés physicochimiques proches de celle du diesel d’origine fossile. Des essais de cette huile ont déjà été

effectués avec succès dans des moteurs diesel, des groupes pour éclairage et des réacteurs d'avion (Fotseu *et al.*, 2011 ; **Sidibé**, 2011). Cependant, la production de cette huile n'est pas aisée en rapport avec le contexte sociotechnique des pays africains. Des presses à huile avec une capacité d'extraction de 10 à 30% existent sur le marché international avec des coûts assez élevés variant de 1 450 € à 222 000 €. (Domergue et Pirot, 2008). De plus, la maintenance de ces équipements est très onéreuse.

Compte tenu du contexte et des compétences non négligeables dans la fabrication mécanique, des travaux sur la fabrication des équipements de l'unité de production de l'huile de *Jatropha* ont été initiés. Elles ont porté sur l'extraction mécanique notamment l'équipement de vannage (Djeumako *et al.*, 2015).

Dans la suite, il est question de s'intéresser à l'unité d'extraction proprement dite et aux caractéristiques physiques des graines de *Jatropha*.

Ce travail a pour objectif de caractériser les graines et les amandes de *Jatropha curcas L.* de la Région de l'Extrême-Nord du Cameroun d'une part et d'avoir des données d'entrées importantes pour la conception et le dimensionnement d'un système de décorticage puis d'une presse à huile d'autre part. Cela permettrait de compléter l'unité de production de l'huile de *Jatropha curcas L.*

## **Matériel et méthodes**

### **Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de graines de *Jatropha curcas L.* Ces graines ont été récoltées dans la Région de l'Extrême-Nord du Cameroun ; plus précisément dans la ville de Maroua. Les graines ont été conditionnées dans un espace ouvert à température ambiante. La figure 1 présente des amandes et des graines de *Jatropha*.



**Figure 1** : Graines et amandes de *Jatropha*

## Matériel technique

Les essais de compression et d'extraction ont été réalisés avec la machine d'essais universelle EZ 50. La machine comporte les pilotes pour l'acquisition des données et elle est assistée par un ordinateur (Figure 2). Cet équipement provient du laboratoire de génie mécanique de la faculté d'ingénierie de l'université Vasile Alexandrii de Bacau – Roumanie. Les mesures des forces de compressions ont été effectuées selon la norme EN ISO 7500 (2004) avec une capacité nominale de 50 kN et la précision de la mesure de force est de + 0,5 % (à partir de 2% de la capacité du capteur).



Figure 1: Machine d'essai universelle EZ 50.

## Méthodes

### Détermination des propriétés physiques des graines et amandes de *Jatropha*

Un lot de 100 graines a été utilisé pour mesurer la longueur, la largeur et l'épaisseur de chacune des graines à l'aide d'un pied à coulisse numérique dont la plage de mesure est comprise entre 0-150 mm et avec une précision : de + 0,02 mm / 0,001 (<100 mm), et + 0,03 mm / 0,001 (> 100 - 150 mm), (Figure 3).

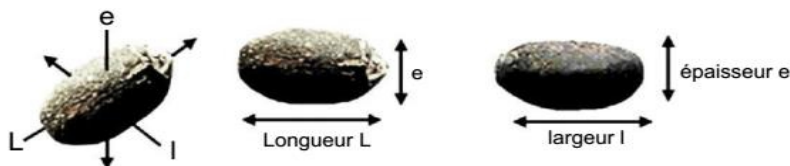


Figure 2: Mesure des dimensions caractéristiques des graines avec un pied à coulisse numérique.  $L$ ,  $l$  et  $e$  (mm) représentent respectivement la longueur, la largeur et l'épaisseur de la graine (Djeumako *et al.*, 2015)

La teneur en eau des graines a été déterminée suivant la norme ISO-662-1998. 100 graines ont été écrasées à l'aide d'un moulin puis 5 g de moulure ont été séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 h jusqu'à l'obtention de



la masse constante. La teneur en eau en base sèche (bs) a été calculée selon la formule (1) :

$$B_{(bs)} = \frac{(m_o - m)}{m_o} \times 100\% \quad (1)$$

$m_o$  et  $m$  sont respectivement les masses initiales (en g) de l'échantillon humide et de l'échantillon après évaporation.

La connaissance des dimensions axiales des graines permet de déterminer les caractéristiques des graines à l'aide des relations mathématiques (2) à (6), (Zavrajnov et Nikolow, 1990).

Elongation des graines (E) :

$$E = \frac{L}{l} \quad (2)$$

Degré d'aplatissement des graines (A) :

$$A = \frac{l}{e} \quad (3)$$

Diamètre moyen arithmétique des dimensions ( $D_a$ ) :

$$D_a = \frac{(L+l+e)}{3} (mm) \quad (4)$$

Diamètre moyen géométrique ( $D_g$ ), (Calisir *et al.*, 2005) :

$$D_g = (L \times l \times e)^{\frac{1}{3}} (mm) \quad (5)$$

Sphéricité des graines (S) :

$$S = L^{-1} \times (L \times l \times e)^{\frac{1}{3}} \quad (6)$$

Dans les formules précédentes, « L » représente la longueur, « l » la largeur, et « e » l'épaisseur.

Le pycnomètre de Brucker a permis d'évaluer le volume réel ( $V_o$ ) des amandes et des graines. A cet effet, la masse ( $m_o$ ) de 1000 graines et amandes de *Jatropha* a été obtenue par pesée à l'aide d'une balance électronique de précision 0,001g selon la norme ISO-520.

La mesure a été effectuée par prises d'essai de 2 lots de 50 graines et 50 amandes. La masse volumique réelle  $\rho$  a ensuite été déduite :

$$\rho = m_o / V_o (kg / m^3) \quad (7)$$

Le volume des 1000 graines (ou amandes) a permis d'estimer le volume moyen  $V_z$  d'une graine ou d'une amande. Le volume  $V_z$  couplé avec la masse volumique ( $\rho$ ), ont fourni les paramètres massiques des graines ou des amandes définis par les relations (8), (9) et (10) (Razavi *et al.*, 2007 ; Chasseray, 1991).

Diamètre équivalent ( $D_E$ ) :

$$D_E = 1.24 \sqrt[3]{V_z} (m) \quad (8)$$

Aire massique ( $S_m$ ) :

$$S_m = 6 \times (\rho \times D_E)^{-1} (m^2 / kg) \quad (9)$$

Volume massique (  $S$  )

$$S = 6 \times \rho^{-1} (m^3 / kg) \quad (10)$$

La masse volumique apparente des graines ou des amandes ( $\rho_a$ ) a été obtenue à partir de la masse des graines ou des amandes dans un récipient de volume connu avec les espaces vides inter granulaires naturels.

La porosité (P) ou degré d'espace vide contenu dans le produit a été défini en pourcentage (%), lorsque celle-ci n'est soumise à aucune pression effective extérieure. Elle a été obtenue par la relation mathématique (11) (Mohsenin, 1986) :

$$P = 100 \times (\rho - \rho_a) / \rho_a (\%) \quad (11)$$

Le coefficient de frottement statique de la graine a été déterminé à partir de son angle maximal au repos. L'angle de repos est la caractéristique de la matière qui indique la cohésion entre les unités individuelles de la matière (Sirisomboon *et al.*, 2007). Il a été déterminé en utilisant les méthodes de remplissage et de vidage (Amin *et al.*, 2004 ; Bart-Plange et Baryeh, 2004).

Coefficient de frottement statique

$$\mu = \tan \theta \quad (12)$$

Angle statique au repos (Orguven et Kubilay, 2004) :

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{2H}{D} \right) \quad (13)$$

Avec H (mm) la hauteur et D (mm) le diamètre du cône formés par les graines.

Les données tels que les teneurs en eau, les dimensions, les volumes, les masses, les densités, les masses volumiques réelles et apparentes sont collectées en 4 répétitions. La comparaison des moyennes des diamètres a été réalisée par le test de Tukey avec l'analyse de variance (ANOVA).

## Détermination des propriétés mécaniques des graines de *Jatropha curcas* L.

Les essais de compression ont été effectués sur un échantillon de 25 graines de *Jatropha curcas* L. à des vitesses de 1, 5 ; 10, 20 et 40 mm/mn.

La charge de rupture  $F_{Rmax}$  (N) est la charge qu'il faut appliquer pour briser la coque de la graine de *Jatropha* (Figure 4). La déformation au point de rupture  $D_{Rmax}$  (mm), est définie comme suivant la direction de chargement. Le taux de déformation au point de rupture  $R_{DR}$ , quant à lui, est la déformation axiale au point de rupture de l'échantillon. Il est le rapport de la déformation au point de rupture à la dimension de l'échantillon dans la direction de chargement (14), (Karaj *et al.*, 2010).

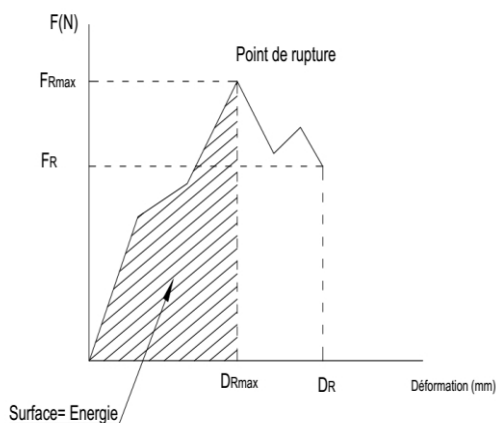
$$R_{DR} = \frac{D_{Rmax}}{d} \quad (14)$$

Où  $d$  représente soit la longueur, la largeur ou l'épaisseur de la graine (mm).

La dureté  $H$  ( $N/mm$ ) est selon Karaj *et al.*, (2010), le rapport entre la charge de rupture  $F_{Rmax}$  ( $N$ ) et la déformation au point de rupture  $D_{Rmax}$  ( $mm$ ).

$$H = \frac{F_{Rmax}}{D_{Rmax}} \quad (15)$$

L'énergie de rupture  $E_R$  ( $N/mm$ ) est l'énergie nécessaire pour rompre l'échantillon (Figure 4). Elle a été déterminée entre le point initial et le point de rupture.



**Figure 3:** Essai de compression : Charge en fonction de la déformation

### Détermination des propriétés mécaniques des amandes de Jatropha

Cette mesure a permis la détermination de l'énergie nécessaire pour la production d'huile à partir des amandes des graines de Jatropha. On a ainsi pu déduire la relation entre la force de pression utilisée, la déformation relative et les spécifications de l'amande. Les essais d'extraction d'huile (séparation solide-liquide) ont été effectués sur 4 échantillons à la température ambiante (23-24°C).

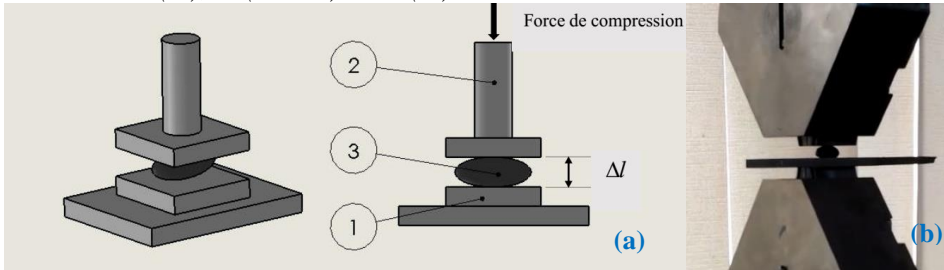
### Force de compression

La vitesse de compression de la machine d'extraction est de 40mm/mn, avec comme charges de consigne en compression respectives de 1000 N, 5000 N et 12000 N. Chaque graine est pressée dans une position plate (suivant l'épaisseur), (Figure 5) favorisant une grande surface de pressage (Vursavus et Ozguven, 2004 ; Hashemina, 2007). Selon (Murthy *et al.*, 1998) et (Tavakoli *et al.*, 2009), une telle simplification de la surface des amandes s'est avérée suffisante pour déterminer la contrainte de compression des graines oléagineuses.

A partir des données réelles des essais, l'application *Curve Fitting* intégrée dans MATLAB, établit la relation mathématique entre la force de compression et la déformation des graines (équation 16)

$$F(\Delta l) = A \cdot \exp(-B \cdot \Delta l) + C \tag{16}$$

$F$  (N) est l'intensité de la force de compression ;  $\Delta l$  (mm) la déformation des amandes et  $A$  (N),  $B$  (1/mm) et  $C$  (N) les constantes à déterminer



**Figure 4:** Dispositif expérimental pour les essais de compression des amandes de graines de Jatropha (a) 1-support ; 2-bras du piston ; 3-amande de graine de Jatropha (b) Dispositif réel

**Contrainte de compression :**

La déformation relative s'obtient par l'équation (17)

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \Leftrightarrow \Delta l = \varepsilon \cdot l \tag{17}$$

En modifiant l'équation (17) et en divisant l'équation (16) par la surface projetée  $S$  (mm), l'on a obtenu l'expression de la contrainte de compression :

$$\sigma(\varepsilon) = \frac{F(l \cdot \varepsilon)}{S} = \frac{A \cdot \exp(-B \cdot l \cdot \varepsilon) + C}{S} \tag{18}$$

Trois coefficients ont été introduits :  $D$ (MPa),  $F$ (-), et  $G$ (MPa)

Ce qui permet de réduire l'expression de la contrainte de compression

$\sigma$ (MPa) par :

$$\sigma(\varepsilon) = D \cdot \exp(-F \cdot \varepsilon) + G \tag{19}$$

**Energie :**

L'énergie volumique  $W$  (J/mm<sup>3</sup>) est calculée en intégrant la fonction de contraintes (équation (19)) qui a donné la quantité d'énergie nécessaire pour déformer une unité de volume.

$$W(\varepsilon) = \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \sigma(\varepsilon) d\varepsilon = \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} (D \cdot \exp(-F \cdot \varepsilon) + G) d\varepsilon \tag{21}$$

En effectuant le calcul intégral de l'équation (21), l'on a obtenu l'expression de l'énergie nécessaire pour extraire l'huile de l'amande des graines de Jatropha.

$$W(\varepsilon) = \left[ \frac{D}{F} \exp(-F \cdot \varepsilon) + G\varepsilon + H \right]_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \quad (22)$$

### Evaluation de la qualité de l'ajustement des modèles : Analyse statistique

Le tracé des résidus et les limites de prédiction sont des méthodes graphiques qui facilitent l'interprétation visuelle, tandis que le calcul statistique et les limites de confiance des coefficients donnent des mesures numériques qui facilitent le raisonnement statistique.

#### Carré des résidus (Sum of Square Errors (SSE))

Cette donnée statistique mesure l'écart total entre les valeurs de l'ajustement et les données réelles. Elle est également appelée carré des résidus, généralement noté *SSE*.

$$SSE = \sum_{i=1}^n w_i \cdot (y_i - f_i)^2 \quad (23)$$

Où  $y_i$  est la valeur des données réelles,  $f_i$  la valeur de l'ajustement et  $w_i$  le coefficient de pondération appliqué à chaque point, généralement l'on prend  $w_i = 1$ .

#### Coefficient de détermination (R-square)

Le coefficient de détermination  $R^2$ , est un indicateur qui permet de juger la qualité d'une régression.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot (y_i - f_i)^2}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot (y_i - y_{moy})^2} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (24)$$

Où  $y_{moy}$  est la moyenne des données observées et *SST* est la somme totale des carrés.

Ce coefficient varie entre 0 et 1, donnant ainsi un pouvoir de prédiction faible et un pouvoir de prédiction fort.

#### Coefficient de détermination ajusté (Adjusted R-square)

Cette donnée statistique utilise le coefficient de détermination  $R^2$  définie ci-dessus et l'ajuste en fonction des degrés de liberté résiduels.

$$v = n - m \quad (25)$$

$v$  indique le nombre d'informations indépendantes impliquant les  $n$  points de données nécessaires au calcul de la somme des carrés.

$$R_{ajusté}^2 = 1 - \frac{SSE(n-1)}{SST(v)} \quad (26)$$

$R_{ajusté}$  peut prendre des valeurs comprises entre 0 et 1. Une valeur plus proche de 1 indique un meilleur ajustement.

### Erreur quadratique moyenne (Root Mean Square Error (RMSE))

L'erreur quadratique moyenne est une estimation de l'écart type de la composante aléatoire dans les données et elle est définie par :

$$RMSE = s = \sqrt{(MSE)} = (MSE)^{1/2} \quad (27)$$

Où *MSE* est l'erreur quadratique moyenne ou le carré moyen résiduel :  $MSE = SSE$

### Résultats et discussion

#### Propriétés physiques des graines et amandes de *Jatropha curcas* :

#### Caractéristiques dimensionnelles des graines et amandes de *Jatropha*

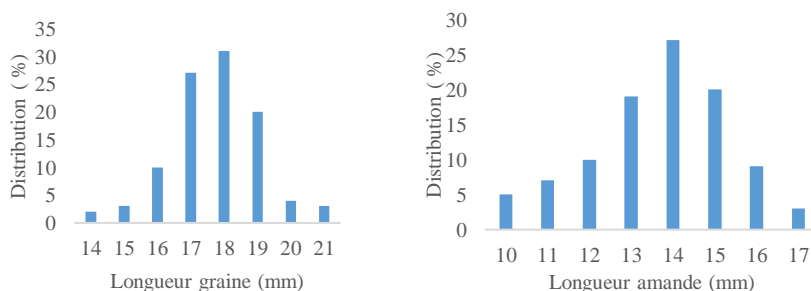
Les valeurs moyennes et l'écart-type des dimensions des graines et amandes de *Jatropha*, pour un échantillon de 100 graines, sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1:** Dimensions moyennes des graines et amandes de *Jatropha*.

	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)
<b>Graine</b>	18,06 ± 0,75	11,34 ± 0,72	8,29 ± 0,78
<b>Amande</b>	14,04 ± 0,94	8,01 ± 0,84	6,52 ± 0,88

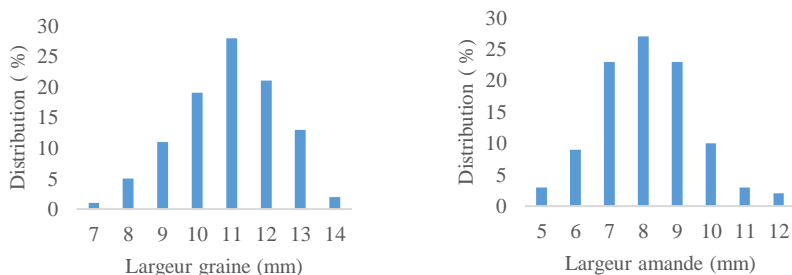
Les tailles des graines et d'amandes de *Jatropha* illustrées sur les Figures 6, 7 et 8 présentent une disparité remarquable de par les différentes mesures effectuées sur l'échantillon de 100 graines.

Pour ce qui est de la longueur, elle est de l'ordre de 17 à 19 mm pour les graines et de 13 à 15 mm pour les amandes (Figure 6). Ceci donne un taux de distribution de 78% pour les graines tandis que les amandes ne sont qu'à 66%.



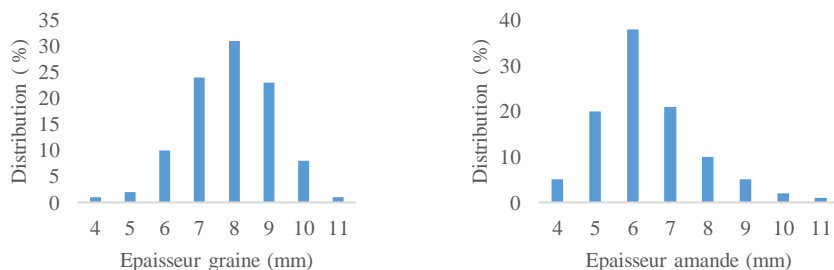
**Figure 5:** Distribution des longueurs (L) des graines et des amandes de *Jatropha*

La largeur quant à elle est comprise entre 10 et 12 mm pour les graines pendant que celle des amandes est comprise entre 7 et 9 mm (Figure 7). Le taux de distribution dans ce cas est alors respectivement de 68% et 73% pour les graines et les amandes.



**Figure 6:** Distribution des largeurs (l) des graines et des amandes de Jatropha

L'épaisseur est comprise entre 7 et 9 mm pour les graines alors que celle des amandes est comprise entre 5 et 7 mm (Figure 8). La distribution est de ce fait de l'ordre de 78% pour les graines et de 79% pour les amandes.



**Figure 7:** Distribution des épaisseurs (e) des graines et des amandes de Jatropha

Les dimensions des graines telles que la longueur, la largeur et l'épaisseur sont respectivement de  $18,06 \pm 0,75$  mm,  $11,34 \pm 0,72$  mm et  $8,29 \pm 0,78$  mm (Tableau 1). Celles des amandes donnent respectivement  $14,04 \pm 0,94$  mm,  $8,01 \pm 0,84$  mm et  $6,52 \pm 0,88$  mm. Une différence significative a été observée entre les graines provenant de l'Extrême-Nord Cameroun et celles de Kaffrine au Sénégal. Ainsi les dimensions des amandes et des graines des essences des zones humides ou subhumides ont été supérieures à celles de zones arides. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Ghosh et Singh (2011) en utilisant les graines provenant de six zones de l'Inde. Les travaux de Ly *et al.* (2015) sur des graines provenant de deux zones du Sénégal ont également fourni les mêmes résultats.

### **Caractéristiques massiques et volumiques des graines et amandes de *Jatropha curcas* L.**

Les valeurs des différentes mesures expérimentales sont consignées dans le tableau 2. Les teneurs en eau en base sèche des graines et amandes sont respectivement de 7,69 % et 6,47 %. Les masses moyennes de 1000 graines de *J. curcas* sont de  $660 \pm 0,72$  g contre  $510 \pm 0,37$  g d'amandes soit (77,27%

$\pm 0,52$ ). Un kilogramme de graine occupe une surface de  $1,35 \text{ m}^2$  contre  $0,81 \text{ m}^2$  pour les amandes.

**Tableau 2:** Désignation des caractéristiques massiques des graines et amandes de *Jatropha curcas L.*

Désignation	Valeurs	
	Graines	Amandes
Teneur en eau (base sèche) (%)	7,92	6,47
Masse de 1000 graines (g)	$660 \pm 0,72$	$510 \pm 0,37$
Aire massique ( $\text{m}^2/\text{kg}$ )	$1,35 \pm 0,01$	$0,81 \pm 0,02$
Pourcentage poids amande/ poids graine (%)	$77,27 \pm 0,52$	
Pourcentage poids coques/ poids graine (%)	$22,73 \pm 0,48$	

Le tableau 3 regroupe les paramètres volumiques des graines et amandes. Le volume d'une graine de *Jatropha* est de  $1,7 \text{ cm}^3$  ; il est environ 2 fois supérieur à celui de son amande. La masse volumique des amandes est 1,5 fois celle des graines. La masse volumique apparente présente des ratios respectifs  $0,69 \%$  et  $0,71 \%$  des graines et amandes de *Jatropha*

**Tableau 3:** Caractéristiques volumiques des graines et amandes de *Jatropha curcas L.*

Désignation	Valeurs	
	Graines	Amandes
Teneur en eau (base sèche), (%)	7,920	6,470
Volume de 1000 graines ( $\text{cm}^3$ )	$1701,230 \pm 67,000$	$723,480 \pm 710$
Masse volumique réelle ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	$294,120 \pm 0,370$	$684,310 \pm 0,420$
Masse volumique apparente ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	$202,94 \pm 0,26$	$485,860 \pm 0,310$
Volume massique ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )	$0,020 \pm 0,00003$	$0,0015 \pm 0,0000009$
Ratio masse volumique	$0,69 \pm 0,0018$	$0,71 \pm 0,0009$
Porosité (%)	$44,93 \pm 4,2$	$40,84 \pm 1,4$

#### **Paramètres de forme des graines et amandes de *Jatropha curcas L.***

Le tableau 4 présente les valeurs obtenues pour les paramètres morphométriques des graines et amandes de *Jatropha*. La largeur est  $1,37$  fois l'épaisseur de la graine et la longueur de l'amande est  $1,23$  fois celle de l'épaisseur (Degré d'aplatissement). La valeur de l'élongation indique que la longueur de la graine est  $1,59$  fois supérieure à sa largeur contre  $1,75$  fois pour l'amande. Le diamètre équivalent ou le diamètre de la sphère qui aurait le même volume que la graine de *Jatropha* est environ  $14,81 \text{ mm}$  et  $11,13$  pour l'amande. Le diamètre équivalent de la graine est  $1,33$  fois supérieur à celui de l'amande. Les diamètres basés sur les moyennes arithmétiques ( $12,57 \pm 0,75 \text{ mm}$  et  $9,52 \pm 0,89 \text{ mm}$ ) et géométriques ( $11,94 \pm 0,72 \text{ mm}$  et  $9,01 \pm 0,85 \text{ mm}$ ) sont relativement proches de leur diamètre équivalent à  $3 \text{ mm}$  près. Ces résultats sont similaires à ceux de Garnayak *et al.* (2008).



**Tableau 4 :** Désignation des paramètres de forme des graines et amandes de *Jatropha curcas L.*

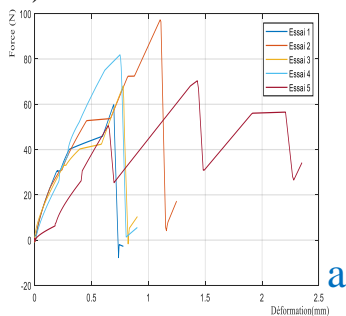
Désignation	Valeurs	
	Graines	Amandes
Degré d'aplatissement	$1,37 \pm 0,97$	$1,23 \pm 0,98$
Elongation	$1,59 \pm 0,77$	$1,75 \pm 0,75$
Sphéricité	$0,66 \pm 0,04$	$0,64 \pm 0,11$
Diamètre équivalent (mm)	$14,81 \pm 0,92$	$11,13 \pm 0,79$
Moyenne arithmétique du diamètre (mm)	$12,57 \pm 0,75$	$9,52 \pm 0,89$
Moyenne géométrique du diamètre (mm)	$11,94 \pm 0,72$	$9,01 \pm 0,85$

La sphéricité des graines d'une valeur de 0,66 est identique à celle obtenue par Garnayak *et al.* (2008). Alors que les travaux de Sirisomboon *et al.* (2007) ont rapporté des valeurs de sphéricité plus élevées pour les graines que pour les amandes. Elles ont été de 0,64 pour les graines et 0,68 pour les amandes.

### Propriétés mécaniques des graines de *Jatropha curcas*

#### Etude de compression à grande vitesse (40, 20, 10 et 5 mm/mn)

Pour les grandes vitesses telles que 5 ; 10 ; 20 et 40 mm/mn, les essais de compression sont très brefs (en moyenne 2 à 5 secondes). Les courbes des différents essais de compression à grande vitesse (5 à 40 mm/mn) donnent une allure identique à celle obtenue par Karaj *et al.*, 2010. Les courbes d'essai à ces différentes vitesses présentent des ruptures de la coque en plusieurs points (figure 9a).



**Figure 8:** (a) Essai de Compression des graines de *Jatropha* pour des vitesses à grande vitesse (b) Brisure par Compression des graines de *Jatropha*

Le Tableau 5 présente les propriétés mécaniques des graines de *Jatropha* obtenues lors des essais de compression à grande vitesse. Ce sont la charge de rupture  $F_{Rmax}$  (N), la déformation au point de rupture  $D_{Rmax}$  (mm), le taux de déformation au point de rupture  $R_{DR}$ , et la dureté  $H$  (N/mm).

**Tableau 5** : Propriétés mécaniques des graines de *Jatropha curcas L.* en fonction de la vitesse de compression

Essai	Vitesse (mm/mn)	Temps (s)	Limite (mm)	$F_{Rmax}$	$D_{Rmax}$	$F_R$	$D_R$	$R_{DR}$	$H$
1	40	01:16	7,51	97,98	1,11	17,53	1,25	0,15	88,31
2	40	01:15	7,51	46,27	2,25	12,69	2,28	0,30	20,60
3	40	01:14	7,51	84,54	1,06	38,91	2,21	0,14	80,09
4	40	01:14	7,51	82,01	0,75	5,80	0,91	0,10	108,90
5	40	01:13	7,50	70,61	1,44	34,71	2,36	0,19	49,17
1	20	01:12	7,52	158,82	2,01	42,56	2,05	0,27	78,91
2	20	01:11	7,50	133,81	1,63	13,35	1,68	0,22	82,29
3	20	01:10	7,51	83,13	1,27	7,63	1,33	0,17	65,29
4	20	01:09	7,51	33,02	0,91	20,63	1,43	0,12	36,30
5	20	01:08	7,50	115,78	1,91	57,49	2,66	0,25	60,77
1	10	01:07	7,50	50,17	0,94	14,57	1,32	0,13	53,16
2	10	01:06	7,52	85,99	1,27	56,58	2,06	0,17	67,78
3	10	01:04	7,50	78,81	1,00	40,41	1,52	0,13	78,66
4	10	01:03	7,55	59,05	0,91	40,02	2,15	0,12	65,22
5	10	01:02	7,50	137,38	1,56	47,87	1,59	0,21	87,87
1	5	00:37	7,57	146,23	1,90	44,80	1,93	0,25	76,82
2	5	00:35	7,50	126,96	1,45	23,87	1,46	0,19	87,38
3	5	00:33	7,61	56,82	0,78	45,73	1,85	0,10	73,13
4	5	00:32	7,50	125,95	2,12	33,27	2,14	0,28	59,33
5	5	00:30	7,50	157,34	1,77	32,43	1,78	0,24	89,03

Les essais de compression effectués sur les graines de *Jatropha* collectées dans la Région de l'Extrême-Nord Cameroun avec une vitesse de déformation comprise entre 5 et 40 mm/mn ont permis d'obtenir des résultats suivants : la déformation au point de rupture  $D_{Rmax} = 2,35 \pm 0,67$  mm ; le taux de déformation au point de rupture  $R_{DR} = 0,20 \pm 0,07$  ; la dureté  $H = 69,41 \pm 5,32$  N/mm à l'exception de la charge de rupture  $F_{Rmax}$  (N) qui présente une différence significative soit de l'ordre de 52%. Ces essais à grande vitesse sont rapides en moyenne 1mn 15 secondes et les résultats obtenus présentent des brisures d'amandes (figure 9b) ; ce qui engendrera un coût considérable sur le processus de vannage. Ainsi, la détermination du module d'élasticité en compression est importante pour spécifier correctement la rigidité et la dureté des graines tel qu'observé par Hasheminia, (2007). Les essais à faible vitesse

permettent d’avoir un comportement linéaire des propriétés caractéristiques et structurelles de la graine. Ces résultats concordent avec ceux de Sirisomboon *et al.*, (2007). En effet, leurs travaux ont montré une dureté de 69,98 N/mm pour les graines avec une force de rupture de 146,63N.

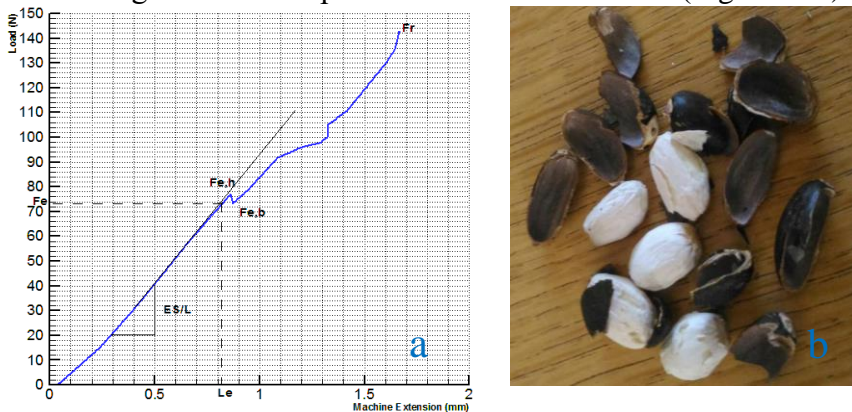
**Etude de compression à vitesse réduite (1 mm/mn)**

La courbe des différents essais de compression à 1 mm/mn (Figure 10a) a une allure identique à la loi de comportement conventionnelle existant. Une zone de déformation réversible a été générée et la courbe a été parfaitement linéaire. Elle a un comportement Hookien et un palier d’écoulement a permis de déterminer la zone des déformations irréversibles. Le décrochage des dislocations (glissement atomique) a déterminé une limite d’élasticité haute et une limite d’élasticité basse. Le tableau 6 présente les valeurs des propriétés structurelles des graines de *Jatropha* effectué sur cinq (5) échantillons de graine. La charge de rupture  $F_{Rmax}$  (N) nécessaire pour briser la coque des graines est comprise entre 143,05 et 146,69N. Ces résultats ont été confirmés par ceux obtenus par Sirisomboon *et al.* (2007) et Karaj *et al.* (2010).

**Tableau 6 :** Propriétés structurelles de la graine de *Jatropha curcas L.*

Essai	$F_{e,h}$ (N)	$F_{e,b}$ (N)	$F_e$ (N)	$F_r$ (N)	$K=ES/L$ (N/mm)
1	78	74	74	143,05	100
3	110	100	100	119,18	100
4	114	110	110	146,26	120
5	110	100	100	129,15	100

La charge de rupture  $F_{Rmax}$  moyenne, nécessaire pour briser la coque des graines de *Jatropha* est de 134,41 N pour une raideur moyenne de  $K= 105$  N/mm ; avec cette valeur de la raideur, la rupture de la coque est parfaite et l’amande de la graine de *Jatropha* est extraite entièrement (Figure 10b).



**Figure 9:** Courbes des essais de compression des graines de *Jatropha* à la vitesse de 1 mm/min. (a) Rupture de la coque de la graine de *Jatropha* (b)

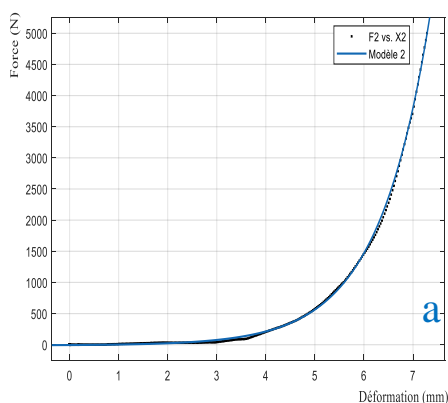
## Détermination des propriétés mécaniques des amandes des graines de *Jatropha*

### Force de Pression

Le Tableau 7 donne la hauteur et la surface moyenne de chaque graine avant les tests de compression. Les tests de compression ont été effectués avec des charges de 1000 N, 5000 N et 12000 N. Les courbes de régression des différents essais et leurs modèles mathématiques ont été obtenus en utilisant l’algorithme de Trust-Region (Figure 11).

**Tableau 7** : Propriétés physique des amandes de graines de *Jatropha curcas L.*

Propriétés	Essai d'extraction d'huile de graine <i>Jatropha curcas L.</i>			
	1	2	3	4
Epaisseur moyenne (mm)	7,50 ± 0,85	7,51 ± 0,84	7,51 ± 0,57	7,51 ± 1,02
Surface projetée moyenne (mm <sup>2</sup> )	112,46 ± 10,35	131,92 ± 11,21	132,57 ± 7,43	111,92 ± 11,52



**Figure 10**: Approximation de la force de compression en fonction de la déformation des amandes de *Jatropha* (a) film d’huile de *Jatropha* lors de l’essai de compression des amandes (b)

La régression a été obtenue avec un coefficient de détermination de 0,99. Le tableau 8 présente les coefficients obtenus avec 95% d’intervalle de confiance.

**Tableau 8** : Analyse statistique de la modélisation de la force de compression des amandes de *Jatropha*.

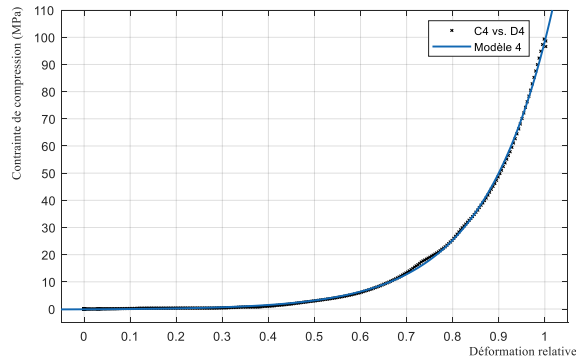
N°	Fc (N)	A (N)	B (1/mm)	C (N)	Coeff.	DFE	SSE	RMSE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajusté</sub>
1	994,60	14,32	-0,78	-15,84	3	293	3120,28	3,26	0,99	0,99
2	5000,60	4,98	-0,95	-5,83	3	293	5393,97	4,29	0,99	0,99
3	5009,40	3,62	-1,03	-2,32	3	293	10384,97	5,95	0,99	0,99
4	11142,00	12,71	-0,98	-13,66	3	293	5077,64	13,16	0,99	0,99

Le modèle mathématique de la force de compression pour une extraction de l’huile de Jatropha a été obtenu à partir de la moyenne des quatre essais :

$$F(\Delta l) = 8,91 \cdot \text{Exp}(0,94 \cdot \Delta l) - 9,41 \text{ (N)} \quad (28)$$

**Contrainte de compression et module d’élasticité**

Les caractéristiques des amandes de Jatropha du tableau 7 et les données des essais de compression ont permis de déterminer l’approximation mathématique de la contrainte de compression obtenu en utilisant l’algorithme de Levenberg-Marquardt intégré dans l’application MATLAB. La courbe d’approximation de compression et le modèle obtenu pour chaque essai est présentée sur la figure 12.



**Figure 11:** Contraintes de compression en fonction de la déformation relative des amandes de graine de Jatropha.

La régression a été obtenue avec un coefficient de détermination de 0,99. Le tableau 9 présente les coefficients obtenus avec 95% d’intervalle de confiance.

**Tableau 9 :** Analyse statistique de la modélisation des contraintes de compression des amandes de Jatropha

N°	D (MPa)	F (-)	G (MPa)	Coeff.	DFE	SSE	RMSE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>ajusté</sub>
1	0,13	-5,83	-0,14	3	293	0,25	0,03	0,99	0,99
2	0,04	-7,11	-0,05	3	293	0,31	0,03	0,99	0,99
3	0,03	-7,76	-0,02	3	293	0,59	0,05	0,99	0,99
4	0,11	-6,83	-0,12	3	293	3,22	0,10	0,99	0,99

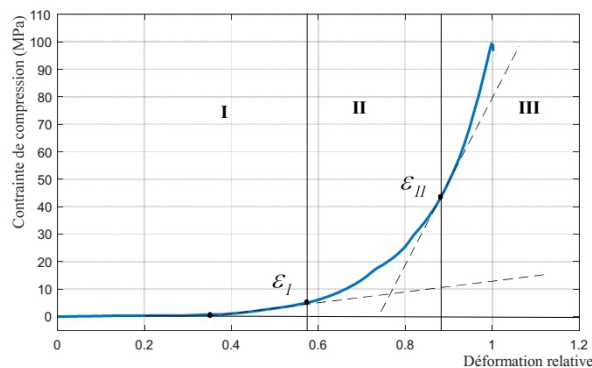
Le modèle mathématique de la contrainte de compression pour l’extraction de l’huile de Jatropha a été obtenu en utilisant la moyenne des quatre essais.

$$\sigma(\varepsilon) = 0,08 \cdot \text{Exp}(6,89 \cdot \varepsilon) - 0,08 \text{ (MPa)} \quad (29)$$

Les courbes des contraintes de compression  $\sigma(N)$  en fonction de la déformation relative  $\varepsilon(-)$  présentent toute une description plus détaillée du

processus d'extraction de l'huile de *Jatropha* Selon Herak *et al.*, (2010). Chaque courbe a indiqué clairement qu'elle peut être segmentée en trois phases distinctes (Figure 13). Dans la phase I, le module d'élasticité en compression reste constant et la courbe de la contrainte en fonction de la déformation relative reste linéaire, analogue à la loi de Hooke. Théoriquement, il n'y a pas de déformation permanente pendant la phase d'extraction de l'huile. La déformation relative augmente et se rapproche de la première limite d'extraction  $\varepsilon_I$ . La phase d'extraction commence et se mélange à la phase II. Dans cette phase, la plus grande quantité d'huile est extraite et le module d'élasticité n'est plus constant. Il suit une progression non linéaire. La phase finale quant à elle nécessite beaucoup d'énergie, le module d'élasticité peut être considéré comme une constante.

Les phases I et III peuvent donc être considérées comme linéaires. Les différentes courbes peuvent être remplacées par des lignes droites. Dans la phase I, la ligne droite passe par deux extrémités, le point zéro qui correspond à une ordonnée nulle et le point limite  $\varepsilon_I$  qui correspond au point huileux inférieur. Ce dernier est déterminé en utilisant l'algorithme de Levenberg-Marquardt et vérifié par la recherche d'un coefficient de détermination minimum par rapport à l'initiale à l'aide du logiciel MATLAB R2018a. La différence entre la contrainte calculée avec la courbe et celle calculée en utilisant la ligne droite est pratiquement identique pour tous les essais effectués soit  $\Delta\sigma \cong 0,009\text{MPa}$ . On peut s'attendre à ce que la ligne droite dans la phase III soit déterminée avec les mêmes précisions. Le point  $\varepsilon_{II}$  (point huileux supérieure) à travers lequel la droite de la phase III passe est déterminé de manière similaire au point limite de la phase I. Les limites entre les différentes phases pour tous les essais sont ainsi présentées dans le Tableau 11.



**Figure 12:** Relation générale, contrainte de compression et déformation relative dans l'amande de *Jatropha*

### Energie minimum nécessaire pour extraire l’huile de l’amande de Jatropha

La Figure 14 présente les courbes de volume énergétique de déformation pour le pressage des amandes de graines de Jatropha. Elles sont basées sur l’équation 29, ce qui détermine :

- L’énergie  $W_I$  à l’aide de la limite  $\varepsilon = [0,00 ; 0,40]$ ;
- L’énergie  $W_{II}$  à l’aide de la limite  $\varepsilon = [0,00 ; 0,85]$ ;
- L’énergie  $\Delta W$  nécessaire pour une extraction compris entre  $\varepsilon = [0,85 ; 0,90]$

$\Delta W$  représente une énergie de sécurité pour avoir un maximum d’huile extraite et  $\Delta p = \frac{\Delta W}{W_{II}}$  représente le pourcentage d’énergie supplémentaire pour une extraction optimale.

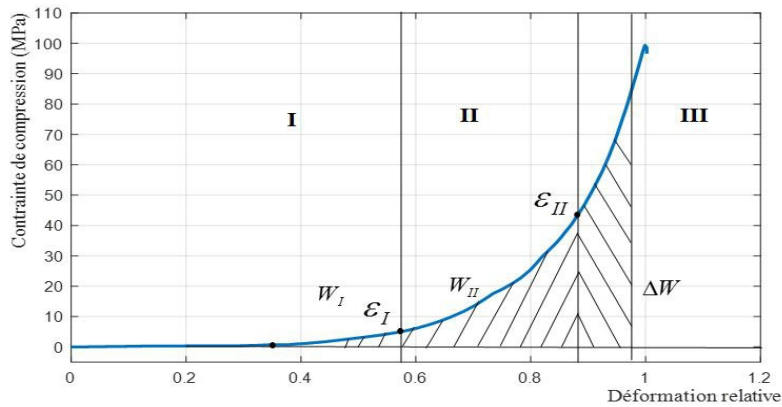


Figure 13: Energie minimum pour extraction à froid d’huile de Jatropha

Les résultats sur la consommation énergétique sont présentés dans le tableau 10. Les essais avec des charges de consignes de 5000 N, donne une extraction d’huile avec une énergie supplémentaire comprise entre 43 et 48% par contre, à 12000 N, un supplément de 83% de l’énergie augmenterait le coût d’extraction d’où des charges supplémentaires pour le dimensionnement de la presse à huile de Jatropha

Tableau 10 : Limites des différentes phases lors de l'extraction de l'huile de Jatropha et énergie associée à chaque phase

N	$\varepsilon_I(-)$	$\varepsilon_{II}(-)$	$W_I (J/mm^3)$	$W_{II} (J/mm^3)$	$\Delta W (J/mm^3)$	$\Delta p(\%)$
1	-	-	-	-	-	-
2	0,45	0,85	0,12	2,34	1,02	43
3	0,55	0,85	0,26	2,83	1,35	48
4	0,40	0,75	0,18	2,59	2,17	83

### Paramètres limites de l'extraction d'huile de Jatropha

Pour une extraction à froid de l'huile d'amandes des graines de Jatropha, la limite des déformations relatives pour une extraction maximale en utilisant une énergie minimum est comprise entre  $\varepsilon_I = 0,40$  (point huileux inférieur) et  $\varepsilon_{II} = 0,85$  (point huileux supérieur). Le Tableau 11 illustre les paramètres limites pour une extraction optimale d'huile des amandes.

**Tableau 11** : Paramètres limites pour une extraction optimale d'huile d'amande de graines de Jatropha

Déformation relative $\varepsilon(-)$	Force de compression (N)	Contrainte de compression (MPa)	Module d'élasticité en compression (MPa)	Energie (J/mm <sup>3</sup> )
0,40±0,08	72,71±0,18	0,65±0,15	4,98±0,51	0,13±0,01
0,85±0,06	4905,70±2,59	37,01±1,25	12,05±1,1	2,83±0,11

### Influence des charges sur l'extraction de l'huile de Jatropha

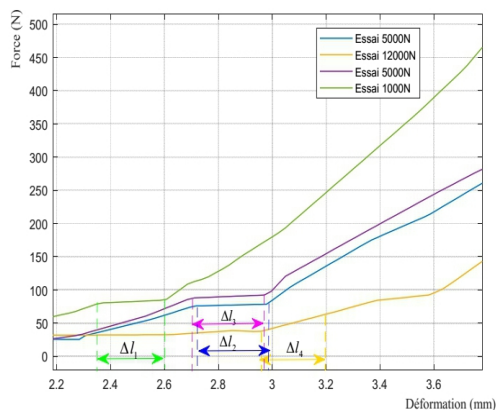
Le pressage à chaud d'amandes de graines entraîne une diminution des forces de pression ; ainsi qu'un rendement en huile plus élevé, environ 10%. Par ailleurs, d'autres facteurs peuvent influencer le rendement d'extraction : la technologie de pressage (qui peut être manuelle ou motorisée) et le conditionnement des graines (le tri). Au moment de la récolte, la plante de Jatropha produit 50% de graines de fruits mûrs qui contiennent une quantité élevée d'huile.

Ce point est important à prendre en compte lors de l'extraction de l'huile, car une température élevée favorise la libération dans l'huile des phospholipides contenus dans les parois cellulaires des graines. Ces derniers sont des facteurs d'encrassement lors d'une utilisation dans des moteurs ou des brûleurs (Vaitilingom, 2007). Une telle dégradation pourrait être évitée en ajoutant un refroidisseur dans la phase intermédiaire du processus de pressage. Cependant, le préchauffage des amandes et le refroidissement nécessite plus d'énergie et donc une augmentation globale de l'énergie consommée.

Pour tous les essais effectués, la courbe de la charge en fonction de la déformation présente une première phase de 0 à 2 secondes, identique pour tous les essais et correspondant à la stabilisation de l'essai pour éviter le jeu et une augmentation de la raideur des graines.

La deuxième phase représente la charge de la machine, la courbe présente un comportement linéaire dans la matière. L'on a des glissements qui se mettent en place à partir de 2,6 à 3 mm de l'extension de la machine de compression. Il y a des mouvements par rupture des liaisons ou par seuil. Pour les différents essais 1, 2, 3 et 4, l'on observe un seuil de glissement de l'ordre de 0,2 mm compris entre 2,2 et 3,2 mm de l'extension de la machine :  $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3 = \Delta l_4 = 0,2$  mm (Figure 15). Les temps des différents essais sont respectivement 9,73 ; 11,65 ; 11,66 et 12,48 secondes.





**Figure 14:** Seuil de rupture et de déplacement interne de molécule.

## Conclusion

Les graines et les amandes de *Jatropha curcas* ont une forme géométrique proche d'un ellipsoïde ovoïde. Les relations entre longueur, largeur, épaisseur, moyenne arithmétique, moyenne géométrique, volume, sphéricité, masse volumique apparente et réelle, porosité, surface et surface spécifique suivent un modèle bien défini ; ce qui permet de fiabiliser la corrélation des dimensions géométriques à la masse unitaire. Ces corrélations pourraient être utilisées pour trier les graines de *Jatropha* car elles reflètent également les classes de qualité en termes de teneur en huile.

Les propriétés mécaniques telles que la force de rupture, la déformation au point de rupture, le taux de déformation au point de rupture, la dureté ont donné respectivement  $143,05 \pm 3,22$  N ;  $2,67 \pm 0,33$  mm ;  $60,47 \pm 4,55$  N/mm et s'utilisent pour concevoir un système de décortiquage. Le fractionnement des graines en fonction de la masse unitaire et des propriétés mécaniques corrélées permet sans doute l'ajustement de manière optimale des équipements de décortiquage.

Lors de l'extraction de l'huile des amandes, la détermination des propriétés mécaniques telles que la force et contrainte de compression ont généré respectivement 72,71-4905,7 N et 0,65-37,01 MPa. Cela a permis de déterminer les limites de consommation d'énergie pour une extraction optimale de l'huile des amandes ; soit  $0,13-2,83$  J/mm<sup>3</sup>. Il a été observé que les graines et les amandes les plus lourdes sont caractérisées par une teneur en huile élevée. Ces propriétés peuvent être utilisées comme données d'entrée afin d'augmenter l'efficacité des presses à huile de *Jatropha*.

## Remerciements

Les auteurs remercient le laboratoire de génie mécanique de la faculté d'ingénierie de l'université Vasile Alexandrii de Bacau – Roumanie pour leur contribution et pour leur appui en matériel.

## References:

1. Amin, M. N., Hossain, M. A., & Roy K. C. (2004). Effect of moisture content on some physical properties of lentil seeds. *Journal of Food Engineering*, Vol. 65(1), pp. 83–87.
2. Ballerini, D., & Alazard-Toux, N. (2006). *Les biocarburants : Etat des lieux, perspectives et enjeux du développement*. Paris: Éditions Technip. p.348
3. Bagan, H., & Yamagata, Y. (2012). Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years. *Remote Sensing of Environment*. Vol 127 doi. 10.1016/j.rse.2012.09.011.
4. Bart-Plange, A., & Baryeh, E. A. (2003). The physical properties of Category B cocoa beans. *Journal of Food Engineering*, Vol. 60(3), pp.219–227
5. Calisir, S., Ozcan, M., Haciseferogullari, H., & Yildiz, M. U. (2005). A study on some physico- chemical properties of Turkey okra (*Hibiscus esculenta* L.) seeds. *Journal of Food Engineering*, Vol. 68(1), pp. 73-78.
6. Chasseray, P., (1991). Caractéristiques physiques des grains et de leurs dérivés. In : Godon B Willm C éditeur. *Les industries de première transformation des céréales*. Techniques et Documentations-Lavoisier, Londres- New York, p. 694.
7. Daudin A., Maury S., & Vallee C., (2012). Production de biocarburants à partir de la ressource oléagineuse. *OCL* 2012; Vol 19(1) pp: 29-38. doi: 10.1684/ocl.2012.0433
8. Djeumako, B. Nzie, W. Samon, J. B., Kinack, R.A. (2015). Conception et dimensionnement d'un équipement de vannage de graines de *Jatropha curcas*, *European Scientific Journal*, vol.11(27) ISSN : 1857 – 7881
9. Domergue, M., & Pirot, R. (2008). *Jatropha curcas* L. Rapport de synthèse bibliographique, CIRAD, p.118
10. Fotseu, W. N., Sidibe, S. S., Blin, J., & Girard, P. (2011). Adaptation du moteur diesel Rhino à l'utilisation de l'huile de *Jatropha curcas* comme carburant, *Journée scientifique 2IE*, Ouagadougou, p. 5
11. Garnayak, D. K., Pradhan, R. C., Naik, S.N., & Bhatnagar, N. (2008). Moisture-dependent physical properties of *jatropha* seed (*Jatropha curcas* L.), *Industrial Crops and Products*, Vol 27(1), pp. 123-129, ISSN 0926-6690,
12. Ghosh, L., & Singh, L. (2011). Variation in seed and seedling characters of *Jatropha curcas* L. with varying zones and provenances. *Tropical Ecology*, Vol. 52 (1), pp. 113-122.

13. Hartlieb, E., & Gorriz, D. (2004). Case Study “*Jatropha Curcas*”, 60314 Frankfurt, Germany, pp. 24 -32
14. Hasheminia, S. M. (2007). The study of compressive loading on mechanical properties of soyabean kernel. Proceeding of 3rd International conference TAE 2007. Czech University of Life Sciences Prague. pp. 131-134.
15. Herak, D., Gurdil, G., Sedlacek, A., Dajbych, O., & Simanjuntak, S. (2010). Energy demands for pressing *Jatropha curcas* L. seeds. *Biosystems Engineering*, Vol. 106(4), pp. 527–534.
16. Karaj, S., & Muller J. (2010). Determination of physical, mechanical and chemical properties of seeds and kernel of *Jatropha curcas* L. *Industrial Crops and Products*, Vol. 32(2), pp. 129-138.
17. Lourakis, M. I. A. (2005). A brief description of the Levenberge-Marquardt algorithm implemented by Levmar. Heraklion, Institute of Computer Science ICS, Foundation for Research and Technology - Hellas FORTH, p6.
18. Mohsenin, N. N. (1986), *Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics, and mechanical properties*, 2nd rev, and updated ed, Gordon and Breach, New York, p891.
19. Murthy, C.T. & Bhattacharya, S. (1998). Moisture dependant physical and uniaxial compression properties of black pepper. *Journal of Food Engineering*, Vol.37(2), pp.193-205.
20. Orguven F., Kubilay V., (2004). Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (*Pinus pinea*). *Journal of Food Engineering* Vol. 68(2), pp. 191-196.
21. Razavi, S., Emadzadeh, B., Rafe, A., & Mohammad A. A. (2007). The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety: Part I. Geometrical properties. *Journal of Food Engineering*. Vol.81. pp. 209-217. doi.10.1016/j.jfoodeng.2006.11.003.
22. Rijssenbeek, W. (2007). *Jatropha Global Position*. Workshop EU Brussels. RR Energy for FACT Foundation. p37
23. Shivani, P., Khushbu, P., Faldu, N., Thakkar V., & Subramanian R. B. (2011). Extraction and analysis of *Jatropha curcas* L. seed oil. *Afr J Biotechnol* Vol.10(79) pp. 18210–18213
24. Sidibe Sayon. (2011). Contribution à l'étude des huiles végétales de coton et de *Jatropha curcas* comme biocarburant dans les moteurs diesels à injection directe, Fondation 2iE-Université de Ouagadougou, 234 p.

25. Sirisomboon, P., Kitchaiya, P., Pholpho, T., & Mahuttanyavanitch, W. (2007). Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. *Biosyst. Eng.* Vol. 97(2), pp. 201–207
26. Sofalné, C., Kengne, B., Carisey, N., Laroche, F., Wehnelt, T. L., Yedmel, S., & Fokam, M. G. (2016). Plan d'actions forestier ABIOGet 2016-2020, PAFA, pp 55
27. Tangermann S., (2007). Biocarburants et sécurité alimentaire, *Économie rurale* 300, , pp 100-104. doi : 10.4000/economierurale.2260
28. Tavakoli, H., Mohtasebi, S.S., & Jafari, A. 2009. Effect of Moisture Content and Loading Rate on the Shearing Characteristics of Barley Straw by Internode Position. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript 1176. Vol. 11.
29. Tchobsala, (2008). Inventaire des variétés de *Jatropha* dans la zone cotonnière du nord Cameroun, Rapport de la mission conjointe entre la SODECOTON et l'IRAD du 13 au 26 mars, p34.
30. Vaitilingom, G. (2007). Extraction, Conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. Montpellier, France, octobre 2007. In Conférence Internationale « Enjeux et Perspectives des Biocarburants pour l'Afrique ». Ouagadougou, Burkina Faso, p52.
31. Vursavus, K., & Ozguven, F. (2004) Mechanical behaviour of apricot pit under compression loading, *J. Food Eng.*, Vol. 65, pp. 255–261.
32. Zavrjajnov, A. I., & Nikolow, D. I. (1990). Mechanization of the preparation and the forage conservation. Vol 3. pp. 336. ISBN-5-10-000761

## **Genetic Diversity of *Simulium damnosum* complex Onchocerciasis Vector and its Influence on Entomological Monitoring in the West of Côte d'Ivoire**

***Siriki Simaro,***

Université Jean Lorougnon Guédé,

Unité de Formation et de Recherche en Agroforesterie, Daloa, Côte d'Ivoire

***Mathurin Koffi,***

Université Jean Lorougnon Guédé,

Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Daloa, Côte d'Ivoire

***Mahama Toure,***

Université Jean Lorougnon Guédé,

Unité de Formation et de Recherche en Agroforesterie, Daloa, Côte d'Ivoire

***Bernardin Ahouty,***

Université Félix Houphouët-Boigny,

Unité de Formation et de Recherche de Biosciences, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Ibrahim Konate,***

***Abiba Sanogo Tidou,***

Université Jean Lorougnon Guédé,

Unité de Formation et de Recherche en Agroforesterie, Daloa, Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p106 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p106](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p106)

---

### **Abstract**

In West Africa, *Onchocerca volvulus*, the causative pathogen of human onchocerciasis, is transmitted by sibling species of the *Simulium damnosum* complex. Little is known about blackfly intraspecific variability and its consequences on vectorial capacity in Côte d'Ivoire. This study reports the use of microsatellite markers to study the genetic profile and evaluate the gene flow between populations of *S. damnosum s.l* from three (3) different epidemiological facies in western Côte d'Ivoire, fifteen years after the end of onchocerciasis control program. Adult flies were collected on human attractants from 07 : 00 to 18 : 00 hours for three consecutive days by site, from December 2016 to October 2017. Four (4) microsatellite loci were used to characterize individuals from these populations. The four (4) loci were polymorphic with 13.25 alleles per locus. Two (2) specific alleles (190 bp and 290 bp), were reveal abundant with respective frequencies of 0.46 % and 0.58

% . A significant heterozygosity deficiency and low genetic differentiation ( $F_{ST} = 0.046$ ,  $P = 0.024$ ) have been observed for all the populations. The genetic analysis showed significant deviation from Hardy-Weinberg and significant heterozygosity deficiencies. Then, the great interspecific variability would be a general characteristic in *S. damnosum s.l.* At last, a probable evolution of the invasive strains of *S. damnosum* would have occurred in these localities. This study has shown significant deviation from Hardy-Weinberg and significant heterozygosity deficiencies in the populations of the three localities. The loci give independent estimate genetic parameters. The H3-4 locus to a low genetic differentiation between the populations.

---

**Keywords:** Onchocerciasis, *Simulium Damnosum S.L.*, SSR Markers, Polymorphism, Genetic Differentiation

### Introduction

Human onchocerciasis, or river blindness, results from infection with the filarial parasite *Onchocerca volvulus*. In West Africa, the incidence of blindness due to infection with *O. volvulus* is much higher in savannah than in forest areas (Prost, 1980). The rate of blindness can reach up to 15 % in savannah, whereas in forest zones, ocular manifestations of the disease are less severe, with a much lower degree of blindness (Duke, 1990). In West Africa, blackflies (Diptera: Simuliidae) of the *Simulium damnosum* complex serve as vectors for *O. volvulus* (Prost, 1980). From 1968, the international community mobilized human financial resources, material and technical to fight against this disease (Hougard *et al.*, 2001). Then, from 1974 to 1990, the World Health Organization set up a vast onchocerciasis control program called OCP (WHO, 2002), which partly covered the endemic countries of West Africa. This strategy has reduced the transmission of the disease below the threshold for a public health problem in the majority of treated areas of covered countries, including Côte d'Ivoire (WHO / APOC ; Sightsavers, 2011). However, after stopping of OCP activities in 2002, Côte d'Ivoire was unable to conduct regular control activities because of the socio-political crisis which had just begin in September 2002. The interruption of larviciding treatments in vector control has certainly exposed resident populations to more and more abundant flies bites (WHO, 2002). OCP objective did not aim the eradication of the parasite and its vector and risk factors for recrudescence of the disease do still exist (Adjami *et al.*, 2006). Therefore, the knowledge of the biological characteristics of *S. damnosum s.l* populations in view of climatic and environmental changes, but also the determination of the differentiation scale and the estimation of gene flow between populations is necessary. A wide range of molecular markers has been used for population studies. These include chromosomal inversions, allozymes, random amplified DNA

polymorphisms, mitochondrial DNA sequences, and microsatellite loci analysis (Simard *et al.*, 1999). Microsatellites are informative polymorphic DNA markers that are widely used to examine genetic diversity in the population of *anopheles funestus* (Cohuet *et al.*, 2005), *Aedes aegypti* (Ravel *et al.*, 2001 ; Ravel *et al.*, 2002), *Triatoma dimidiata* (Anderson *et al.*, 2001), *Glossina palpalis* (Solano *et al.*, 1999), and *Simulium damnosum s.l* (Dumas *et al.*, 1998). In this study we focus on microsatellite to decipher the genetic diversity of *S. damnosum s.l* and evaluate the gene flow between populations of *S. damnosum s.l* in the context of climate and environmental changes.

## **Material and Methods**

### **Capture biting adult females of *S. damnosums s.l.***

The classical capture method at human's bait (Le Berre, 1966 ; Philippon, 1977 ; Simaro *et al.*, 2019) was used for collection of blackflies. A team of two people accomplished the capture of blackflies, one hour per person. The daily collected specimens was separated into clockwise period, and the flies capture tube containing one fly per tube, were labeled with the location, date and time of capture. The catches were made from 7 am to 6 pm for 3 days by site. One site per locality was investigated and the individuals capturing were located 20 m from the river. Specimens were collected from December 2016 to October 2017.

### **Morphological identification of female blackflies**

Morphological parameters such as antenna and bristles of the wing tuft colors ; the colors of the arculus ; the scutellum bristles ; the first article of the anterior paw or procoxa and the bristles of the 9<sup>th</sup> abdominal tergite were examined (Quilievéré., 1976 ; Simaro *et al.*, 2019). The combined analysis of these parameters made it possible to identify savana female blackflies (*S. damnosum ss* and *S. sirbanum*), and forest females (*S. yahense*, *S. sanctipauli*, *S. squamosum* and *S. soubrenses*).

### **DNA extraction from blackflies specimens**

*Simulium damnosum s.l* DNA was extracted from the whole body of adult female, according to a protocol based on NaCl buffer and adapted by the Research Unit of Genetics and Molecular Epidemiology (URGEM) of Jean Lorougnon Guede University. Briefly, the blackflies were manually crushed in a 1.5 ml eppendorf tube containing 200 µl of red blood cell lysis buffer. The mixture was then incubated at 56 °C for 1 h to lyse the proteins. A centrifugation at 12 000 rpm for 30 min permit to recover the solubilized DNA in the aqueous phase. The DNA is then precipitated in 200 µl of absolute ethanol and then deposited by centrifugation for 20 minutes at 12 000 rpm.

The DNA deposit is then dried at room temperature overnight and re-suspended in 75 µl of TE buffer.

### DNA amplification with microsatellite markers

Primers developed previously for *S. damnosum s.l* (Dumas *et al.*, 1998) were used for Polymerase chain reaction (PCR) (Table 1). PCR was carried in 50 µl final volumes, containing 2.5 µl of MgCl<sub>2</sub> with 10X reaction buffer, 1.5µl of desoxyribonucleotide (dNTP 200 µM), 1 µl of each primer, 1 units of Taq DNA polymerase, 2.5 µl of ADN sample and 16.3 µl moléculaire water. After an initial denaturation at 92 °C for 5 min, samples were processed through 40 cycles consisting of a denaturation step at 92 °C for 30 s, an annealing step at 50 °C for 30 s, and an extension step at 72 °C for 1 min. The final elongation step was lengthened to 10 min. Amplification products were checked by electrophoresis on 2 % agarose gels immersed in 0.5X TBE buffer. 5 µl of each amplified sample is mixed with 2 µl of loading buffer (glycerol 50 %, bromophenol blue 0.2 %, xylene cyanol 0.2 %, EDTA pH 8 0.2M). A ΦX174 size marker was used to quantify allele size. After 45 minutes of electrophoretic migration, the gel is visualised with a gel viewer (BioDOC-IT System) under UV light.

**Table 1:** Microsatellite loci, forward and reverse primer sequences.

Locu s	Repeat sequence	Primers Sequence (5' 3')▶	Designation	Product length (bp)
60.1	(GT)AT(GT)AT(GT) <sub>10</sub>	CCCATTTGCCAGTTGAGGTGA CCCGTCAACATTGTGGCTACG	SS1 SS2	975
64.2	(GT)GC(GT) <sub>10</sub>	ATCATGACGAGGACGCACTC TACGCACACATTTTTCTATTTC	SS3 SS4	510
7.4	(GT) <sub>11</sub> TT(GT)	CGCTAACGCTGTGCAATATTG TGACGAACTTTGGGACGACA	SS7 SS8	270
H3-4	(CAG) <sub>2</sub> (CAA) <sub>10</sub> (CAG)	CGACAACGTGTCTCGACAAA CGAAAACAACATACGAAGGG	SS9 SS10p	500

### Data analysis

Test for linkage disequilibrium and Genetic variability parameters for each population (number of distinct alleles, observed and expected heterozygosities under Hardy-Weinberg equilibrium), were conducted using GENETIX software, version 4.05.1 (Belkhir *et al.*, 2004). The Fstat software version 2.6.4 (Goudet, 2003), is used to estimate the heterozygosity deficiencies of individuals in their sub-population (F<sub>IS</sub>), and simulated distribution of heterozygosity between a pair of populations (F<sub>ST</sub>). The FDIST2 software (Beaumont et Nichols, 1996) was used to identify markers submitted for natural selection.



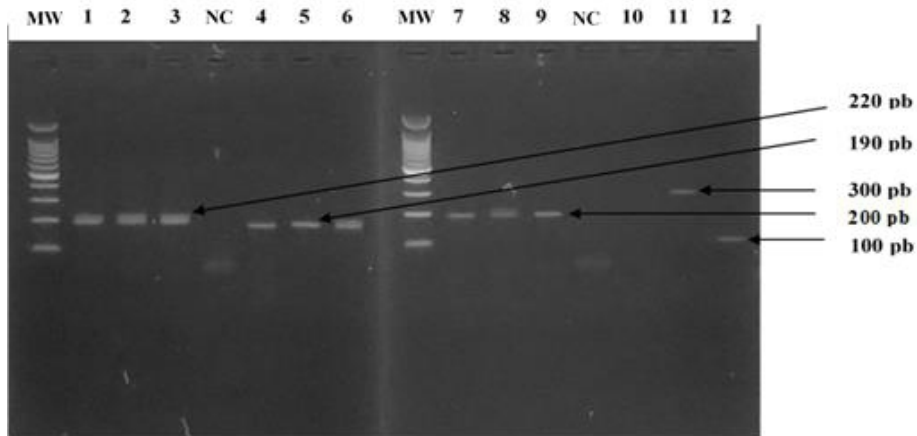
## Results

### Simulian fauna

A total of 4244 blackflies were captured during the survey. Two groups of *Simulium* species have been identified. The savanna group species (*Simulium damnosum* ss, and *S. sirbanum*) abundant in Touba and Bouaflé with 2900 blackflies captured, and the forest group species (*S. squamosum*, *S. sanctipauli*, *S. soubrense*) present only in Soubré with 1103 blackflies.

### Genetic polymorphism of *s. damnosum s.l* populations

Electrophoretic profiles (Fig.1) obtained after the PCR reveals 33 different alleles in the whole populations. 17 alleles were observed at the 60.1 locus, 12 alleles at the 64.2 locus, 11 alleles at the 7.4 locus and 13 alleles at the H3-4 locus, with an average number of 13.25 alleles per locus. The alleles size vary from 100 bp at the H3-4 locus to 975 bp at the 60.1 locus. A specific allele 190 bp is revealed at the loci 60.1, 64.2 and 7.4, with respective frequencies of 0.38 %, 0.55 %, 0.45 %. Similarly, the 290 bp allele is revealed abundant to the H3-4 locus with a frequency of 0.58 %



**Fig 1:** Electrophoregram on 2 % agarose gel.

*Abbreviation:* MW: Molecular weight marker (72 bp) ; 1, 2, 3, 6, 8: Sample of heterozygous profile ; 4, 5, 7, 9, 11, 12: Homozygous profit sample ; NC: Negative control

### Linkage disequilibrium within the three zones

The exact test of the linkage disequilibrium between all the loci in each sample made it possible to analyze a total of 961 allelic combinations. No significant values were obtained across all populations for any locus combination ( $P > 0.05$  for each pairwise comparison), suggesting that the loci give independent estimate of population genetic parameters.

### Genetic variability among populations

Mean observed heterozygosity per locus, varied between 0.346 and 0.428 respectively in Soubré and Bouaflé. Which is lower than expected heterozygotes (0.710 for Soubré and 0.576 for Touba) (Table 2). The four polymorphic loci, showed significant deviation from Hardy-Weinberg. Moreover, the  $F_{IS}$  values were positive at all loci, indicating extensive heterozygosity deficiencies.

**Table 2:** Genetic diversity and intrapopulation differentiation

Locus		Touba	Bouaflé	Soubré	P-value
	N	147	151	139	
n	8	10	12		
60.1	$H_o$	0.429	<b>0.543</b>	0.469	0.0139
	$H_e$	0.631	0.724	0.817	0.0239
	$F_{IS}$	0.321	0.251	0.426	0.0466
	N	6	7	9	
64.2	$H_o$	0.282	0.377	0.260	0.0252
	$H_e$	0.480	0.680	0.721	0.0525
	$F_{IS}$	0.415	0.446	0.639	0.0619
	N	8	7	7	
7.4	$H_o$	0.333	0.385	0.379	0.0272
	$H_e$	0.586	0.684	0.771	0.0567
	$F_{IS}$	0.433	0.438	0.510	0.0625
	N	7	9	6	
H3-4	$H_o$	0.371	0.408	<b>0.276</b>	0.0264
	$H_e$	0.609	0.593	0.532	0.057
	$F_{IS}$	0.392	0.312	0.482	0.061
	N	29	33	34	
Moyenne	$H_o$	0.353	<b>0.428</b>	<b>0.346</b>	0.011
	$H_e$	0.576	0.670	<b>0.710</b>	0.0145
	$F_{IS}$	0.3879	0.3616	0.5134	<b>0.0314</b>

*Abbreviation:* N : number of individuals tested in the population ; n : number of alleles ;  $H_o$  : heterozygote observed ;  $H_e$  : Heterozygote expected ; P-value : probability of conformity to the Hardy-Weinberg equilibrium

### Genetic differentiation of *S. damnosum s.l* populations

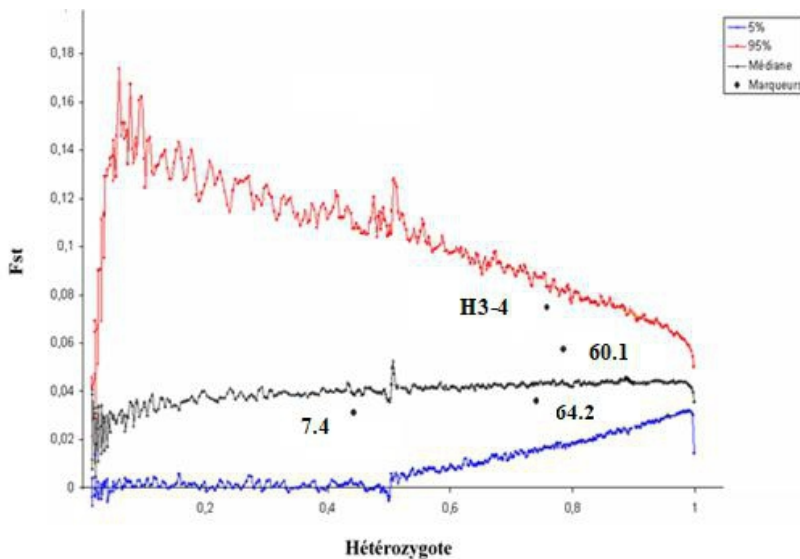
The exact test for population differentiation indicated that a low genetic differentiation is observed, when comparing  $F_{ST}$  between the three populations (Table 3), suggesting that genotypes of the individuals result from the same gene pool. The overall  $F_{ST}$  were 0.025, 0.007 and 0.016 for pairwise populations of Touba and Bouaflé, Touba and Soubré, and Soubré and Bouaflé, respectively. In the same way, populations of Touba and that of Bouaflé are genetically close to from each other ( $F_{ST} = 0.025$ ).

**Table 3:** Genetic Differentiation in *S. damnosum* Populations

Loci	60.1	64.2	7.4	H3-4	all loci	p-value
Touba/ Bouaflé	0.032	0.022	0.010	0.037	0.025	0.057
Touba / Soubré	0.090	0.042	0.038	0.113	0.071	<b>0.007</b>
Soubré / Bouaflé	0.049	0.030	0.038	0.052	0.042	<b>0.016</b>
Total	0.057	0.031	0.028	0.067	<b>0.046</b>	<b>0.024</b>

### Markers under selection

Analysis of  $F_{ST}$  between populations of *S. damnosum s.l.*, indicates that no microsatellite loci are submitted to the natural selection (Fig. 2). When we are around the median (expected  $F_{ST}$  under the neutral hypothesis), two (2) markers 64.2 and 7.4 showed low levels of genetic differentiation between populations. In contrast the 60.1 and H3-4 loci showed a moderate level of genetic differentiation, but the H3-4 locus would contribute more to this genetic differentiation between populations.



**Fig. 2:** Expected  $F_{ST}$  values for heterozygosity on four (4) microsatellite markers at three (3) populations of *Simulium damnosum s.l.*

### Discussion

All of the blackflies captured in this study belong to the *S. damnosum s.l.* complex as reported by previous studies in other localities of the country, especially at the ecological station of Taï and the site of the dam of Soubré (Traore *et al.*, 1980 ; Traore and Hebrard, 1981 ; Yapi *et al.*, 2014). Specific identification indicates that savanna species constitute essential of the catches in the sites of Bouaflé and Touba. With regard to the site of Soubré, forest species are the only ones encountered. Indeed, Bouaflé borders the "V

Baoule", advanced profound towards the South, in the forest. In relationship with deforestation and declining rainfall in recent decades, we are witnessing a gradual reduction of extent of the wooded areas and southern wet. This induce the progression of the species distribution area of *S. damnosum* vectors of savanna onchocerciasis towards the south where they substitute, sometimes massively, and more and more durably, to native species wetlands. However, the group of savanna blackflies (*S. damnosums*, *S. sirbanum*) and savannah *O. volvulus* form one of the most effective couples in onchocerciasis transmission (WHO, 2002).

The microsatellite loci used to evaluate the level of genetic variation, were highly polymorphic in the three populations, ranging from 11-17 alleles per locus. This number is accordance with results obtained in two *S. damnosum s.l* populations study of Mali (Dumas *et al.*, 1998), in which 8-12 mean alleles per locus were found. Also, the few studies of *S damnosum s.l* at population level using molecular markers (Adjami *et al.*, 2006) indicate, in general, a great interspecific variability. This high level of genetic polymorphism would be a general characteristic in *S. damnosum s.l*. No linkage disequilibrium between loci was detected in any population, suggesting that the loci give independent estimates of population genetic parameters. Similar studies of other tropical disease vectors corroborate this result. It's about especially works of Acapovi-Yao *et al.* (2015) on the genetic differentiation and structuration of *Glossina palpalis palpalis* populations in Azaguié zone (Côte d'Ivoire), and Akré *et al.* (2015), on the genetic structure of *Anopheles nili s.s* vector populations of malaria in rural and peri-urban of Côte d'Ivoire.

Genetic analysis of *S. damnosum s.l* populations showed significant deviation from Hardy-Weinberg and significant heterozygosity deficiencies. Such deficiencies would be generated by numerous factor, including inbreeding, population structure and null alleles. Indeed, the analysis of 7.4 and H3-4 markers reveals the failure of PCR amplification was due to point mutation in the primer. So, the fact that some alleles have not amplified at some loci, makes the presence of null alleles is the most explanation for these deficits of heterozygosity. These results are in agreement with the study of Dumas *et al.* (1998). They also demonstrated the existence of null alleles during their study on the use of microsatellite markers to differentiate two savanna populations in Mali. Also, inbreeding could also be the cause of this deficiency, but it seems unlikely, since such effects should be expected to be evident for all loci (Dumas *et al.*, 1998). Structuration of the population is another cause of the heterozygosity deficiencies observed. Of the three studied sites, two are within the area of OCP control, where blackflies populations have been regularly eliminated through insecticides treatments. If recolonization occurs and is very recent, a Walhund effect could ensue

(Adjami *et al.*, 2006). This would produce heterozygosity deficiencies, if the colonizing populations are markedly differentiated (Dumas *et al.*, 1998). Another explanation could be the presence of mixed species in these populations. (Estrada-Franco *et al.*, 1992) demonstrated that an excess of homozygotes in *anopheles* populations was due to mixed species of the *Anopheles quadrimaculatus* complex, leading to the description of a new species.

The study performed by comparing two by two samples of *S. damnosum s.l.*, has shown the existence of a low genetic differentiation between these populations. This result could be explained by high migration rates, estimated from null alleles (Slatkin, 1985). The results obtained in this study confirms the preceding study of Adjami *et al.* (2006), which tend to show that the migration is an essential characteristic of *S damnosum s.l.* Also, the high dispersal ability of *S. damnosum s.l* in combination with high migration rates, permitted a genetic mixing which tends to homogenize populations and limit their differentiation. However, mean pairwise  $F_{ST}$  low significance between Western Simulium populations from Côte d'Ivoire, would be due to a probable evolution of the main of invasive *S. damnosum* strains in these localities. This evolution would have occurred during the migrations, which would have favored genetic exchanges between Simulium populations.

The microsatellite markers used in this study do not show natural selection signatures in *S. damnosum s.l.* populations. However, the H3-4 locus with a moderate differentiation index would be the region of the genome susceptible to be involved in the long term, in a probable adaptation of Simulium to very diverse environmental conditions across its distribution area. This is the approach of (Beaumont and Nichols, 1996), which is based on the idea that in a population, all genome loci have same  $F_{ST}$ . Only the loci under selection derogate from this rule, because the natural selection edit their  $F_{ST}$ .

## Conclusion

This study showed significant deviation from Hardy-Weinberg and significant heterozygosity deficiencies in the populations of the three localities. Then the hypothesis of a Wahlund effect is also suggested. Also, the study of linkage disequilibrium between loci indicates that, the loci give independent estimate genetic parameters. The H3-4 locus is not systematically involved in the genetic differentiation observed. Since then, only constraints specific to this locus would be at the origin of the differences observed. The presence of null alleles is revealed at this locus. Finally, this locus contributes by the value of its  $F_{ST}$  to a low genetic differentiation between the populations. Complementary studies will be carried out to deepen knowledge on the genetic structure of populations of this vector onchocerciasis in Côte d'Ivoire.

## References:

1. Acapovi-Yao, G.L., Pokou, N.D., & Zakpa, L.G. (2015). Différenciation et génétiques des populations de *glossina palpalis palpalis* dans la zone d'azaguié (Côte d'Ivoire) à l'aide de marqueurs microsatellites. *Science de la vie, de la terre et agronomie REV. CAMES*, 03(01), 2424 -7235.
2. Adjami, A.G., Ravel, S., Toé, L., Sanfo, M.S., Bissam, Y., Yaméogo, L., & Cuny, G. (2006). Spatiotemporal study of genetic variability of *simulium damnosum* s.l. on the axis Sierra Leone-Guinea -Mali. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, France. (pp 118-26).
3. Akre, A.M., Touré, M., & Kengne, P. (2015). Structure génétique des populations d'*anopheles nili* s.s vecteur du paludisme en milieu rural et periurbain de Côte d'ivoire. *European Scientific Journal*. 11(6), 857-7881.
4. Anderson, J.M., Lai, J.E., Dotson, E.M., Cordon-Rosales, C., Ponce, C., Noms, D.E & Beard, C.B. (2001). Identification and characterization of microsatellite markers in the Chagas disease vector *Triatoma dimidiata*. *Infect Genet Evol*. 1, 243-8.
5. Beaumont, M.A., & Nichols, R.A. (1996). Evaluating loci for use in the genetic analysis of population structure," *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 263, 619 -1626.
6. Belkhir, K., Borsa, P., Chikhi, L., Raufaste, N., & Bonhomme, F. (2004). GENETIX 4. 05.2. Logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. [Online] Available : <http://www.univmontp2.fr/~genetix/genetix/constr.htm#> (July 10, 2018).
7. Cohuet, A., Dia, L., Simard, F., Raymond, M., Rousset, F., Antonio-Nkondjio, C., Awono-Ambene, P.H., Wondji, C.S., & Fontenille, D. (2005). Gene flow between chromosomal forms of the malaria vector *Anopheles funestus* in Cameroon, Central Africa, and its relevance in malaria fighting. *Genetics*. 169, 301-11.
8. Duke, B.O.L. (1990). Human onchocerciasis-an overview of the disease. *Acta Leiden*, 59, 9-24.
9. Dumas, V., Herder, S., Bebbia, A., Cadoux-Barnabe, C., Hellee, C., & G. Cuny. (1998). Polymorphie microsatellites in *Simulium damnosum* s.l. and their use for differentiating two savannah populations : implications for epidemiological studies. *Genome*. 41, 154-61.
10. Estrada-Franco, J.G., Ma, G.C., Lanzaro, M., Gwadz, R., Galvan-Sanchez, C., Cespedes, J.L., Vargas-Sagarnaga, R., & Rodriguez, R. (1992). Genetic evidence of a species complex in *Anopheles pseudopunctipennis*. *Boletin de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 69, 219 -236.

11. Goudet, J. (2003). Fstat Version 2.9.4 : a computer program to calculate F-statistics,” *Journal of Heredity*. 86, 485-486.
12. Hougard, J.M., Alley, E.S., Yameogo, L., Dadzie K.Y., & Boatman, B.A. (2001). Eliminating after 14 years of vector control : a proved strategy,” *Journal Infection Disease*, 84, 497-503.
13. Le Berre, R. (1966). Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Théobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Mémoires ORSTOM*. 17, 204.
14. Philippon, B. (1977). Etude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart,1893) (Nematoda, Onchocercidae) par *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique tropicale. *Tropicale et documentation de l'ORSTOM*. (pp 308).
15. Prost, A. (1980). Latence parasitaire dans l'onchocercose. *Bull world health organ*.(pp 923-5).
16. Quilievéré, D. (1976). Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, biologiques vectrices des membres du complexe *Simulium damnosum* présents en Côte d'Ivoire. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*. (pp 307).
17. Ravel, S., Herve, J.P., Diarrassouba, S., Koné, A., & Cuny, G. (2002). Microsatellite markers for population genetic studies in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Cote d'Ivoire : evidence for a microgeographic genetic differentiation ofmosquitoes from Bouake. *Acta Trop*. 82, 39-49.
18. Ravel, S., Monteny, N., Velasco Olmos, D., Escalante Verdugo, J., & Cuny, G. (2001). A preliminary study of the population genetics of *Aedes aegypti* (Diptera :Culicidae) from Mexico using microsatellite and AFLP markers. *Acta Trop*. 78, 241-50.
19. Sightsavers. (2011). Elimination de l'Onchocercose : plan d'action accéléré dans 24 pays recevant le soutien de Sightsavers 2011-2021. *207(544)*. 38 -110.
20. Simard, F., Fontenille, D., Lehmann, T., Girod, R., Brutus, L., Gopaul, R., Dournon, C. and Collins, F.H. (1999). High amounts of genetic differentiation between populations of the malaria vector *Anopheles arabiensis* from west Africa and eastern outer islands. *Am. J. Top. Med. Hyg*. 60, 1000 -1009.
21. Slatkin, M. (1984). Gene flow in natural populations. *Annu. Rev. Ecol. Syst*, 16, 393-430.
22. Solano, P., de La Rocque, S., Cuisance, D., Geoffroy, B., De Meeus, T., & Du Vallet, G. (1999). Intraspecific variability in natural populations of *Glossina palpalis gambiensis* from West Africa, revealed by genetic and morphometric analyses. *Med Vet Entomol*. 13, 401-7.

23. Traore, S., & Hebrard, G. (1981). Les capacités vectrices naturelles des femelles du complexe *Simulium damnosum* (Diptera, Simuliidae) au niveau de la station écologique de Taï. Doc ronéo OCCGE/ORSTOM. (pp 81).
24. Traore, S., Philippon, B., & Hebrard, G. (1980). Bioécologie et caractéristiques vectrices naturelles des femelles du groupe *S. soubrense* - *S. sanctipauli* sur le bas-Sassandra (site du barrage de Soubré). Doc Techn OCCGE. 7556, 80.
25. Simaro S., Koffi M., Touré M., Yao P., Ahouty B., & Tidou A.S. (2019). Capacité Vectorielle et abondance des populations du complexe *Similium damnosum* dans trois faciès épidémiologiques à l'ouest de la Côte d'Ivoire. Afrique SCIENCE.15(2) ,16-23.
26. WHO / APOC. (2009). Rapport de la 29<sup>ème</sup> session du Comité Consultatif Technique (CCT), Ouagadougou. (pp 115).
27. WHO. (2002). Module de formation des techniciens entomologiste à la prise en charge et à la supervision des activités entomologiques de lutte contre l'onchocercose. (pp 15).
28. Yapi, Y.G., Traore, F.D., Coulibaly, D., & TIA, E. (2014). Etude contributive à la connaissance des populations de simulies dans la commune de Bouaflé, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Int.J. Biol. Chem. Sci. 8(6), 2540 -2551.



## **Impact de L’installation des Camps des Réfugiés, Retournés et Déplacés sur L’exploitation des Ressources Ligneuses dans la Région de Diffa**

***Rabiou Habou,  
Mahamane Mansour,  
Issaharou-Matchi Issiaka,  
Université de Diffa, Niger  
Mahamane Ali,***

Université Abdou Moumouni de Niamey, Université de Diffa, Niger

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p118 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p118](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p118)

### **Résumé**

La région de Diffa située dans la vallée du Bassin du Lac Tchad à l’extrême Est de la République du Niger, fait face à la persécution de la secte Boko Haram. Les populations frontalières avec la République fédérale du Nigéria, principales victimes fuyant la guerre sont contraints de se réfugier vers la région de Diffa. L’installation des camps des réfugiés a occasionné des profondes modifications au niveau du paysage déjà affecté par la désertification. La présente étude dont l’objectif est d’analyser l’impact de l’installation des camps de réfugiés sur les ressources ligneuses et la dynamique paysagère a été conduite au niveau des camps des réfugiés des communes de Gueskérou et Chétimari. Des placettes de 2500 m<sup>2</sup> ont été délimitées sur des transects radiaires au niveau des camps de réfugiés et des villages autochtones. Dans chaque placette, les mesures dendrométriques ont été réalisés sur les espèces ligneuses. Les facteurs de pression tels que la coupe, l’émondage et l’écorage ont été relevés sur tous les arbres. Des enquêtes sur l’utilisation des ressources ligneuses ont été effectuées. Les données *satellitaires* (Landsat) ont été collectées afin d’analyser la dynamique paysagère avant et après l’installation des camps. L’analyse des résultats montre que les espèces ligneuses, les plus écologiquement importantes sont *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis*, *Boscia senegalensis*, *Acacia senegal* et *Leptadenia pyrotechnica*. Toutes les espèces ligneuses sont soit utilisées comme bois de service dans la confection des abris ou comme bois énergie. L’analyse des indicateurs de pression montre que les fréquences de coupe, d’émondage et d’écorage sont plus importantes dans les premières auréoles des camps de réfugiées. L’analyse de la conversion de l’occupation montre que pour l’ensemble des communes, les sols nus sont en progression et une

régression des superficies de la steppe arbustive, de la forêt galerie et une extension des steppes arbustives dégradées et la formation de dunes de sable. L'impact de l'installation des camps de réfugiés sur l'environnement constitue une préoccupation dans la région de Diffa, une région déjà affectée par la désertification et le changement climatique.

---

**Mots clés :** Camps Des Réfugiés, Ressources Ligneuses, Dynamique Paysagère, Diffa, Niger

---

## **Impact of the Installation of Refugee Camps, Returned and Displaced on the Exploitation of Wood Resources in the Region of Diffa**

*Rabiou Habou,  
Mahamane Mansour,  
Issaharou-Matchi Issiaka,*

Université de Diffa, Niger

*Mahamane Ali,*

Université Abdou Moumouni de Niamey, Université de Diffa, Niger

---

### **Abstract**

The region of Diffa is located in the Lake Chad basin valley in the eastern part of Niger Republic. This region is facing persecution by the terrorist Boko Haram sect and border populations with the Federal Republic of Nigeria are forced to flee to this region because of this conflict. Consequently, the refugee camps settlement has caused profound changes in the region landscape already affected by desertification. Therefore, The aim of the present study is to analyse the impact of the refugee camps settlement on woodland-based ecosystem services and landscape dynamics in Gueskéro and Chétimari communes. Plots of 2500 m<sup>2</sup> have been delimited on radial transects at refugee camp and indigenous village levels. In each plot, dendrometric measurements were taken on the woody species. Pressure factors such as cutting, pruning and debarking on trees were recorded. Surveys were conducted in order to collect the information of woodland-based ecosystem used services. The Landsat data were collected to analyse the landscape dynamics before and after the setting up of the camps. Results analysis shows that the most ecologically important woody species are *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis*, *Boscia senegalensis*, *Acacia senegal* and

*Leptadenia pyrotechnica*. The woody species are used as woodland-based ecosystem services such as pillars in the shelters setting up and as fuelwood. Analysis of pressure indicators shows that cutting, pruning and debarking frequencies are higher in the first halos of refugee camps. The result of the occupation conversion shows that the bare soils are in full progression and regression is noted on the the shrub steppe, the gallery forest areas while an extension of the shrub steppes degradation and the formation of sand dunes is recorded in the two communes. The environmental impact of the settling refugee camps is a distress in this region already affected by desertification, land degradation and climate change.

---

**Keywords:** Refugee Camps, Woodland-Based Ecosystem Services, Landscape Dynamics, Diffa, Niger

### **Introduction**

Depuis 2013, le conflit lié à la secte Boko Haram dans le bassin du lac Tchad a provoqué le déplacement de milliers de réfugiés, des déplacés internes et des retournés contraint d'abandonner le droit à l'accès aux terres et aux actifs agricoles (UNHCR, 2013). Cette situation a provoqué des besoins humanitaires importants dans une région déjà confrontée à la pauvreté et à la dégradation environnementale (UNHCR, 2017 ; Adamou et Adamou, 2018). Cependant, l'essartage pour l'ouverture des camps ou des sites et les prélèvements du bois énergie et ou de service pour les charpentes des abris se sont accentués au détriment des formations végétales environnantes (UICN/UNHCR, 2005). Cet afflux massif des personnes a donné lieu à la création de plusieurs camps et sites de réfugiés ou déplacés internes dans les différentes communes de la région de Diffa (Mamadou, 2016). L'empreint écologique liée à la présence des réfugiés ou des rapatriés sur l'environnement est visible et difficile à effacer (Diallo, 2015). En particulier dans les environs des sites de déplacés des communes de Chétimari et Gueskéro (MHA, 2017), une pression toujours plus importante s'exerce sur les ressources naturelles comme la terre, le bois et le pâturage et les capacités de charge de ces écosystèmes arides sont largement dépassées (MHA, 2017). Le manque de bois de chauffe et de construction se manifeste de plus en plus aux environs de la zone d'accueil des populations déplacées (Richard, 1998). Pourtant ces formations végétales fournissent une variété de bois et de produits forestiers non ligneux tels que les plantes médicinales, les fleurs, les fruits, les feuilles et les racines qui contribuent à l'économie des ménages et renforcent la sécurité alimentaire ainsi que la conservation de la diversité biologique. De nombreuses personnes dans la région de Diffa dépendent directement de ces ressources forestières pour leur subsistance et leur revenu (Mamadou, 2016 ; Diallo, 2015).

La destruction du couvert végétal par les réfugiés et les déplacés prive le sol de sa protection naturelle avec des conséquences néfastes pour le régime des eaux (baisse de la nappe phréatique) et accélère fortement l'érosion hydrique et éolienne (FAO, 2012 ; MESU/DD, 2014). La perte du matériel organique et de la terre fine dans le sol risque de provoquer des dégâts quasi irréversibles au niveau des écosystèmes (Maazou *et al.*, 2017 ; AFD, 2018). La dégradation des écosystèmes se poursuit par la déforestation (déboisement) et le surpâturage (émondage des arbres) par une forte concentration du bétail (Sinsin, 1993 ; Rabiou *et al.*, 2017). La capacité de régénération est d'autant réduite que l'aridité est prononcée. Si rien n'est fait pour les contenir ou pour proposer des alternatives, ce qui commence par une exploitation bénigne de diverses ressources peut prendre rapidement l'allure d'une dévastation étendue et irréversible (Youn, 1985 ; Mamadou, 2016). Face à cette, il n'est simplement pas envisageable de ne pas intervenir. La présente étude s'inscrit dans une logique de production des données et des indicateurs pouvant servir de base à l'élaboration des plans de gestion durable. Les résultats pourraient permettre une meilleure appréhension de l'état actuel des ressources ligneuses et l'empreint écologique marquée par la présence des personnes déplacées afin d'élaborer des mesures appropriées d'atténuations ou d'éventuelles stratégies de réhabilitation des sites. L'objectif de l'étude est d'analyser l'impact de l'installation des camps de réfugiés sur les ressources ligneuses et la dynamique paysagère.

## **Materiel Et Méthodes**

### **Sites d'étude**

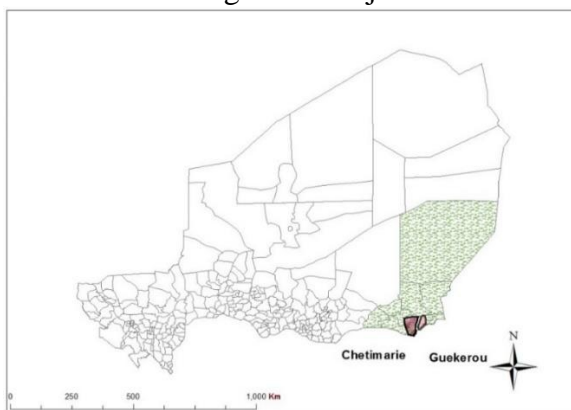
L'étude a été conduite dans deux communes de la région de Diffa au Niger. Il s'agit des communes de Gueskérou et Chétimari. La Commune Rurale de Gueskérou est située au centre du département de Diffa, à l'extrême sud-est du Niger sur la route Nationale N°1, à 1 400 km de Niamey, la capitale et à 40 km à l'Est de la ville de Diffa (chef-lieu de région) (PDC, 2010) (Figure 1). Elle couvre une superficie de 1971 km<sup>2</sup> et compte une population estimée à 46034 habitants (INS, 2012). Elle fait partie des Communes de la région qui accueillent le plus grand nombre de réfugiés et déplacés. En effet, plus de 77961 personnes (soit environ le double de la population locale) ont été installées dans la commune et réparties dans 21 sites, dont la plupart sont situés le long de la Route Nationale 1 (RN1), axe Niamey–N'Djamena (Tchad) traversant la Région (UNHCR, 2017). D'après Saadou (1990), la Commune Rurale de Gueskerou est soumise au climat Nord–Sahélien.

La Commune de Chétimari est située dans la Région de Diffa, Département de Diffa, à l'extrême Sud-Ouest sur la Route Nationale N°1, à 1345 km de Niamey, la capitale. Elle couvre une superficie de 2566 km<sup>2</sup> représentant 37% de la superficie du département et 1,83% de la superficie

totale de la région de Diffa (PDC, 2012). Elle est limitée au nord par les communes de N’Gourti et Kabaléwa, au sud par la République Fédérale du Nigeria (Etat de Borno) sur plus de 20 km, matérialisés par la rivière Komadougou Yobé, à l’est par les communes de Gueskéro et Diffa et à l’ouest par la commune de Maïné Soroa. La commune de Chétimari renferme d’importantes potentialités constituées de trois (3) forêts classées (Gagamari, Malaminari et Kalgounam) totalisant 980 ha et des forêts protégées (MESU/DD, 2014).

Le cumul pluviométrique annuel se situe entre 200 et 400 mm d’eau. L’Humidité relative varie entre 19 et 70% RH (Kiari *et al.*, 2017). La végétation de ces deux communes est composée essentiellement de steppes (arborescente, herbacée et arborée) et des galeries forestières le long des cours d’eau. La principale activité des populations est la culture du riz et du poivron dans la vallée de la rivière Komadougou Yobé qui borde le sud de ces deux Communes, constituant ainsi la frontière naturelle avec le Nigéria (Mamadou, 2016).

Les principales activités sources de revenus des ménages dans la zone d’étude sont l’agriculture, l’élevage, le petit commerce avec la Nigeria voisin. On peut aussi noter que beaucoup des jeunes des villages de ces deux communes frontalières avec le Nigéria ont rejoint le mouvement Boko Haram.



**Figure 1.** Situation géographique des sites d’étude (La carte doit être beaucoup plus élaborée et illustrée avec tous les détails avec une légende)

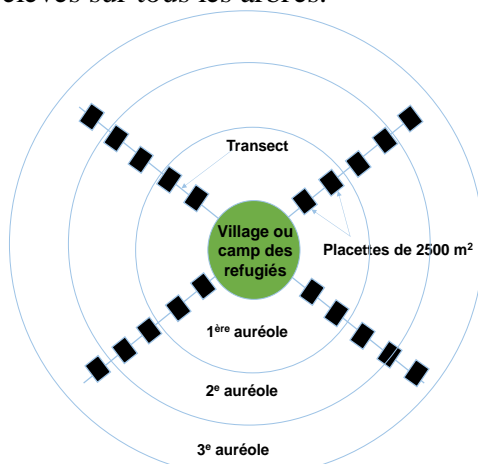
## **Echantillonnage et collecte des données Inventaire forestier**

Dans le cadre de la présente étude, une approche pluridisciplinaire a été adoptée. Au niveau de chaque commune, des sites représentatifs ont été identifiés. Il s’agit des camps des réfugiés, des déplacées internes, des retournés et des villages autochtones. Ainsi, au niveau de la Commune de Chétimari, les camps de Boudouri, de Maina Kaderi, de Sayam forage et le village de Gamari ont été prospectés. Au niveau de la Commune de

Gueskérou, ce sont les camps de Djalori, Kindjandi et le village de Garin Wanzam qui ont fait l'objet de prospections.

Les enquêtes ethnobotaniques basées sur des focus groupes ont été conduites au niveau de chaque site. Ces enquêtes ont permis de collecter les informations sur la dynamique de la végétation et les principales ressources ligneuses utilisées pour la construction des abris par les réfugiés et toutes autres formes d'utilisation de ces ressources. Les principales rubriques du questionnaire sont : (i) Alimentation ; (ii) Bois de service ; (iii) Bois énergie ; (iv) Médicinales ; (v) Fourragères.

Au niveau de chaque site, un inventaire des espèces ligneuses a été effectué afin d'analyser les impacts de prélèvement et déterminer les indicateurs de pression. La méthode des transects radiaires a été utilisée au niveau de chaque site (Figure 2). Sur chaque transect, des placettes de 2500 m<sup>2</sup> ont été délimitées avec une équidistance de 200 m. Les premières placettes de chaque transect ont été délimitées à 100 m du camp ou du village. Au niveau de chaque site, 10 placettes ont été réalisées sur quatre (4) transects, soit 40 placettes par site. Les mesures dendrométriques ont été portées sur tous les arbres adultes (diamètres, hauteur et deux diamètres perpendiculaires du houppier). Les facteurs de pression tels que les traces d'émondage, l'écorçage et la coupe ont été relevés sur tous les arbres.



**Figure 2.** Dispositif de l'inventaire

### Données géographiques

Les images satellitaires provenant de capteurs Thematic Mapper (TM5) pour l'année 2002, Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+) pour l'année 2013 et landsat 8 OLI pour l'année 2017 ont été collectées. Le mois d'août a été choisi afin de minimiser les confusions entre les classes. Au niveau de chaque commune, 250 points ont été collectés durant le mois d'août 2017 pour supporter le traitement des données *satellitaires* et une classification

dite supervisée. Aussi, 70% des points ont été utilisés pour la classification et 30% pour la validation (Mahamane, 2015).

### **Analyse et traitement des données**

Les données collectées ont été saisies puis traitées à l'aide du tableur Excel. Le répertoires des différentes espèces et de leurs utilisations ont été constitués. Afin d'analyser l'intensité de pression, les données sur les caractéristiques dendrométriques et les facteurs de pression ont été analysées suivant les auréoles. Les premières auréoles sont proches des camps, les secondes auréoles sont intermédiaires et les troisièmes auréoles sont loins des camps. De premières auréoles aux troisièmes, le gradient de pression diminue. L'indice des valeurs d'importance (combinaison de la densité, de la surface terrière et recouvrement) a été utilisé pour déterminer l'importance écologique de chaque espèce. La surface terrière, la hauteur de Lorey, le recouvrement moyen de chaque site ont été calculés selon les dispositions auréolaires. Les fréquences de coupes, d'écorçages et d'émondages ont été calculées suivant les auréoles. Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée à l'aide de Logiciel Minitab 14 afin de récapituler les interactions entre les facteurs de pression et les caractéristiques dendrométriques suivant les auréoles.

Pour l'analyse de la dynamique de l'occupation des sols, les operations de pretraitement (correction atmospherique, geometrique et radiometrique) ont été réalisées sur quatre images landsat (Figure 3) avec le Logiciel QGIS et ERDAS imagine. L'amélioration radiométrique consiste à corriger les effets des différents artefacts qui perturbent la mesure radiométrique. La correction géométrique a été effectuée pour rectifier les images satellites de manière à les rendre superposables à d'autres images ou à des documents cartographiques de référence (Samaali, 2011).

Les images utilisées ont été ainsi préalablement georeferencées (Projection UTM, Zone 36S), rectifiées et orthorectifiées par le fournisseur. Les bandes individuelles ont été compilées et les communes délimitées après le mosaiquage par l'outil "Subset and Chip" de Erdas imagine. La légende a été développée sur la base de la nomenclature d'occupation des terres publiée par UNEP/FAO (1994) et les informations des signatures spectrales des images satellites (Suleiman *et al.*, 2014). La classification supervisée a été utilisée dans la présente étude du fait de sa robustesse et de son aspect pratique (Figure 3). Ainsi, l'algorithme sélectionné pour la classification est le maximum de vraisemblance. Pendant les travaux de la classification google Earth plateforme et RADAR (sentinell) ont été utilisés pour une meilleure interprétation des données. Dans le but de minimiser l'effet de pixels isolés au niveau des resultats de la classification, le filtrage spatial a été utilisé à l'aide

de l’algorithme filtre majoritaire de taille 5 x 5 kernels (Mahamane *et al.*, 2015).

Pour valider les résultats de l’occupation du sol, les 75 points de contrôle collectés ont été utilisés pour tester la fiabilité de la classification. La fiabilité de la classification ou précision globale a été calculée en divisant le nombre des cellules qui ont une classification correcte par le nombre des cellules dans la matrice de confusion (Singh, 1986 ; Enaruvbe et Atedhor, 2015). Aussi, l’indice de Kappa calculé montre que tous les résultats de l’occupation du sol ont des valeurs supérieures à Chetimari 89% en 2002, 93% en 2017 et Gueskérou 81% en 2013 et 87% en 2017) 80% donc acceptable et fiable (Manandhar *et al.*, 2009 ; Congalton, 1991 ; Forkuo et Frimpong, 2012, Mahamane, 2015).

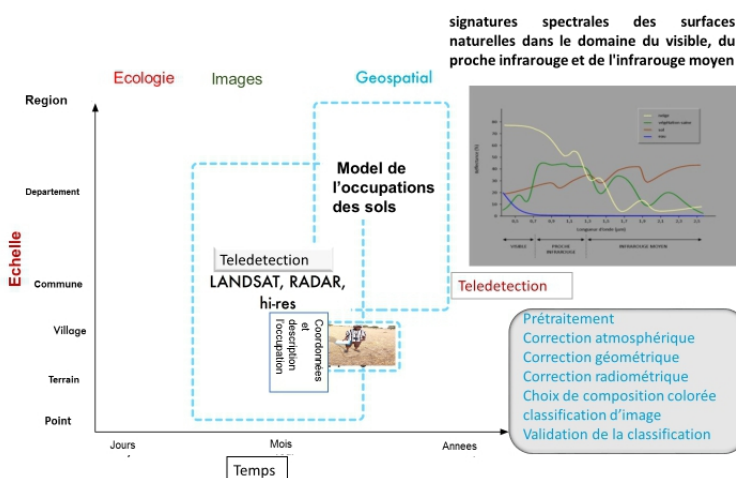


Figure 3. Rectificatif de la méthodologie

## Résultats

### Importance écologique des ligneux

L’analyse de l’indice des valeurs d’importance montre que les espèces les plus écologiquement importantes sont *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis*, *Boscia senegalensis*, *Acacia senegal* et *Leptadenia pyrotechnica*. Cependant, d’un site à un autre, on constate des petites variations. En effet, l’espèce *Acacia tortilis* est plus importante au niveau du site de Boudouri. Les sites de Maina Kaderi et Malam Gamari sont dominés par *Balanites aegyptiaca*. Les espèces *Cadaba farinosa* et *Cordia sinensis* ne sont observées qu’au niveau du site de Malam Gamari. Ce dernier s’est également distingué des autres sites par une richesse spécifique plus élevée (13 espèces ligneuses) contre 11 à Boudouri et 9 espèces à Maina Kaderi (Tableau 1).



**Tableau 1.** Importance écologique et composition floristique des sites

Espèces	IVI			
	Camp de	Camp de Maina	Malam	Global
<i>Balanites</i>	106,1	132,8	106,3	115,04
<i>Acacia tortilis</i>	130,9	117,1	60,7	102,91
<i>Boscia</i>	3,2	0,6	80,7	28,14
<i>Acacia senegal</i>	38,7	6,8	15,5	20,35
<i>Leptadenia</i>	0,6	34,9	0,8	12,08
<i>Ziziphus</i>	2,3	2,1	18,8	7,7
<i>Maerua crassifolia</i>	10,1	2,5	4,7	5,77
<i>Commiphora</i>	4,8	-	3,4	2,71
<i>Faidherbia albida</i>	0,6	1,1	4,5	2,07
<i>Calotropis procera</i>	2,2	2,2	0,3	1,56
<i>Cadaba farinosa</i>	-	-	3,1	1,04
<i>Bauhinia rufescens</i>	0,6	-	1	0,53
<i>Cordia sinensis</i>	-	-	0,3	0,11
Total général	300	300	300	300

### Usages des principales espèces ligneuses

Les enquêtes conduites au niveau des camps des réfugiés et des villages autochtones montrent que toutes les espèces répertoriées, en plus des autres formes d'utilisation, sont utilisées comme bois énergie. Sur les 14 espèces recensées, 10 sont utilisées dans les traitements médicaux. Les espèces *Acacia senegal* et *Balanites aegyptiaca* sont utilisées dans toutes les catégories d'usages. Toutes les espèces hormis *Acacia nilotica*, *Faidherbia albida*, *Maerua crassifolia* et les *Ziziphus spp.* sont utilisées dans la construction des abris pour les réfugiés (Tableau 2). Les espèces utilisées comme plantes alimentaires sont *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis*, *Cordia sinensis*, *Prosopis juliflora*, *Ziziphus mauritiana*, *Hyphaene thebaica* et *Ziziphus spina-christi*.

**Tableau 2.** Espèces ligneuses et leurs utilisations

Nom d'espèces	Alimentation	Bois de service	Bois énergie	Médicinales	Fourragères
<i>Acacia nilotica</i>			x	X	
<i>Acacia senegal</i>	x	x	x	X	x
<i>Acacia tortilis</i>		x	x	X	x
<i>Balanites</i>	x	x	x	X	x
<i>Boscia</i>	x	x	x	X	
<i>Commiphora</i>		x	x		x
<i>Cordia sinensis</i>	x	x	x	X	
<i>Faidherbia albida</i>			x	X	x
<i>Maerua crassifolia</i>			x		x
<i>Leptadenia</i>		x	x	X	

<i>Prosopis juliflora</i>	x	x	x		
<i>Ziziphus</i>	x		x	X	x
<i>Hyphaene thebaica</i>	x	x	x		
<i>Ziziphus spina-</i>	x		x	X	x

### Analyse des indicateurs de pression

L'analyse des différentes formes de pression montre que pour l'ensemble des indicateurs, les fréquences sont plus élevées au niveau des camps des réfugiés qu'au niveau des villages autochtones. Ce même résultat montre que les premières auréoles, notamment proches des villages et des camps de réfugiés sont les plus affectées. En effet, dans la première auréole, 25,3% des arbres sont totalement coupés contre 1,4% au niveau des villages autochtones. Au niveau de ceux-ci en effet, aucun arbre partiellement coupé n'a été observé (Tableau 3). L'analyse des fréquences de l'émondage au niveau des camps de réfugiés montre que 24,09% des arbres sont émondés à des taux compris entre 25 et 75% de leur houppier dans la première auréole. Dans la même auréole, plus de 20,4% des arbres sont émondés à plus de 75% de leur houppier, alors qu'au niveau des villages autochtones aucun arbre n'a été observé dans cette classe.

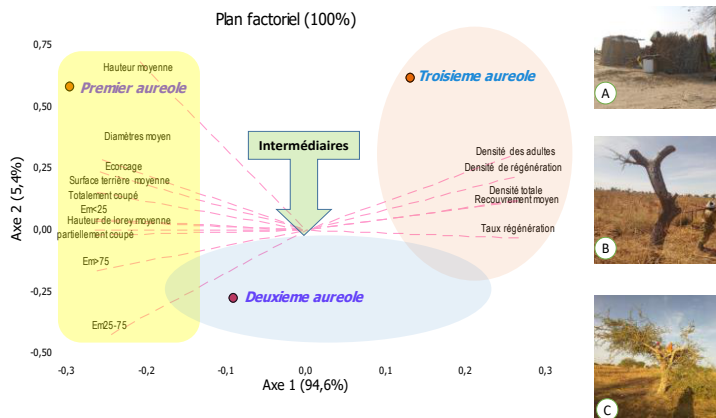
**Tableau 3.** Intensité de pression sur les espèces ligneuses

Niveaux	Intensité des coupes (%)		Émondage (%)			Écorçage (%)
	Totalement	Partiellement	<25	25-75	>75	
Camps des réfugiés						
Auréole 1	25,3	13,6	10,5	24,09	20,4	13,6
Auréole 2	11,4	9,1	8,5	18,4	16,09	2,3
Auréole 3	1,7	2,6	3,3	10,4	11,4	0
Villages autochtones						
Auréole 1	1,4	0	2,9	2,5	0	0,4
Auréole 2	0,1	0	2,08	2,2	0	0,1
Auréole 3	0	0	1,5	0,8	0	0

### Analyse du gradient de pression

Les paramètres dendrométriques calculés et les variables mesurées en fonction des différentes auréoles ont été soumis à une Analyse en composantes principales (ACP). Les résultats de l'analyse montrent que le premier axe concentre 94,6% des variances totales (Figure 4). L'observation du plan factoriel montre que cet axe constitue le gradient de pression. De la première auréole à la troisième, l'intensité de pression augmente. Dans la première auréole, les peuplements ligneux sont dominés par des individus âgés avec des valeurs élevées de la hauteur et du diamètre. Les facteurs de pression, notamment l'écorçage, l'émondage et la coupe de toutes intensités sont observés sur les arbres de la première auréole, proche des camps de réfugiés.

On constate que la densité des adultes, la densité de la régénération, le taux de recouvrement et le taux de régénération sont plus élevés au niveau de la troisième auréole. La deuxième auréole présente des caractéristiques intermédiaires.



**Figure 4.** Répartition des paramètres dendrométriques suivant les auréoles. A : Maison des réfugiés ; B : Arbre d’*Acacia tortilis* coupé ; C : Arbre de *Balanites aegyptiaca* émondé.

### Distribution des espèces ligneuses

L’analyse de la distribution des espèces ligneuses suivant les auréoles montre qu’au niveau global, *Acacia tortilis* est l’espèce la plus dense avec 12 tiges par ha, suivie de l’espèce *Balanites aegyptiaca* avec 8,3 tiges par ha. La densité totale de la zone est de 34,7 tiges par ha. L’analyse du tableau 4 montre qu’à l’échelle des auréoles, la densité totale augmente de la première à la troisième auréole. Elle est de 18 tiges par ha au niveau de la première, de 24 tiges par ha au niveau de la deuxième et de 62 tiges par ha au niveau de la troisième c’est-à-dire loin des camps. Concernant les espèces, il est noté que seule *Acacia tortilis* est présente dans toutes les auréoles. Par contre, *Maerua crassifolia*, *Boscia senegalensis* et *Salvadora persica* ont disparu de la première auréole. *Hyphaene thebaica* et *Prosopis juliflora* disparues de la première et de la deuxième auréole, sont observées au niveau de la troisième auréole, c’est-à-dire loin des camps et des villages (Tableau 4).

**Tableau 4.** Distribution des espèces ligneuses suivant les auréoles

Espèces	1 <sup>ère</sup> auréole		2 <sup>e</sup> auréole		3 <sup>e</sup> auréole		Globale	
	Densité (tiges/ha)	%	Densité (tiges/ha)	%	Densité (tiges/ha)	%	Densité (tiges/ha)	%
<i>Acacia tortilis</i>	6	25	12	50	18	29	12,0	38,9
<i>Balanites aegyptiaca</i>	6	50	-	-	19	30,6	8,3	28,7
<i>Maerua crassifolia</i>	-	-	5	20,8	13	21	6,0	13
<i>Boscia senegalensis</i>	-	-	5	20,8	7	11,3	4,0	7,4
<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	4	16,7	-	-	-	-	1,3	3,7

<i>Acacia senegal</i>	1	4,2	1	4,2	-	-	0,7	1,9
<i>Salvadora persica</i>	-	-	1	4,2	1	1,6	0,7	1,9
<i>Hyphaene thebaica</i>	-	-	-	-	2	3,2	0,7	1,9
<i>Prosopis juliflora</i>	-	-	-	-	2	3,2	0,7	1,9
<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	4,2	-	-	-	-	0,3	0,9
Total	18	100	24	100	62	100	34,7	100

### Dynamique de l’occupation des sols de la commune de Chétimari

La carte d’occupation du sol en 2002 et 2017 de la commune rurale de Chétimari montre que l’espace communal présente sept (7) unités physiographiques (Figure 5 et 6) composées de sol nu, sol sableux nu, steppe arbustive intacte, steppe arbustive dégradée, de la forêt galerie, du cordon ripicole et zone de culture. L’analyse de l’évolution de l’occupation des sols de la commune de Chétimari dans la période de l’étude montre une réduction des superficies de la steppe arborée. Celle-ci est passée de 59,3% (79758,5 ha) en 2002 à 19,5% (26227,5 ha) en 2017, soit une réduction de 40,28% (54176,6 ha). De même, les cordons ripicoles et les galeries forestières ont connu une réduction de 3,25% (4371,2 ha) de leur superficie. Par ailleurs, des augmentations des superficies sont aussi enregistrées dans d’autres strates tels que 17,32% (23295,4 ha) pour les steppes arborées dégradées, 9,73% (13086,8 ha) pour les sols nus et 0,88% (1183,6 ha) pour les zones de culture.

#### Dynamique paysagère de la Commune de Chétimari entre 2002 et 2017

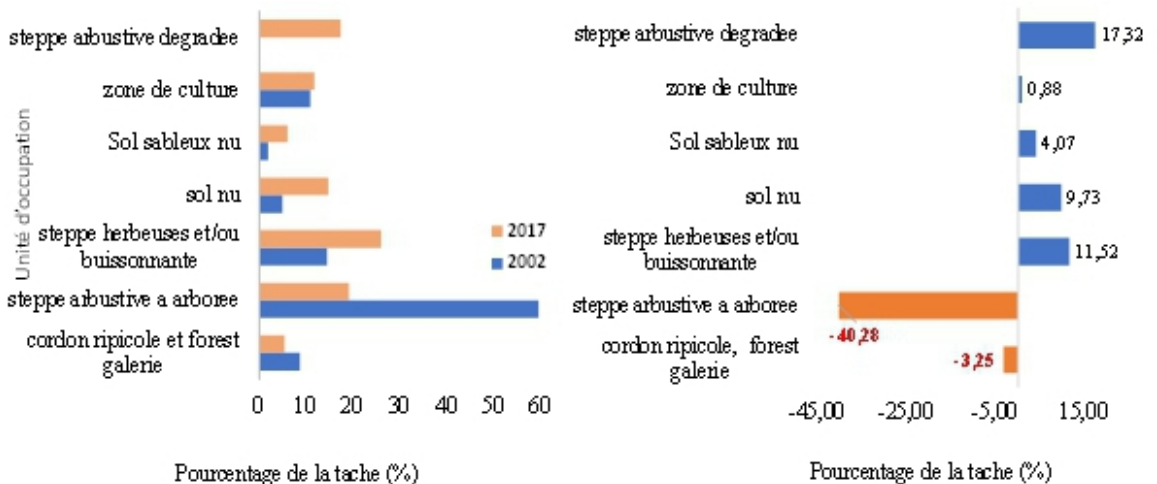
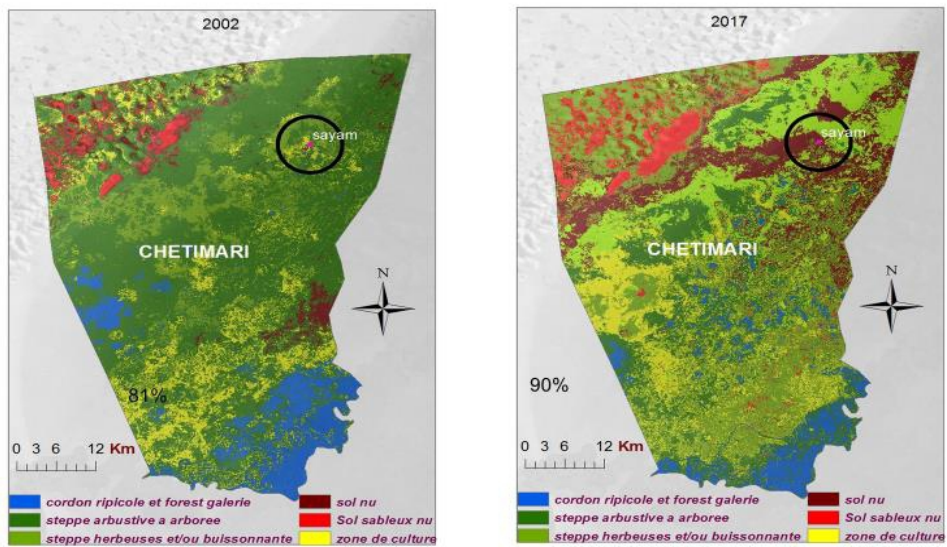


Figure 5. Dynamique de l’occupation des sols de la commune de Chétimari

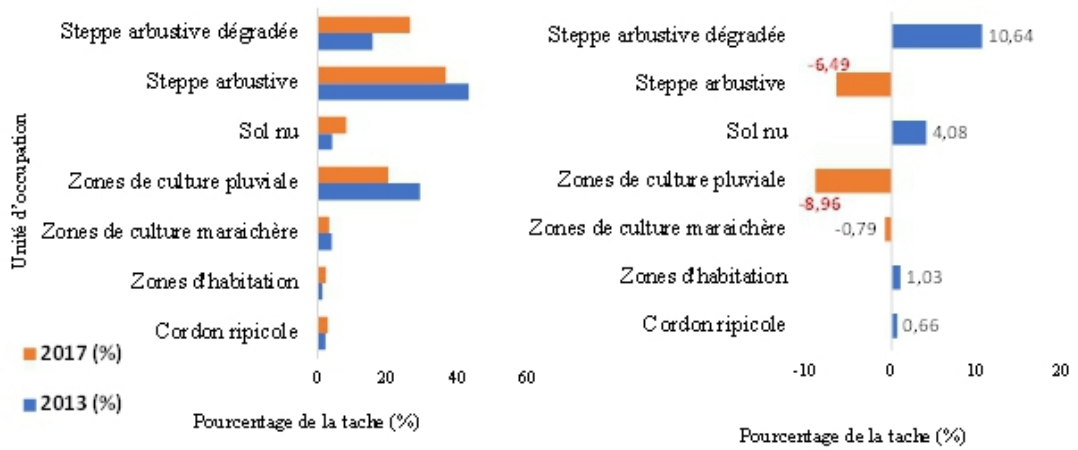


**Figure 6.** Cartes d’occupation des sols de la commune de Chétimari en 2002 et 2017

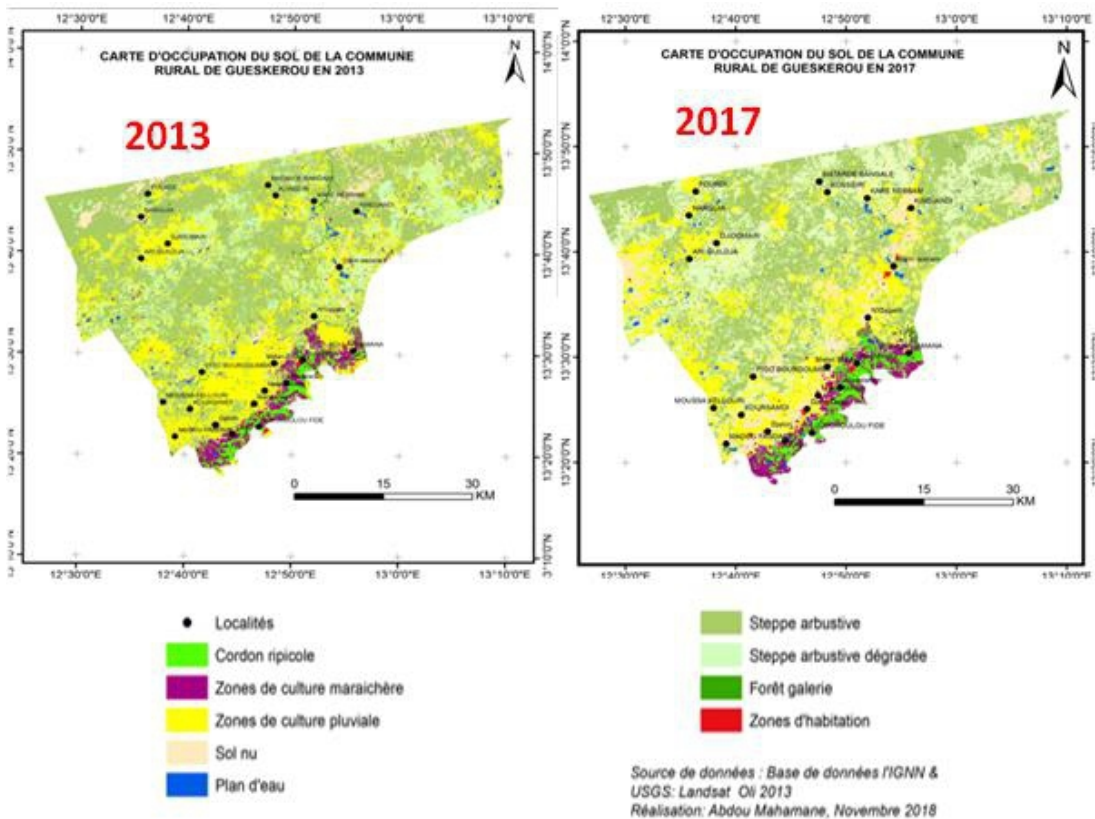
### **Dynamique de l’occupation des sols de la commune de Gueskérou**

La carte d’occupation du sol en 2013 et en 2017 de la Commune rurale de Gueskérou montre que l’espace communal présente neuf (9) unités physiographiques (figure 7 et 8) composé de zone de culture pluviale, de sol nu, de steppe arbustive, de steppe arbustive dégradée, de zones d’habitation, de zones de culture maraichère de la forêt galerie, du cordon ripicole et du plan d’eau. L’analyse de la dynamique de l’occupation des sols de la commune de Geskérou montre une diminution de la steppe arbustive. Ces superficies évaluées à 42,8% (84358,8 ha) en 2013 ont passé à 36,4% (71744,4 ha) en 2017 soit une réduction de 6,49% (12791,7ha). La steppe arbustive dégradée qui était de 15,6% (30747,6 ha) en 2013 a passé à 26,2% (51640,2 ha) en 2017 soit une augmentation de 10,6%. (20892,6 ha) Les steppes arbustives et les zones de cultures ont connu une réduction entre 2013 et 2017. Les sols nus qui étaient de 4,1% (8081,1 ha) en 2013 ont passé à 8,09% (15945,3 ha) en 2017 soit une augmentation de 4,08% (8041,6 ha).

**Dynamique paysagère de la Commune de Gueskérou entre 2013 et 2017**



**Figure 7.** Dynamique de l'occupation des sols de la commune de Gueskérou



**Figure 8.** Carte de la dynamique de l'occupation des sols en 2013 et 2017 de la commune de Gueskérou

## Discussion

### Diversité et importance sociale des ressources ligneuses

Les espèces ligneuses jouent des rôles très importants dans la vie des populations de la zone d'étude. Elles assurent de multiples et divers usages pour la survie des populations particulièrement en zones rurales (Laminou *et al.*, 2017 ; Rabiou *et al.*, 2017). Les auteurs (Hiernaux et al. 2009) ont évoqué un certain nombre d'usages parmi lesquels on peut citer l'alimentation humaine, bois énergie, le bois de service, les plantes médicinales, le fourrage vert et des rôles écologiques importants comme l'atténuation des changements climatiques et la fertilisation des sols. De plus, Hamidou *et al.* (2013) ont montré que la production du bois est l'un des rôles importants attribué aux végétaux ligneux qui motive les paysans à entretenir les arbres dans leurs champs (Hamidou *et al.*, 2013).

Suite à la crise de Boko Haram, les sites des réfugiés de la commune de Gueskéroù ayant fait l'objet de la présente étude ont accueilli 42 368 personnes déplacées soit plus de 50% de la population autochtone (UNHCR, 2017). En s'installant, ces déplacés ont eu besoin de fourches, de traverses et de piliers pour la construction de leurs abris. Faute d'appui des œuvres humanitaires dans ce domaine, les réfugiés, sans aucune connaissance des méthodes de sélection, ont fait recours à la coupe anarchique du bois vert issu du maigre potentiel ligneux déjà fragilisé par les facteurs climatiques (Diallo, 2015). Dans le cadre de la présente étude huit (8) espèces ont été recensées dans la commune de Gueskéroù comme étant les espèces les plus exploitées. Il s'agit de *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal*, *Acacia tortilis*, *Hyphaena thebaica*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Prosopis juliflora* et *Ziziphus mauritiana*. L'exploitation et le prélèvement portent essentiellement sur les tiges mais aussi les racines pour les arbres. Les parties prélevées sont utilisées dans la confection des outils aratoires notamment les manches pour la hilaire, la houe pour les travaux champêtres. Ces produits font d'ailleurs l'objet de vente sur les camps des réfugiés et constituent une source complémentaire de revenus. Plusieurs auteurs au Niger ou dans la sous-région ont montré l'importance de ces plantes dans la vie socioéconomique des population (Douma, 2008 ; Rabiou *et al.*, 2017 ; Halimatou, 2010 ; Mahamane *et al.*, 2009 ; Saidou *et al.*, 2015).

L'amélioration de la fertilité des sols constitue un apport des arbres dans les champs et cela guide les cultivateurs dans le choix des espèces à gérer. Les cultivateurs reconnaissent que certaines espèces ligneuses améliorent la fertilité des sols (Sofiani, 2016). C'est ainsi que dans les deux sites, les espèces maintenues dans les champs pour assurer ce rôle de fertilisation sont : *Faidherbia albida* et *Balanites aegyptiaca*. Les populations ont recours aux plantes médicinales en raison de la très faible couverture sanitaire en zones rurales au Niger (Idi-Ounani, 2013), particulièrement dans la vallée du Lac

Tchad (AFD, 2018). Elles sont exploitées par écorçage, arrachage des feuilles et par déracinement. L'exploitation des organes touche l'écrasante majorité des espèces. Parmi les espèces les plus exploitées on peut citer *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal*, *Ziziphus mauritiana*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Faidherbia albida* et *Acacia nilotica* (Douma, 2008).

Les arbres occupent une place importante dans la stratégie de l'amélioration de la sécurité alimentaire. Le recours aux produits forestiers non ligneux, notamment les feuilles et les fruits, s'observe le plus souvent pendant les périodes de soudure alimentaire correspondant à l'approche de la saison des pluies où l'exploitation devient plus intense (Douma, 2008 ; Rabiou *et al.*, 2014). Dans les deux communes ayant fait l'objet de la présente étude et dans toute la vallée du Lac Tchad au Niger, les espèces utilisées dans l'alimentation humaine sont *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Maerua crassifolia*, *Boscia senegalensis*, *Acacia senegal*. Les espèces ligneuses les plus utilisées comme fourrage sont *Acacia tortilis*, *Faidherbia albida*, *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Acacia senegal*. L'utilisation de ces espèces comme plantes fourragères a été signalée par plusieurs auteurs. On peut citer les travaux de Ndong *et al.* (2015) et Sarr *et al.* (2013) dans le sahel du Sénégal et les travaux de Silue *et al.* (2014) au nord de la Côte d'Ivoire.

Selon plus de 98% de personnes (autochtones) enquêtées, l'arrivée massive des personnes déplacées ou réfugiées a eu un impact très négatif sur l'état des peuplements ligneux notamment les parcs agro-forestiers, les parcours pastoraux et les champs de cultures. L'installation des camps des réfugiés de Boudouri et de Maina Kaderi a privé certaines personnes de leurs terres de cultures (UNHCR, 2017). Pourtant, les principales activités sources de revenus des ménages dans la zone d'étude sont l'agriculture, l'élevage, le petit commerce et autres. En effet, l'installation a privé certaines personnes (autochtones) de leurs champs. En plus, la totalité des champs cultivés par les réfugiés ou déplacés est soit empruntée soit des jachères ou des parcours pastoraux. Ceci a augmenté la pression sur les champs de cultures entraînant la régression des superficies cultivées, le raccourcissement des périodes de jachère et diminution des espaces pastoraux exacerbant ainsi les conflits entre éleveurs et agriculteurs. Cette situation a aussi contraint les éleveurs à exercer plus de pression sur les espèces ligneuses à travers l'émondage sévère pour combler le déficit fourrager. S'agissant de parcs agroforestiers, les arbres sont victimes des coupes abusives malgré la mise en défens et le suivi régulier des agents de service de l'environnement (MESU/DD, 2014). Les arbres sont coupés et écorcés nuitamment afin de contourner la vigilance des propriétaires des champs et au mépris des lois régissant l'exploitation des ressources forestières. Quant à la densité des ligneux, il a été affirmé à l'unanimité (autochtones et réfugiés) que la strate ligneuse de la zone était très dense avant



l'arrivée des réfugiés. Actuellement, suite à la pression on constate l'apparition des sols nus exposés ainsi à l'érosion. Les raisons principales avancées par les réfugiés pour justifier cette forte exploitation est la précarité de leur situation économique qui les a contraint à abattre les arbres principalement pour la construction d'abris et bois énergie qui est la principale source d'énergie de foyers même chez les autochtones. Les espèces les plus abattues sont les *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis*, *Boscia senegalensis* et *Acacia senegal* du fait de leur abondance (soient 266,4 pour 300 en termes de IVI pour les 4 espèces). Ces dernières espèces sont menacées face à la pression climatique et anthropique en cours qui ne cesse de s'amplifier ainsi que l'ont observé d'autres auteurs (MHA, 2012 et 2017). Le besoin continu en terres cultivables et le déboisement continu ont sensiblement changé le paysage au cours des dernières années, avec une forte régression en nombre d'espèces ligneuses, même si l'impact précis de l'arrivée des réfugiés est encore difficilement estimable compte tenu notamment de l'insuffisance de données existantes avant leur arrivée (Morou *et al.*, 2016 ; OXFAM, 2016).

### **Impact de l'exploitation sur les ressources ligneuses**

Globalement les paramètres dendrométriques tels que les densités, le recouvrement, la surface terrière, le diamètre moyen, la hauteur moyenne, et la hauteur de Lorey sont relativement très faibles par rapport aux résultats rapportés par plusieurs études en zone sahélienne (Mamadou, 2016 ; Hamidou *et al.*, 2013 ; Saidou *et al.*, 2015 ; Idi-Ounani, 2013). Les caractéristiques dendrométriques varient significativement d'un site à un autre et d'une auréole à une autre. Cette différence pourrait être due au nombre important des déplacés qu'accueillent les camps de réfugiés des communes de Chétimari et Gueskérou. Il est évident qu'une forte densité de population associée à la fragilité écologique des écosystèmes où s'installent les réfugiés est un des facteurs primordiaux de risques de dégradation de l'environnement (Richard, 1998).

L'analyse des caractéristiques dendrométriques révèle des différences significatives suivant les auréoles pour la plupart des paramètres (les densités, taux de régénération et le recouvrement). Ces paramètres sont très faibles dans la première auréole (18 arbres à l'hectare), moyens dans la deuxième auréole (24 arbres à l'hectare) et très élevés dans la troisième auréole (62 arbres à l'hectares). Ce qui traduit la forte pression exercée sur les ressources ligneuses dans les environnements immédiats des sites. Il ressort de l'observation faite sur les individus que la totalité des arbres dans la première auréole du site de Boudouri et celle du site de Maina Kaderi sont victimes au moins en partie, d'une des pressions (émondage, coupe, écorçage). Parmi ces pressions, les plus fréquentes sont l'émondage à plus de 50% de houppier suivies, des coupes (totales et partielles) et enfin l'écorçage. Cette dernière pression est très

insignifiante (5%) dans la première auréole du village de Malam Gamari. Cet écart important de l'intensité des pressions entre les camps de réfugiés et les villages autochtones, et les différentes auréoles pourrait s'expliquer par l'abattage incontrôlé d'arbres pour le bois de chauffe ou pour des fins de construction d'abris et de vente. Cet état de fait a été décrié dans plusieurs rapports internationaux (UNHCR, 2013 et 2017 ; Richard, 1998) au Tchad, au Rwanda, au Kenya, au Congo et au Burundi. Selon le Programme alimentaire mondial (PAM) cité par Richard (1998), l'impact potentiel des réfugiés sur les environnements locaux est énorme, tout particulièrement le déboisement autour des installations de réfugiés au Pakistan et au Malawi. Ces résultats confirment le récent rapport de UNHCR (2017) dans la région de Diffa sur l'audit environnemental et social qui fait état de coupe abusive de bois par les déplacés (refugiés, déplacés, retournés).

### **Impact de l'exploitation des ressources ligneuses sur la dynamique paysagère**

L'évaluation de la dynamique de l'occupation du sol de la commune rurale de Gueskéro met en exergue des changements au niveau de chacune des unités d'occupation retenues. Dans cette période de 4 ans (2013-2017) correspondant aux périodes d'occupation des espaces par les réfugiés fuyant les exactions de Boko Haram dans le lit du Lac Tchad, on constate des tendances évolutives (gain au détriment d'un autre type d'occupation du sol) et régressives (perte de superficie au profit d'un autre type d'occupation du sol). Les principales tendances observées au niveau de cette Commune sont : une diminution des superficies de la steppe arbustive, de la forêt galerie, des zones des cultures pluviales et des cultures maraichères, une augmentation de la superficie des steppes arbustives dégradées, des sols nus, des zones d'habitation, de cordon ripicole. L'un des faits marquants des changements intervenus dans l'intervalle de quatre (4) ans, dans la commune de Gueskéro est la dégradation de la végétation naturelle. Cette transformation à l'échelle de 4 ans est la résultante des actions humaines telles que les activités de déboisement, du surpâturage consécutives à un accroissement fulgurant de la population de la commune qui a enregistré un flux massif des personnes déplacées et réfugiées. En effet, avec la crise de Boko Haram, l'effectif de la population est passé de 40 923 à 123 995 habitants de 2013 à 2017. Par ailleurs le déplacement de plusieurs villages riverains de la rivière Komadougou Yobé a entraîné l'abandon des champs qui a une répercussion sur la diminution des zones des cultures pluviales et irriguées. De plus, l'installation des personnes déplacées a contribué à l'agrandissement des villages d'accueil. Il en résulte une augmentation des aires d'habitation DREC/MR, 2017).

## Conclusion Et Suggestions

L'étude a permis de mettre en évidence la forte anthropisation sur les maigres ressources ligneuses de la région de Diffa au Niger imputable à l'installation des personnes déplacées et réfugiées victimes de la crise Boko Haram. Les principaux facteurs de pression sont essentiellement la collecte quotidienne de bois énergie, la production du charbon, la coupe du bois d'œuvres et de services, la cueillette des produits et organes des ligneux et l'exploitation du fourrage. Les effets de cette forte anthropisation sur les ressources ligneuses déjà affectées par la désertification se traduisent par la formation des auréoles de déforestation dont le rayon s'accroît chaque année, la perte de la diversité ligneuse, la conversion de l'occupation des sols, la formation des sols nus favorisant ainsi l'érosion éolienne et hydrique, une régression des superficies de la steppe arbustive et de la forêt galerie, une extension des steppes arbustives dégradées et la formation des dunes de sable. L'impact de l'installation des camps des réfugiés sur l'environnement constitue une préoccupation dans la région de Diffa, une région déjà affectée par la désertification et le changement climatique.

Au terme de cette étude nous formulons les suggestions suivantes en vue de protéger les écosystèmes de la région de Diffa. Il s'agit de : promouvoir des abris sans bois ; accentuer la distribution des bouteilles à gaz et sensibilisation sur leur mode d'emploi ; créer des points de recharge de bouteilles à gaz dans tous les sites ; organiser des activités de restauration des terres et plantation des arbres (reboisement) ; créer des activités génératrices de revenus à l'endroit des personnes déplacées et autochtones ; organiser des campagnes de sensibilisation sur la protection de l'environnement ; interdire les coupes abusives de bois.

## References:

1. Adamou L. O. et Adamou M. S., 2018. Impact de l'installation de camps de réfugiés sur les ressources ligneuses cas de la commune de Chétimari. *Mémoire de licence, Université de Diffa au Niger*, 52p.
2. AFD (Agence Française de Développement), 2018. Crise et développement : la Région du Lac Tchad à l'épreuve de Boko Haram, 294 p.
3. Congalton R.G., 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. *Remote Sens. Environ.* 37:35–46.
4. Diallo A., 2015. Impacts environnementaux des refuges autour des zones conflictuelles en Afrique de l'Ouest, Mémoire de Master de recherche, Option : gestion des ressources naturelles. Université Ouaga I, Burkina Faso, 85 p.

5. Douma S., 2008. Écologie de quatre espèces ligneuses de la Réserve Totale de faune de Tamou: indicateurs de gestion durable des ressources forestières, Mémoire de DEA, UAM, 89P.
6. DREC/MR (Direction Régionale de l'État Civil, des Migrations et Réfugiés), 2017. Rapport de recensement des réfugiés, déplacés et retournés dans la Région de Diffa, 25p.
7. Enaruvbe G.O.; Atedhor G.O., 2015. Spatial Analysis of Agricultural Landuse Change in Asaba, Southern Nigeria. *Ife Journal of Science*. 17(1):65-74.
8. FAO., 2012. Situation des forêts du monde. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture Rome, 66 p.
9. FAO, 1994. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (CGES). *Bulletin Pédologique de la FAO n°70*, 420p ;
10. Forkuo E.K.; Frimpong A., 2012. Analysis of Forest Cover Change Detection. *International Journal of Remote Sensing Applications*. 2(4):82-92.
11. Rabiou H., Bationo B. A., Kossi A., Adzo Dzifa K., Ali M., et Kouami K., 2017. Perception paysanne et importance socioculturelle et ethnobotanique de *Pterocarpus erinaceus* au Burkina Faso et au Niger. *Afrique Science 13(5) (2017) 43 – 60*.
12. Halimatou B., 2010. Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans les zones dégradées et reverdies au Sahel : cas du département de Mayahi mémoire Diplôme d'Etudes Approfondies en Biologie appliquée, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 14-18p.
13. Hamidou A., Boubé M., Rabiou H., Mahamane A., 2013. Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger : cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3(7) : 1048-1068.
14. Idi-Ounani H., 2013. Évaluation Des Ressources Forestières Et Leur Mode De Gestion Dans Le Terroir De Dan Saga (Aguié, Niger). Mémoire de master, Université d'Abomey Calavi, 89p.
15. Hiernaux P., Diarra L., Trichon V., Mougouin E., Soumaguel N., Baup F., 2009, Woody plant population dynamics in response to climate changes from 1984 to 2006 in Sahel (Gourma, Mali). *Journal of Hydrology*, 375 (1-2), 103-113.
16. INS, 2012. 4<sup>e</sup> recensement général de la population du Niger, 186p.
17. Kiari A. K., Ousmane Laminou M., Iro Dan G., Saley K., Rabiou H., Roger P., 2017. Diversité floristique et structure de la végétation dans

- la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa. *Journal of Applied Biosciences*, 120: 12053-12066.
18. Laminou M. O., Boubé M., Saley K., Oumarou Bachir G., Ali M. 2017. Usages Socioéconomiques Des Espèces Ligneuses Au Sahel: Cas De Guidan Roumdji Au Niger, *European Scientific Journal*, 26(13) 1857 – 7881.
  19. Maazou R., Rabiou H., Youssoufa I., Lawali., Sani IDI S., Mahamane A., 2017. Influence de l'occupation des terres sur la dynamique des communautés végétales en zone Sahélienne : cas de la commune rurale de Dantchandou (Niger), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(1): 79-92.
  20. Mahamane A., Saadou M., 2009. Méthode d'étude et d'analyse de la flore et végétation tropicale 25-32p.
  21. Mahamane A., Saadou M., Mohamed B. D., Karim S., Bakasso Y., Abdoulaye D., Morou B., Inoussa M. M., Idrissa S., Arzika T., 2009. Biodiversité végétale au Niger : État des connaissances actuelles. *Annale de l'Université de Lomé, Séries Sciences*, Tome XVIII : 81-93.
  22. Mahamane M., 2015. Assessing soil erosion risk in the Tillabery landscape Niger. *African Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 9(3) : 176-191.
  23. Mahamane M., Hochschild V., Schultz A., Kuma J., 2015. Monitoring Desertification in the Tillabery Landscape (Sahel Region) using Change Detection Methods and Landscape Metrics, *International Journal of Applied Research*, Vol. 1(10) : 315-321 :
  24. Mamadou M., 2016. Étude des incidences de déplacement des populations fuyant les exactions de Boko-Haram sur les composantes environnementales et agricoles dans la Région de Diffa : Cas des sites de Boudouri et Maina-kaderi dans la commune rurale de Chétimari mémoire de master, Université de Diffa, 69 p.
  25. Manandhar R.; Odeh, I. O. A.; Ancev T., 2009. Improving the Accuracy of Land Use and Land Cover Classification of Landsat Data Using Post-Classification Enhancement. *Remote Sens.*1:330-344; DOI:10.3390/rs1030330.
  26. MESU/DD (Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine et du Développement Durable), 2014. Cadre Stratégique de la Gestion Durable des Terres au Niger (CS-GDT) et son plan d'investissement 2015-2029, 100p.
  27. MHA (Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement), 2012. Plan Forestier National (PFN)-Niger 2012-2021, 98p.
  28. MHA (Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement), 2017. Plan Local Eau et Assainissement (PLEA) de la Commune de Gueskerou, 66 p.

29. Morou B, Amadou OA, Sitou I, Ali., 2016. Ressources forestières ligneuses : diversité et usages dans le terroir villageois de Dan Saga. 13p.
30. Ndong A. T., Ndiaye O., Ngom Faye M., Galop D. et Guissé A., 2015. Espèces ligneuses du Ferlo-Nord, Sénégal : état actuel et usage. Les Cahiers d'Outre-Mer, 271 : 285-462.
31. OXFAM., 2016, EMMA (Analyse et cartographie des marchés en état d'urgence) modifiée et analyse de la protection. Les systèmes de marché des revenus du poisson fumé et du poivron rouge séché, Région de Diffa, Niger oriental, 46 p.
32. PDC (Plan de Développement Communal), 2010. Rapport de Commune Rurale de Gueskérou, 101p.
33. PDC (Programme d'Actions Communautaires), 2012. Commune Rurale De Chetimari. 48p.
34. Rabiou H., Inoussa Maman M., Bakasso Y., Diouf A., Mamoudou Moussa B., Mahamane A., Idi Saidou S., Saadou M., Anne Mette L., 2014. Structure de la population de *Boscia senegalensis* (Pers) Lam. Ex Poir suivant la toposéquence dans la commune de Simiri (Niger) Journal of Animal & Plant Sciences, 2014. 3(23) : 3657-3669.
35. Rabiou H., Maazou R., Soumana I., Moussa Mamoudou B., Issaharou-Matchi I., Mahamane A., 2017. Succession des communautés végétales des jachères protégées en zone sahélienne : cas de Banizoumbou (Niger) Journal of Applied Biosciences 111: 10944-10956.
36. Richard B., 1998. L'impact des réfugiés sur l'environnement écologique des pays d'accueil (Afrique subsaharienne) *Autrepart*, N° 7, p. 23-42.
37. Saadou M., 1990, La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse d'Etat, Université de Niamey, 395p.
38. Saidou O., Riccardo F., Hamani M., Alhassan Y : 2015. Diversité, structure et régénération de la végétation ligneuse de la Station Sahélienne Expérimentale de Toukounous, Niger Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(2): 910-926
39. Samaali H., 2011. Etude de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol dans le delta de Mejerda par télédétection et systèmes d'informations géographiques. Thèse du Doctorat en Géographie, Université de Tunis, Tunis(Tunisie), 390p .
40. Sarr O., Diatta S., Gueye M., Ndiaye P.M., Guisse A., Akpo L.E., 2013. Importance des ligneux fourragers dans un système agropastoral au Sénégal (Afrique de l'ouest). *Revue Méd. Vét.*, 1(164) : 2-8.
41. Silue N., Fofana J. I., Silue S., Diarrassouba N., Kouassi A. F. Et Kouakou K., 2014. Identification des especes ligneuses utilisees dans

- l'alimentation des Bovins dans la Region du Poro (nord de la Côte D'ivoire). *Agronomie Africaine*, 26 (3) : 217 – 229.
42. Sinsin B., 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki- Kalalé au Nord-Bénin. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université Libre de Bruxelles, Belgique, 390 pp.
  43. Sofiani S. D., 2016. Caractérisation fourragère du centre secondaire de multiplication de bétail de Fako (Nord-Dakoro/Niger) : capacité de charge, élaboration d'un plan d'aménagement et évaluation de son impact économique. Mémoire de Master, Université de Maradi, 45p.
  44. UICN/UNHCR, 2005. Gestion forestière en contexte d'accueil de réfugiés. Rapport d'activités, 55p.
  45. UNEP/FAO. 1994. Report of the UNEP/FAO Expert Meeting on Harmonizing Land Cover and Land Use Classifications. Geneva, 23-25 November 1993. GEMS Report Series, No. 25.
  46. Suleiman Y.M.; Saidu S.; Abdulrazaq S.A.; Hassan A.B. Abubakar, A.N., 2014. The Dynamics of Land Use Land Cover Change: Using Geospatial Techniques to Promote Sustainable Urban Development in Ilorin Metropolis, Nigeria. *Asian Review of Environmental and Earth Sciences*. 1(1), 8-15.
  47. UNHCR, 2013. Évaluation environnementale stratégique de l'installation des refuges maliens dans les provinces du seno, soum et oudalan (BURKINA FASO), 91p.
  48. UNHCR, REACH, 2017. Site de Boudouri, Commune de Chetimari, région de Diffa, Niger, rapport hebdomadaire, 2p.
  49. Youn L., 1985. A General Assessment of the Environmental Impact of Refugees in Somalia, with Attention to the Refugee Agricultural Programme, *Disasters*, 9 : 122-133.

## **Oil Crisis in the Niger Delta Region of Nigeria: Genesis and Extent**

***Tombari Bodo, PhD***

Department of Geography and Natural Resource Management,  
Faculty of Social Science, University of Uyo, Akwa Ibom State, Nigeria

***Batombari Gbidum Gimah, PhD Student***

Department of Environmental Adult Education, Faculty of Education,  
Ignatius Ajuru University of Education, Iwofe, Rivers State, Nigeria

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p141 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p141](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p141)

---

### **Abstract**

The people of Niger Delta have suffered several years of negligence and marginalism from the exploration of petroleum and distribution of its products by multinational oil companies and the government. This has necessitated attacks from the locals on government forces, oil workers, and oil installation sites as a means of expressing their grievances. The oil crisis in the region has led to the disruption of oil exploration and reduction of revenues accruing to the state from the sales of oil. These crises have led to the multiplication of several criminal vices that has turned the region into a state of disarray. The military and the militants are currently benefiting from the booming business of illegal bunkering, pipeline vandalism, and diversion of refined petroleum products running through the pipes from the refineries. This paper focuses on examining the history of oil exploration, origin, and consequences of the oil crisis in the Niger Delta, and how the government can put an end to this menace.

---

**Keywords:** Oil Crisis, Niger Delta Region, Exploration, Oil Companies, Petroleum, Militancy

### **Introduction**

Among the 20 major deltas in the world, the Niger Delta is ranked as one of the largest wetlands, Africa's largest delta, and possibly the richest in the world in terms of oil and gas reserves (Badmus, 2010; Fagbadebo & Akinola, 2010; Ogbonna & Ebimobowei, 2012). The oil industry is a blessing to the Nigerian economy and have contributed the lion share to the Gross Domestic Product (GDP) accounting for the bulk of Federal Government revenue and foreign exchange earnings since early 1970



(Nwoba & Abah, 2017; Bodo, 2018). The Oil and Gas sector is the mainstay of Nigeria's economy, contributing more than 90% of Nigeria's foreign exchange earnings and 83% of its GDP (Ogbeifun, 2014; Nwoba & Abah, 2017). Between 2000 to 2009, the price of crude oil rose from \$13 per barrel to a high rate of \$125 per barrel, thereby increasing the Nigeria's annual budget expenditure between the period under review from N470 billion to N2.676 trillion (Ogbonna & Ebimobowei, 2012). Within this same period, the total recurrent expenditure increased as a result of increase in salaries and expansion of government ministries and agencies (Ogbonna & Ebimobowei, 2012).

Multinational oil companies operating in the Niger Delta region of Nigeria has generated huge revenues for the Federal Government of Nigeria (FGN) through the taxes, royalties, and levies paid for the production and supply of energy running into billions of dollars (USD). It is already a known fact that Nigeria depends on the oil and gas industry for more than 90% of its export earnings and about 80% of government revenue (Ibori, 2009). The Shell Petroleum Development Company (SPDC) on their own part, through their operations in the onshore and shallow water, contributed about \$900 million (N272.72 billion) in taxes and royalties in 2018. On the other hand, the Shell Nigeria Exploration and Production Company (SNEPCo), which operates in the offshore deep water, contributed about \$800 million (N242.42 billion). In 2018 alone, Nigerian Liquefied Natural Gas (NLNG) paid approximately \$398 million (N120.61 billion) in income tax to the FGN (SPDC, 2019). Despite these huge returns into the government purse, the people of the Niger Delta still suffer from lack and want with other severe consequences (Akpan, 2014; Bodo, 2018; Bodo, 2019). Ironically, despite this tremendous natural resource endowments, the Niger Delta region houses one of the extreme situations of poverty and underdevelopment (Odalonu & Eronmhonsele, 2015). Consequently, the region is characterized by low Infrastructural development and an unemployment level of over 85% (Odalonu & Eronmhonsele, 2015). For a region that accounts for over 80% of Nigeria's oil production with over 600 oil fields, 5,284 oil wells, 10 oil and gas export terminals, 275 flow stations, 10 gas plants and massive liquefied natural gas (Ibaba, 2009; Aghedo, 2011 Odalonu & Eronmhonsele, 2015), basic social amenities are said to very limited, falling below the national average in all measures or indicators of development (Ibaba, 2005; Ejovi, Ebie, & Akpokighe, 2014; Odalonu & Eronmhonsele, 2015).

Oil disputes between Cross River State and Akwa Ibom State, Rivers State and Akwa Ibom State, and Rivers State and Bayelsa State over ownership of oil blocks resulted to violence and conflicts between the host communities within the oil blocks in these states (Akpan, 2014). Several

lives have been lost on the part of the stakeholders (Multinational oil operators, government, host communities) as there had been cases of missing military officers that were assigned on a special assignment in the region; oil company workers had been kidnapped and killed on many occasions; and many oil facilities has been shut down permanently in Ogoniland at the expense of the government (Akinola, 2008; Akinbi, 2012). The host communities in the Niger Delta has the lion share of these losses: the killing of more than 2,500 persons in Odi community in Bayelsa State on the 20<sup>th</sup> of November, 1999, by the Nigerian military; the killing of four prominent Ogoni leaders by the locals, and the subsequent illegal trial and execution of Ken Saro Wiwa and eight other Ogoni sons by the military government (Osaghe, 1995; Nannen, 1995; Rafiu, 2008).

Thereafter, there were declarations of independent kingdoms by different aggrieved parties and societies, which were presumed to be separate and distinct from Nigeria (Aghalino, 2001). Subsequently the formation of different angry militant groups followed (Akinbi, 2012; Aghalino, 2012). These militant groups used different approaches to draw the attention of the multinational companies and government to their plights. From 2006 to 2009, all hell broke loose in the region and beyond as over 90 billion naira was amassed by these militants through payment of ransom from the kidnapped victims, with other vices like illegal bunkering and vandalism of pipeline that were being perpetrated (Ukelegbe, 2006; Akinbi, 2012; Bodo,2019).

This paper reviews the genesis of oil crisis, the extent of the crisis, and the possible solutions in the Niger Delta region of Nigeria.

### **The History Of Oil Exploration In Nigeria**

The beginning of colonial rule in Nigeria coincided with the expansion of oil exploration in most countries of the world. There was high demand for oil and other lubricants due to the development of the combustion engine in the 1890's (Udosen, Etok & George, 2009). At the same time, there was increased need for military ships to protect the island following World War I (Collins, 2018). The British government decided to explore their colonies for oil resources to meet up the demands back home. Nigeria, being one of those colonies, was explored first for bitumen, coal, and finally oil (Udosen et al., 2009). Oil exploration and exploitation in Nigeria is believed to have started far back 1903 with the British Mineral Survey Company (World Bank, 2000; Collins, 2018). Much later, around 1908, the German surveyors of the Nigerian Bitumen Corporation began prospecting for Tar Sand deposit in Araromi in the present Ondo State (Udosen, Etok & George, 2019; Aniefiok et al.,2013).

By 1914, the British government passed the first mineral oil

ordinance that was controlled solely by them as they excluded non British subjects from having right of oil exploration in Nigeria (Aniefiok, 2013; Collin, 2018). However, these pioneering efforts ended with the outbreak of the World War I in 1914. After several years later, petroleum exploration began again in 1938, when Shell D’Arcy (a consortium of Iranian Oil Company that later became British Petroleum and Royal Dutch Shell) was granted a sole ownership right over the whole country (Aniefiok et al., 2013; Udosen et al., 2009). Again, the World War II that started between 1939 to 1945 terminated the oil exploration activities by Shell D’Arcy. Oil exploration in the Nigeria’s Niger Delta resumed in 1946 after World War II with several exploratory wells as the search for oil persisted. After years of continuous search with a reported investment of over \$30 million spent by SPDC, the first recorded commercial quantity of petroleum was discovered at Oloibiri and Afam oil fields in the Niger Delta in 1956 (Udosen et al., 2009; Bodo, 2019).

There were reports that SPDC was successful in oil discovery in other settlements like Bomu oil field in Ogoniland. However, such findings were only reported at a later date in 1958 (Aniefiok et al., 2013; Bodo, 2019). The giant Bomu oil field was reported as having an estimated ultimate recovery (EUR) of 0.311 billion of barrels (BB) of oil and a total of 0.608 billion of barrels of oil equivalent (BBOE) including gas, making this oil field a massive treasure to the operating company (SPDC) and the Nigerian government (Vassiliou, 2009; Aniefiok, et al., 2013). Mobil Producing (Nigeria) Ltd, a subsidiary of American Socony– Mobil Oil Company, was also at the background working their way into Nigeria. Thus, they obtained license to explore for oil and began operations in Nigeria in 1955 under the name Mobil Exploration Nigeria Incorporated which was later incorporated as Mobil Producing Nigeria on June 16, 1969 (Aniefiok et al., 2013). In 1958, SPDC started oil production and export from the Oloibiri field in Rivers State (presently in Bayelsa State) at the rate of 5,100 barrels per day and about 10,500 barrels the following year (Udosen, et al., 2009).

By 1960, the petroleum sector was beginning to gain weight in transforming the Nigerian economy and the dominant source of revenue (which was agriculture) began to lose relevant, as government was focused on expanding the oil and gas sector (Adomakai & Sheate, 2004). As a result, the Nigerian government abandoned other sources of revenues (like agriculture, manufacturing, creative arts and entrepreneurship) that was already giving the country recognition overseas (Adomakai & Shaete, 2004). It was not a surprise that immediately this policy was introduced, other multinational oil and gas companies started coming to Nigeria to do business and make as much profit as possible why the offer lasted. In

addition, non-British firms were also granted license to explore oil (Aniefiok, et al., 2013; Bodo, 2019). Subsequently, Mobil came in 1955, Texaco Overseas Nigeria Petroleum Company Unlimited in 1961, Amoseas in 1961, Gulf Oil Company in 1961 (now Chevron), Société Africaine des Pétroles (SAFRAP) in 1962 (which later became Elf Nigeria Limited in 1974), Tennessee Nigeria Limited (Tenneco) in 1962, Azienda Generale Italiana Petroli (AGIP) in 1962, ENI in 1964, Philips Oil Company in 1964, and Pan Ocean Oil Corporation in 1972 (Poindexter, et al., 2008; Udosen et al., 2009; Aniefiok, et al., 2013). These multinational oil and gas companies within few years in Nigeria's oil business became richer than some countries in the world today. They grew from small start-up companies to oil giants in the world today. Thus, they recorded remarkable successes in oil and gas exploration and production in both onshore and offshore fields in the Niger Delta (Doyle et al., 2008; Obaje, 2009; Aniefiok et al., 2013). For example, in 1984, Nigerian Agip Oil Company started its operations in Ibocha-Obiafu axis of Ogba-Egbema-Ndoni Local Government Area of Rivers State. Currently, they (AGIP Oil Company) have built the largest gas plant in the entire West Africa in Omoku and have spread almost to the entire Niger Delta region of the South-South. One thing is clear for all to see, oil business in Nigeria is good for the multinational oil and gas companies, as their stations where company machines and staffs resides, have been transformed into *little heavens on earth* (Bodo, 2019; Bodo & David, 2018; Bodo,2018).

As oil exploration progressed in Nigeria, the Nigeria Government became aware that they were outsmarted in the oil business and decided to create the Department of Petroleum Resources (DPR) Inspectorate in 1970. Later on, Nigeria joined the Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC) in 1971 (Aniefiok, et al., 2013). The first national oil company, the Nigerian National Oil Corporation (NNOC), was created in 1971 and it later became the Nigerian National Petroleum Corporation (NNPC) in 1977 (Aniefiok, et al., 2013). The Federal Government of Nigeria went on to take control of the country's petroleum industry by nationalizing BP's holding completely in 1979, and Shell-BP became Shell Petroleum Development Company of Nigeria (SPDC) in the same period (Aniefiok et al., 2013). Also, SPDC was in-charge of producing about 39 per cent of the nation's oil and remains the major producer in the Nigeria's petroleum industry (Obaje, 2019; Bodo, 2019). In January 1979, Nigeria attained its all-time peak in petroleum production at the rate of 2.44 million barrels per day, with millions of dollars going into the government accounts daily from oil sales (Udosen, et al., 2009; Bodo,2019).

The Niger Delta region is truly blessed and it is reported to have 31 giant oil and gas fields. This is with an estimated ultimate recoverable oil of

more than 500 million barrels that produces in excess of 1 million barrels a day (Obaje, 2009; Pearson, 1970). Vassiliou (2009) reported that 17 of the giant oil and gas production fields are located offshore and some of them include Bomu (which is cited in Kegbara Dere in Gokana in Rivers State), Oso, Ubit, Assan, Meren, Abo, Bonga, Bonga Southwest and Agbami, etc. (Obaje, 2009; Genova,2007).

The Niger Delta oil is not only very important for the survival of the Nigeria state but also to other nations of the world (Asuni, 2009). The hike in oil prices at the gas stations around the world by January, 2006, was a clear indication that the activities of militant groups in the region have affected international oil supplies (Asuni, 2009). By 2008, the cost of oil was \$147 per barrel, at a time when oil production in the Niger Delta was down by a quarter (Asuni,2009).

### **Genesis Of The Crisis In The Niger Delta Region Of Nigeria**

Ever since oil was discovered and reported officially in Nigeria in 1956, it has been a source of strife and violence (Vangham, 2011). The crisis in the Niger Delta region did not start today. Even before Nigeria was officially incorporated into the British Empire in 1900, the Niger Delta has a long history of clashes and external commercial activities with the outside world primarily through the palm oil and export of slaves before the British banned the slave trade (Udosen et al., 2009; Francis, Lapin & Rossiasco, 2011). The Niger Delta people are majorly into agriculture even before the British colonialism. Palm oil from the region was exported in exchange for the importation of manufactured goods. Port Harcourt Port in the Niger Delta supported active trading, importation, and exportation of goods during this period. Yet the major ethnic groups profited above the minor groups within the Niger Delta. Also, the British government during the colonial era failed to address the neglect of the minority ethnic groups and that has persisted even after the Nigerian independence in 1960 (Frederick et al., 2013).

According to history, the Royal Niger Company was in-charge of business in the Niger Delta region (Aniefiok et al., 2013). This company monopolised governance and trade of the region, and they were very hostile within the period of its exploitative practices that resulted in an attack on its headquarters in Akassa by the king of Brass in 1895 (Udosen, Etok & George, 2009). The Royal Niger Company later sold all its asset and areas of dominance to the British Government in 1900 (Aniefiok et al., 2013). The people in the Niger delta region of Niger Delta (that was later called the Oil Rivers Protectorate, and then incorporated into the Southern Protectorate that was amalgamated in 1914 into a unified Nigeria) had always agitated against the unfair treated meted to them (Udosen et al.,

2009). The people of Niger Delta have always been outspoken against all forms of marginalisation and ill treatments. For as far back as 1929, the women of Aba were provoked by rumours of a new income tax and came into direct and violent confrontation with the police. As a result, more than fifty women were killed in the riots (Bodo & David, 2018; Francis et al., 2011; ICG,2006).

The ethnic minorities of the Niger Delta began to express their concerns even during the transition to independence in the 1950s; however, the first major episode of militancy in the Niger Delta occurred in February 1966, when Isaac Boro (Ijaw born in Oloibiri), a leader of the Niger Delta Volunteer Force (NDVF), declared the independence of the Niger Delta People's Republic, which consisted of the present day Rivers and Bayelsa States. Thus, he called the multinational oil companies to negotiate directly with his government (Udosen et al., 2009). After Boro's failed attempt in liberating his people, the Niger Delta became increasingly marginalized from the political and economic systems with the progressive degradation of the environment due to unsustainable oil exploitation and impoverishment. This increased the minorities' feelings of frustration against the federal government (Ebeku, 2001; Bodo, 2018; Bodo, 2019; Udosen et al., 2009).

By 1979, the Federal Government of Nigeria (FGN) had established the oil deposits as a national asset ensuring that everywhere oil exploitation is operational, is solely government property and business depriving the host communities any form of ownership and control (Asuni, 2009). This kind of arrangement in the 1990s had left the people of Niger Delta abandoned, leaving the development of the region in the hands of strangers (the operating oil companies) at an era when Corporate Social Responsibility (CSR) was not part of their operation (Asuni, 2009). In this same period, a tribe (the Ogonis) in the Niger Delta was on the verge of extinction by the operations of SPDC on their land. Luckily, a bold knowledgeable leader (Ken Saro Wiwa) emerged among them to save his people from their certain doom (Bodo, 2019). The level of awareness of the local communities in the Niger Delta based on the benefits accruing from oil to the FGN and SPDC has necessitated several attempts of bribery of willing individuals from the region to sabotage the Ogoni struggle for fairness and justice (Bodo, 2018; Bodo,2019). In the 1990s, Ken Saro-Wiwa brought the plights of the Ogoni people to the knowledge of the world through Movement for the Survival of the Ogoni People (MOSOP) which adopted a non-violent approach using organised and civilised protests as well as persuasive appeals to the government and the international community (Bodo, 2018). Ken Saro Wiwa transcends the Niger Delta struggle to a level of knowledge and intellectual discussion.

This involves creating awareness in the entire region of how blessed they were, what has gone out of their communities (profits in billions of US dollars), and the consequences (poverty and death) that were left behind (David & Bodo, 2019; Bodo & David, 2018; Bodo, 2019; Asuni, 2009; Saro-Wiwa, 1992, 1995). Through Ken, the perpetrators of environmental pollution were identified as the oil operating companies. He helped in funding MOSOP and in 1990 published the Ogoni Bill of Rights (Asuni, 2009; Bodo, 2019).

Ken Saro Wiwa attributed the injustice to the fact that the Ogonis were minorities and accused the majority groups of using their oil wealth to develop their areas at the expense of the areas that produce the oil (Osaghae, 1995). It has been reported that the cities of Lagos and Abuja were built with petrodollars from the Niger Delta (Bodo, 2019). The Ogoni demanded better treatment from the multinational oil companies as basic amenities were lacking in the region. Many believed that the Ogonis were too bold in their demands in 1990s, as some other ethnic groups in the region were suffering from worst conditions, but had given up hopes of a better life and settled with their fate. In a message to the Ogonis, the then military administrator of Rivers State, Lieutenant Colonel D.M. Komo, made similar statement to validate this assertion when he said, *“they don’t have the monopoly of petroleum in Nigeria and cannot make demands that other (oil producing) communities are not making”* (Osaghae, 1995). The Ogonis surprised even the military government with their demands, as no oil-producing community in Nigeria has gone to the extent of exerting the right to self-determination like the Ogonis did in the 1990s (Osaghae, 1995; Bodo, 2019).

With the demands for justice being turned down by the government and multinational oil companies, the Ogoni youths aggressively took matters into their hands by openly confronting the government forces and oil company operatives on their land. The government had always deployed the army, navy, and paramilitary police as a means of dealing with protests (Udosen et al., 2009). Consequently, it was reported that in order to shut down the Ogoni struggle in the 1990s, the government instigated violent conflicts between the Ogonis and the neighbouring Andoni communities between July and September, 1993. Furthermore, the Okrikas in Port Harcourt was also involved in the conflict in December that same year, where lives were lost and properties destroyed for no apparent reason (Osaghae, 1995). When the leaders from both sides met to resolve the crisis between them, they all agreed there was no issue that would have necessitated the clash in the first place, thereby giving the assumption of an external hand being responsible for the clash (*the FGN and SPDC was*

*suspected*). The Ogoni militancy had reported that at various war fronts between the clashing communities, they met soldiers fighting with them with machine guns and AK47 rifles, as against their knives and cutlasses (Osaghae, 1995; Bodo, 2019).

Moreover, there were reported cases of bribery from the FGN and SPDC, where some Ogonis who were later referred to as *vultures* were paid to bear false witness against Ken Saro Wiwa and the other MOSOP leaders (Bodo, 2019). In all cases of bribery, these Ogonis later came out, after they realised that Ken Saro Wiwa had been passed a death sentence because of their testimonies against him, to confess that they were giving monies by government representatives to give false statements in court. Soon after, the Ogoni struggle led to the death of four prominent Ogoni leaders (Albert Badey, Theophilus Orage, Samuel Orage and Edward Kobani), Ken Saro Wiwa, and eight others. Furthermore, this resulted to the departure of SPDC in 1993 from Ogoniland (Bodo, 2019). In 1995, Ken Saro Wiwa was charged with incitement to murder and was executed by the Nigerian military government (Vaughan, 2011; Bodo, 2019). The Ogonis openly accused SPDC of orchestrating the murder of Ken and the eight other. Also, SPDC had also disregarded their involvement in the murder of Ken Saro Wiwa by stating that the allegations being made were false and were without merit (Bodo, 2019; SPDC, 2019). In 2009, SPDC agreed to pay £9.6 million to the affected families as an out of court settlement of a legal action which accused it of collaborating in the execution of Ken Saro Wiwa and the other Ogoni leaders (Vangham, 2011). The killing of Ken Saro Wiwa set the Niger Delta region into crisis, as direct attacks against the FGN and the multinational oil companies became common (Bodo, 2019). Today, the Ken Saro Wiwa-led uprising in the 1990s has given voices to other ethnic groups in the Niger Delta.

Ken Saro Wiwa brought the Ogoni Struggle and problems faced by the Niger Delta people to the knowledge of the entire world (Bodo, 2018; Bodo, 2019). The environmental awareness among other ethnic groups in the region has increased the demands for local ownership of lands and oil resources (Gimah & Bodo, 2019a). The different ethnic groups started waging wars against the oil operators in their communities. It was reported that three successive major violent ethnic clashes erupted in the Warri area in 1997, 1999, and 2003 (Francis et al., 2011; Udosen et al., 2009). By December 1998, a youth conference was held in Kaiama which led to the Kaiama Declaration that crystallized into the Ijaw struggle for resource control (Francis et al., 2011; Udosen et al., 2009). In 2004, the situation in the region worsened as the Militant leader Dokubo Asari announces “Operation Locust Feast” and declares an “all-out-war” against the Nigerian State. Almost within this period, the violent conflicts in communities of



Rivers, Bayelsa, and Delta states was on the increase to an estimate of about 150 per year, and over fifty armed groups with an estimated 20,000 to 25,000 armed youths were already operating in the region (UNDP, 2006; Francis et al., 2011; Udosen et al., 2009). Soon after, a booming business of Hostage-taking and oil bunkering became the order of the day, with attacks on oil facilities occurring on a daily basis (Bodo, 2019). Militant groups like the Movement for the Emancipation of the Niger Delta (MEND), headed by Tom Polo, the Niger Delta Vigilantes (NDV) by Ateke Tom, and the Niger Delta Strike Force (NDSF) headed by Farah Dagogo and many others began to emerge (Asuni,2009).

The militants expressed their intent for oil autonomy by loading a large number of boats and barges through illegal bunkering. The refined petroleum products and crude oil are transported through ships and barges and are sold in the high sea. The crude oil is sold at very low prices; when the price per barrel was 26 USD, as at 2003, it was sold for 7USD (Okumagba, 2009; Obi, 2009). By 2004, it was sold at about 15USD per barrel (Okumagba, 2009; Obi, 2009). The government inability to put an end to the activities of the militant groups has also contributed to the growing crisis in the region.

## **The Outcome Of The Oil Crisis In The Niger Delta Region**

### **Poor Standard Of Living**

Despite the enormous natural endowment and wealth that has been generated from the region, the Niger Delta settlement is always referred to as the poorest and least developed in Africa (Bodo, 2019). According Ken Saro Wiwa (1995), the Ogonis are hardworking and industrious people that engage in farming and fishing activities and had lived happily for many decades before the discovery of oil on their land. Despite that, they are impoverished because of the destruction of their livelihood. The Niger Delta environment has been described as a beautiful countryside that was a source of fresh air and green vegetation; but unfortunately, many years of oil exploration has made death and food scarcity the reality of the region (Bodo & David, 2018). The rivers and lands have been massively polluted by the activities of the oil multinational companies for decades (David, Bodo & Gimah, 2019). With the lands for agricultural cultivation and rivers for fishing activities, now contaminated by petroleum spills (that would take a minimum of 30 years to restore the ecosystem back to survivable or habitable level), the people are left with nothing to depend on (Bodo,2019).

The people of Niger Delta had surplus food for exportation in the pre-colonial and colonial eras, as their lands and rivers had always given them all they need to live as a prosperous people (Saro-Wiwa, 1995).

Today, a region that has been described as been so blessed, now houses the poorest people in the country. These are people with no job or occupation because their primary occupation of fishing and farming has been taken away from them (David & Bodo, 2019). Currently, in the region, food scarcity is a common occurrence with lack of social amenities such good roads, adequate hospitals, safe drinking water, electricity, schools, and markets (Bodo, 2019). The people now lived in polluted slums and squalors that is highly militarised to keep them dumb and voiceless as the government continue to explore the oil on their lands at the expense of the locals that is on the verge of extinction (Bodo, 2019; Darah, 2011).

### **Youth Restiveness**

The definition of a youth could differ from one geographical area to another because it is determined by the society. A youth is always characterized by excessive energy that needs to be exerted which, if not guarded, could result into negative tendencies. They are described as being neither teenagers nor children (Ndu, 2000; Yusuf, 2001). Adewuyi (2008) saw youths as people between ages 15 to 24 years. In Nigeria, the National Youth Service Scheme (NYSC) regard young people as being within the age limit of 30 years. The N-Power programme of the Federal Government of Nigeria sees a youth as one that is within the age limit of 35 years (Igbo & Ikpa, 2013). Realistically, in the Niger Delta and even in Nigeria at large, one is regarded as a youth as long as he or she is unmarried, and as an adult when married, irrespective of the age of that person.

Youth restiveness has been used as tool by the youth to get what they want from the relevant authority. The Niger Delta people have been reported to be once peaceful people that have been provoked severally and pushed to the wall beyond bearable limits. Thus, they only retaliate against their oppressors out of pains and to avert their death and extinction (Bodo, 2019). The consequences of several oil crisis and disagreement between the people and government had led to formation of several movements such as Movement for the Emancipation of the Niger Delta (MEND), Niger Delta People Volunteer Force (NDPFF), Niger Delta Avengers (NDA). There have also been multiplications of several countless cult groups that have laid claims of some abandon oil stations in the region (Bodo, 2019). Killings and burning of houses is now a daily occurrence in the region as attacks between the cults groups and the military has led many to desert their home towns to seek refuge elsewhere (Bodo, 2019; Bodo, 2018; Okolie-Osemene, 2015).

### **Politicizing of Environmental Issues**

The pollution of the Niger Delta region is no longer news, as the entire region suffers from air, water, and land pollution at a very high concentration (Onosode, 2003; NDES, 1997; Bodo, 2018; Famuyiwa, 1998; Eromosele, 1998; Orubu et al., 2004). The Nigerian government have also on several occasion recognised this fact and promised to addressed the challenges on the region with immediate effect (Bodo, 2019). Unfortunately, these statements by the government have been regarded as untrue and as a deceit by the government; a ploy that was used to calm down or delay the pressures from the people and neglect them in their sufferings (Bodo, 2018). Every election year, the proposed *clean up* of the region is usually the selling point on the lips of most politicians from the zone (their own representatives) and even those outside the zone (Bodo, 2018; Bodo, 2019). A typical example is the case of the Ogoni people where in 2011, the United Nation Environmental Programme (UNEP) recommended immediate remediation of the entire Ogoni ecosystem (a process that will take at least 30 years to restore the lost habitat) after thorough Environmental Impact Assessment of the land (UNEP, 2011). The same government that invited UNEP urgently to Ogoniland to assess the environmental conditions of the land have refused to implement the urgent recommendation for the immediate clean up of the land (Bodo & Ukpung, 2018).

### **Unemployment and Crimes**

With the original source of livelihood of fishing and farming destroyed, the majority of the people in the region are unemployed and poor (Bodo & David, 2018). The majority of the youths have embraced new trade of illegal bunkering, kidnapping, arm robbery, and prostitution (for the women) as a means of survival (Bodo, 2019). The unfortunate scenario in this entire eventuality is that the people involved in these businesses found it profiting than their former lost trade (Bodo, 2018; Bodo, 2019). It is believed that this new business could pay those involved hundreds of thousands naira weekly, making it impossible for them to quit the trade despite its hazardous nature (Bodo, 2018; Bodo, 2019; Gimah & Bodo, 2019a). Oil business of illegal bunkering in the Niger Delta has further increased the destruction of the ecosystem in the region as the operators of this illegal oil business are not environmentally literate about their actions on their environment (Gimah & Bodo, 2019b). Billions of naira has been reported to be realised from private individuals, operating companies, and state governments in the region on ransom payments on kidnapped victims to militants groups (Okolie-Osemene, 2015; Bodo, 2019). Unfortunately, the military that were sent to checkmate these criminal vices are fully

involved with the locals in sharing the loots from these businesses (Bodo,2019).

### **Bribery and Corruption**

It is believed that the cleanup of Ogoniland is being stalled by bribery and corruption, as the leadership of the Movement for the Survival of the Ogoni People (MOSOP) has been reported to have been divided over their involvement in the exercise (Bodo, 2019). SPDC has been severally accused by the Ogoni people for dividing the people and initiating crisis among themselves by bribing some of the corrupt locals (Bodo, 2018). In 1995, during the Ogoni uprising, SPDC was accused of bribing the four Ogoni leaders that was later killed by mob action and for collaborating with military government in the killing of Ken Saro Wiwa and eight others (Bodo, 2019). It has been reported that the revenues (13% oil derivation) from the Federal Government to the states and the parastatals (Niger Delta Development Commission, Ministry of the Niger Delta, etc.) in the region running into billions of naira for over the years has been mismanaged by their leaders (Bodo & David, 2018; Bodo, 2018). Many have also ascribed the backwardness of the Niger Delta region to the corruptness of their leaders (Bodo, 2019).

### **Conclusion**

Oil crisis in the Niger Delta is saddled and fuelled by negligence, failed promises, and corruption in the part of the government and the operating oil companies to the people of the Niger Delta. Delays in meeting the basic needs and demands of the people have resulted in a state of anarchy and more devastation of the ecosystem. The revenue that accrues to the state has been reduced over time due to the activities of illegal oil bunkering, pipeline vandalism, and diversion of petroleum products by oil thieves. Several injustices done to the people such as the persistence killings and militarisation of region, refusal to implement UNEP recommendations in Ogoniland, and the lack of human and social empowerment has aggravated the crisis on a daily basis. The people now show their grievances and displeasures of being marginalised through attacks on oil workers, military personnel, and oilfacilities.

The government should ensure peace in the Niger Delta region by showing true concern to the plight of the people through *action-oriented plans* to meet their basic needs. The cleanup of Ogoni, as recommended by UNEP in 2011, and the employment of thousands of youths whose livelihood has been lost due to oil exploration on their land will be a starting point. Furthermore, the government must earn the trust of the people by being truthful in their promises to them. Also, the government

should avoid making common and politicising environmental issues that borders on human life and the survival of the Niger Delta ecosystem. Environmental protection and literacy should start from the Nigerian government and then be inculcated into the people of the Niger Delta. The environmental consciousness of citizen is the beginning of sustainable development.

### References:

1. Adewuyi, T.D.O. (2008). Utilization of self counselling theories for youth peer relationship. The Lagos
2. Adomokai, R., & W. R. Sheate (2004). "Community participation and environmental decision-making in the Niger Delta," *Environmental Impact Assessment Review*, 24 (5).495-518.
3. Aghalino, S. O. (2011). Oil and Cultural Crisis: The Case of the Niger Delta, Nigeria. *Africana: The Niger Delta* 5 (1). 1-21.
4. Aghalino, S.O. (2001). —On the Social Consequences of Oil and Gas Exploration and Production in the Niger Delta, in *International Journal of Economic and Development Issues*, 1(1)196-206.
5. Aghedo, I. (2011). Conflict Management and Peace-building: In Iyamu, E.O.S and Salami, L.I. (eds) *Peace Studies and Resolution*. Benin City: the Guide press.
6. Akinbi, J.O. (2012). The Niger Delta Environmental Crisis in Nigeria: A Perspective Analysis. *African Research Review*. 6(3):150-164.
7. Akinola, O.O. (2008). —The Nature of Government Involvement in the Niger Delta Conflicts: Implications for Nation Building, In Babatolu, J.S. and Ikuejube, G. (eds.), *Perspectives on Contemporary Socio-Political and Environmental Issues in Nigeria*, (Ibadan, Alafas Nig. Company), 10-19.
8. Akpan, P.U. (2014). Oil Exploration and Security Challenges in the Niger-Delta Region: A Case Of Akwa Ibom State, Nigeria. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 4(2):41-48.
9. Aniefiok, E., Udo, J., Margaret, U., & Sunday, W. (2013). Petroleum Exploration and Production: Past and Present Environmental Issues in the Nigeria's Niger Delta. *American Journal of Environmental Protection*, 1(4):78-90.
10. Asuni, J.B. (2009). Understanding the armed groups of the Niger Delta. Council on Foreign Relations Working Paper.
11. Badmus, I.A. (2010). Oiling the Guns and Gunning for Oil: Oil Violence, Arms Proliferation and the Destruction of Nigeria's

- Niger-Delta. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences*. 2(1):323- 363.
12. Bodo, T. & David, LK. (2018). The petroleum exploitation and pollution in Ogoni, Rivers State, Nigeria: The community perspective. *European Scientific Journal*. 14(32): 197- 212.
  13. Bodo, T. & Ukpong, IE. (2018). Community Participation in the Remediation of Petroleum Impacted Sites in Ogoni, Rivers State, Nigeria. *Multi-disciplinary Journal of Research and Development Perspectives* 7:97-104.
  14. Bodo, T. (2018). Community understanding of the environmental and socio-economic consequences of Petroleum Exploitation in Ogoni, Rivers State. *International Journal of Advanced Research and Publications*. 2(11):51-55.
  15. Bodo, T. (2019). Deep Issues behind the Crisis in the Niger Delta Region: The Case of Oil Exploration in Ogoniland, Rivers State, Nigeria. *Asian Journal of Geographical Research*, 2(1):1-12.
  16. Collins, E. (2018). Oil Exploration in the Niger Delta: Its' Gains and Loss. *International Journal of Geography and Environmental Management*. 4(3): 24-31
  17. Darah, G.G. (2001). "The Socio Economic and Political Challenges of the Niger Delta" In: Ozo-Eson PI and Ukiwo U (eds.) *Challenges of the Niger Delta*. Port Harcourt: CASS pp.19-36.
  18. David, LK., Bodo, T., & Gimah, BG. (2019). Petroleum pollution and decrease neuroplasticity in brain development of the Ogoni children in Rivers State, Nigeria. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research* 29: 1-13.
  19. Doyle, A.B., Pappworth, S.S.R., & Caudle, D.D. (2008). "Drilling and Production Discharges in the Marine Environment," *Environmental Technology in the Oil Industry*, S. Orszulik, ed., pp. 155-187: Springer Netherlands.
  20. Ebeku Kaniye, S.A. (2001). "Oil and the Niger Delta People: The Injustice of the Land Use Act." *Centre for Energy, Petroleum and Mineral Law and Policy* (9) Article 14. <http://www.dundee.ac.uk/cepmlp/journal/html/vol9/article914.html>.
  21. Ejovi, A., Ebie, S. & Akpokighe, O. R. (2014). Globalization and Environmental Degradation of the Niger Delta Region of Nigeria, *Research on Humanities and Social Sciences* .4(13),142-152.
  22. Eromosele, V.E. (1998). Costing Niger Delta's oil spills: A joint stakeholder's approach. 9th International Conference on the Petroleum Industry and the Nigerian Environment, Abuja, November, 358-368.
  23. Fagbadebo, M.O. & Akinola, O.A. (2010). Post-Amnesty Niger

- Delta and the Promise of Development: Issues, Prospects and Problems, From the Selected Works of Omololu Michael Fagbadebo, Available at: <http://works.bepress.com/otomololu/2>.
24. Francis, P., Lapin, D. & Rossiasco, P. (2011). *Securing Development and Peace in the Niger Delta: A Social and Conflict Analysis for Change*. Woodrow Wilson International Center for Scholars Africa Program, Washington, DC.
  25. Frederick, O.O., Asmuni, A., Idris, K. & Othman, J. (2013). The causes, effects and Potential Solution to the Deep Rooted Niger Delta Oil Crisis. *International Journal of Social and Behavioural Sciences* 1 (6): 122-129.
  26. Genova, A.W. (2007). *Oil and Nationalism in Nigeria, 1970-1980*, Ann Arbor, MI: UMI
  27. Gimah, B.G. & Bodo, T. (2019a). Creation of Awareness through Environmental Adult Education as a solution to the Problem of Habitat Loss in Ogoni, Rivers State, Nigeria. *International Journal of Advanced Research and Publications*. 3(1):22-28.
  28. Gimah, G.B. & Bodo, T. (2019b). Curbing Human Activities That Degrade the Environment: The Relevance of Environmental Adult Education. *Earth & Environmental Science Research & Reviews*. 2(5): 1-7.
  29. Ibaba, I.S. (2009). Violent Conflicts and Sustainable Development in Bayelsa State. *Review of African Political Economy* 36 (122): 555-573.
  30. Ibori, J.O. (2009). —Economic development, Niger Delta and the future of Nigeria. *The Guardian*, October 23, 2009. <http://www.ngrguardiannews.com>
  31. ICG (2006). *The Swamps of Insurgency: Nigeria's Delta Unrest* Brussels. ICG Report 115.
  32. Igbo, H.I. & Ikpa, I. (2013). Causes, Effects and Ways of Curbing Youth Restiveness in Nigeria: Implications for counselling. *Journal of Education and Practice*. 4(6): 131- 137.
  33. Ikelegbe, A. (2006). —The Economy of Conflict in the oil rich Niger Delta Region of Nigeria, *Journal of Asian and African Studies*,5(1):1-7.
  34. Nannen, B. (1995). —Oil Producing Minorities and the Structure of the Nigerian Federation: The Case of Ogoni People, *Journal of Commonwealth and Comparative Politics*, (33), *Nigerian Tribune*, July 23, 1998.
  35. Ndu, A. (2000). The role of family in managing indiscipline among youths in Nigeria. *Journal of Counselling Psychology*. 1, 45 – 51.

36. Niger Delta Environmental Survey (NDES) (1997). Environment and Socio-economic Characteristics. Phase 1 Report, Port Harcourt.
37. Nwoba, M.O. E. & Abah, E.O. (2017). Impact of Crude Oil Revenue (COR) on Economic Growth in Nigeria (1960-2010). *IOSR Journal of Humanities and Social Science*. 22(7): 85-99.
38. Obaje, N.G. (2009). *Geology and mineral resources of Nigeria*, Berlin; London: Springer.
39. Obi, C. (2009). Nigeria's Niger Delta: Understanding the Complex Drivers of Violent-Oil Related Conflict. *African Development*, 35, (2):103-128
40. Odalonu, B.H. & Eronmhonsele, W. (2015). The irony of amnesty programme: incessant oil theft and illegal bunkering in the Niger Delta region of Nigeria. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*. 4(8): 09-18.
41. Ogbeifun, B. (2014). Why Nigeria should not treat oil theft with kid gloves—Ogbeifun. *Vanguard in Sweet Crude*, January 7. Retrieved on July 29, 2019 from <http://www.vanguardngr.com/2014/01/nigeria-treat-oil-theft-kid-gloves-odbeifun/>
42. Ogbonna, G.N. & Appah, E. (2012). Petroleum Income and Nigerian Economy: Empirical Evidence. *Arabian Journal Of Business And Management Review*, 9(1):33-59.
43. Okolie-Osemene, J. (2015). *Oil Companies and Lethal Violence In Nigeria: Patterns, Mapping and Evolution (2006 – 2014)*. Ifra-Nigeria Working Papers Series, N°44.
44. Okumagba, P. (2009). Ethnic Militias and Criminality in the Niger-Delta. *African Research Review*, 3(3): 315-330.
45. Onosode, G. (2003). *Environmental Issues and the Challenges of the Niger Delta: Perspectives for the Niger Delta Environmental Survey Process*. CIBN Press.
46. Orubu, C.O., Ayodele O. & William, E. (2004). "The Nigerian Oil Industry: Environmental Diseconomies, Management Strategies and the Need for Community Involvement. *Journal of Human Ecology* 16(3): 203-214.
47. Osaghae, E.E. (1995). "The Ogoni Uprising: Oil Politics, Minority Agitation and the Future of the Nigerian State", *African Affairs*, Nos. 94, pp.325.
48. Pearson, S.R. (1970). *Petroleum and the Nigerian Economy*: Stanford University Press
49. Rafiu, J. (2008). —Language, Diplomacy and Conflict Resolution on the Niger Delta Crisis in Nigeria, in Babatolu J.S. and Ikuejube, G. (eds.) *Perspectives on Contemporary Socio-Political and*



- Environmental Issues in Nigeria, (Ibadan, Alafas Nig. Company),20-32.
50. Saro-Wiwa, K. (1992). Genocide in Nigeria. The Ogoni Tragedy. London Lagos and Port Harcourt. Saros International Publishers.
  51. Saro-Wiwa, K. (1995). A Month and a Day; A Detention Diary. London Penguins
  52. SPDC (2019). Economic contribution. <https://www.shell.com.ng/media/nigeria-reports-and-publications-briefing-notes/economic-contribution.html> (Retrieved 2nd January, 2019).
  53. Udosen, C., Etok, A. & George, I.N. (2009). Fifty Years Of Oil Exploration In Nigeria: The Paradox Of Plenty. Global Journal of Social Sciences, 8(2): 37-47
  54. UNDP (2006). Niger Delta Human Development Report. Vanguard (2002), '2,483 Lives Lost in Odi Armed Invasion', Vanguard, 20November 2002,[http:// www.allafrica.com](http://www.allafrica.com) (Retrieved 2<sup>nd</sup> January, 2019).
  55. UNEP (2011). Environmental Assessment of Ogoniland, Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.
  56. Vangham, A. (2011). Oil in Nigeria: a history of spills, fines and fight for right for rights. The Guardian, Thursday4<sup>th</sup>August,2011.<https://www.google.com/amp/s/amp.theguardian.com/environment/2011Aug/04/oil-spills-fines-fines-fight> (Retrieved 2nd January, 2019).
  57. Vassiliou, S. (2009). The A to Z of the Petroleum Industry: ScarecrowPress.
  58. World Bank (2000). Environmental Economic Study of the Niger Delta: Report on Niger Delta. Uyo: Golden Education Publisher.
  59. Yusuf, S.A. (2001). Youths and national orientation. In A.A. Adegoke (Ed.) proceeding of the 25th National Conference of the Counselling Association of Nigeria 11 –15.

## Prévalence de la Rhinosinusite chez les Conducteurs de Taxi-motos à Parakou, Benin

*Fatiou Alabi Bouraïma, Assistant*

Faculté de Médecine, Université de Parakou, Benin

*Spero HR Hounkpatin,*

*Josias Hountondji,*

*Marius C. Flatin,*

Faculté de Médecine, Université de Parakou, Benin

*François Avakoudjo,*

*Jérémie Biaou,*

*Wassi Adjibabi,*

Faculté des Sciences de la Santé, Université d'Abomey Calavi, Benin

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p159 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p159](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p159)

---

### Résumé

**Introduction :** les conducteurs de taxi-motos du fait de leurs activités sont exposés à la poussière, à la fumée des engins et ainsi constituent une couche vulnérable aux pathologies nasosinusiennes. L'objectif était de déterminer la prévalence de la rhinosinusite chez ces conducteurs à Parakou. **Méthode :** il s'agissait d'une étude descriptive transversale et analytique concernant les conducteurs de taxi-motos de la ville de Parakou et réalisée du 02 avril au 03 juillet 2018. **Résultats :** au total 200 conducteurs de taxi-motos de la ville de Parakou ont été retenus pour l'étude. L'âge moyen était de 33,84 ± 8,8 ans. La prévalence de la rhinosinusite chez les conducteurs de taxi-motos était de 15,5% et 78,5% pour la rhinite. Les facteurs favorisants étaient la saison sèche avec la poussière (30 cas ; 15%), la saison pluvieuse avec la fraîcheur (11 cas ; 5%) et la fumée des engins (3 cas ; 2%). La rhinosinusite était statistiquement liée à l'antécédent d'asthme ( $p=0,0000$ ); ainsi 66,66% des asthmatiques présentaient les signes de la rhinosinusite et 32,26% des conducteurs atteints de rhinosinusite étaient asthmatiques. Il existait un lien statistique significatif entre la rhinosinusite et le climat ( $p=0,024$ ). **Conclusion :** La rhinosinusite est relativement fréquente chez les conducteurs de taxi- moto du fait des conditions de travail. Une protection par le port de bavette serait utile pour prévenir cette affection.

---

**Mots-clés :** Rhinosinusite, Conducteurs De Taxi-Motos, Prévalence, Parakou

## Prevalence of Rhinosinusitis Among Motorbike Taxi Drivers in Parakou, Benin

*Fatiou Alabi Bouraïma, Assistant*

Faculté de Médecine, Université de Parakou, Benin

*Spero HR Hounkpatin,*

*Josias Hountondji,*

*Marius C. Flatin,*

Faculté de Médecine, Université de Parakou, Benin

*François Avakoudjo,*

*Jérémie Biaou,*

*Wassi Adjibabi,*

Faculté des Sciences de la Santé, Université d'Abomey Calavi, Benin

---

### Abstract

**Introduction:** Motorbike taxi drivers, due to their activities, are exposed to dust, smoke, and exhaust. They are vulnerable to nose and sinus pathologies. This paper, however, focuses on the prevalence of rhinosinusitis among these drivers in Parakou. **Method:** A cross-sectional study targeting motorbike taxi drivers in the city of Parakou was used in this study. It was carried out from 02 April to 03 July 2018. **Results:** A total of 200 motorcycle taxi drivers from the city of Parakou were used in the study. The average age was  $33.84 \pm 8.8$  years. The prevalence of rhinosinusitis in motorcycle taxi drivers was 15.5% and 78.5% for rhinitis. The major factors include dry season with dust (30 cases, 15%), the rainy season with cold (11 cases, 5%), and the smoke of the machines (3 cases, 2%). Rhinosinusitis was statistically related to the history of asthma ( $p = 0.0000$ ); thus, 66.66% of asthmatics showed signs of rhinosinusitis and 32.26% of motorbike drivers with rhinosinusitis had asthma. There was a significant statistical relationship between rhinosinusitis and climate ( $p = 0.024$ ). **Conclusion:** Rhinosinusitis is relatively frequent among motorbike drivers due to their working condition. Wearing airway nose mask will help in preventing this condition.

---

**Keywords:** Rhinosinusitis, Motorbike Taxi Drivers, Prevalence, Parakou

## **Introduction**

Les sinusites ou rhino-sinusites, aiguës ou chroniques, sont des réactions inflammatoires de la muqueuse naso-sinusienne. Cette inflammation est, surtout, d'origine infectieuse. Les microorganismes incriminés sont : les virus, les bactéries et d'autres germes spécifiques notamment, les mycoses. Le terme sinusite reste couramment utilisé en médecine quotidienne bien que celui de rhinosinusite traduise plus précisément les désordres muqueux observés lors de ces épisodes infectieux (Gehanno, 2003).

Il s'agit d'un problème majeur de santé publique à cause de la fréquence, du coût de la prise en charge et des complications. Selon différentes enquêtes menées aux États Unis, la rhinosinusite qu'elle soit aiguë ou chronique a une incidence de 14 % par année dans la population générale (Achim, 2015). Les conducteurs de taxi-motos du fait de leurs activités sont exposés à la poussière et aux gaz d'échappement à longueur de journée, et ainsi souffrent le plus souvent de la rhinosinusite. L'objectif de notre étude était de déterminer la prévalence de la rhinosinusite chez les conducteurs de taxi moto à Parakou en 2018.

## **Patients et méthodes**

L'étude s'est déroulée au niveau des différentes stations d'arrêt des conducteurs de taxi-motos de la ville de Parakou situé dans le département du Borgou au nord-ouest du Bénin. Elle est de type transversal descriptif et analytique, portée sur les conducteurs de taxi-motos de la ville de Parakou et réalisée sur une période de trois (03) mois allant du 02 Avril au 03 Juillet 2018. Etaient inclus dans l'étude tous les conducteurs résidants à Parakou, ayant donné leur consentement oral de participation; et faisant de la conduite une activité lucrative. Un entretien documentaire puis un examen ORL complet documenté ont été réalisés pour chaque conducteur enquêté. En cas d'examen approfondi, le conducteur est revu dans le service d'ORL du CHUD B/A pour son suivi. Le recrutement a été exhaustif.

Les critères EPOS ont servi de bases diagnostiques et les variables dépendantes sont constituées des symptômes et signes orientant vers la rhinosinusite.

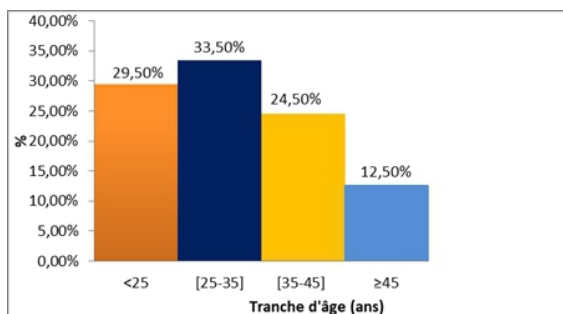
**Tableau I.** Critères de diagnostic clinique de la rhinosinusite (critères EPOS) (Fokkens, 2012)

Critères majeurs	Critères mineurs
Douleur à la pression de la paroi antérieure des sinus	Céphalées
Obstruction nasale	Fièvre (parfois aiguës)
Rhinorrhée antérieure purulente	Halitose
Rhinorrhée postérieure purulente	Asthénie
Hyposmie/anosmie /cacosmie	Douleur dentaire
Pus au méat moyen	Toux
Fièvre (en cas de rhinosinusite aiguë seulement)	otalgie /et ou douleur à la pression

Le traitement des données était réalisé avec le logiciel SPSS 16.0. La p-value significative est inférieure à 0,05. Cette étude a reçu les approbations du comité local d'éthique et de recherche biomédicale (CLERB) de l'Université de Parakou.

## Résultats

Au total, 200 conducteurs de taxi-motos de la ville de Parakou ont été retenus pour l'étude. Les sujets avaient en moyenne  $33,84 \pm 8,8$  ans avec des extrêmes de 19 ans et 62 ans. Ils étaient tous de sexe masculin. Les conducteurs de taxi-motos âgés de 25 à 35 ans étaient les plus représentés avec une proportion de 33,5% comme le montre la figure 1.



**Figure 1.** Répartition des conducteurs de taxi-motos en fonction de l'âge.

Concernant les caractéristiques professionnelles des conducteurs, 71,5% avait une ancienneté en conduite de moins de 10 ans, le reste au-delà de 10 ans. La majorité des conducteurs (80%) ne faisaient pas usage de casque. Seulement 20% de ces conducteurs respectaient le port de casque. Le port de bavette était respecté par 57% des conducteurs et 43% ne faisaient pas l'usage de bavette. Certains conducteurs avaient un antécédent personnel d'asthme dans 15 cas (7,5%). Sur le plan clinique, les symptômes recensés étaient dominés par l'obstruction nasale (84%), la rhinorrhée (80,5%), l'éternuement en salve (75%) comme l'indique le Tableau II suivant.

**Tableau II.** Répartition des symptômes présentés par les conducteurs de taxi-moto.

	<b>Effectifs (n=188)</b>	<b>Pourcentage</b>
Obstruction nasale	168	84
Rhinorrhée	161	80,5
Eternuements en salve	150	75
Troubles de l'odorat	75	37,5
Céphalée frontale	72	38,30
Douleurs sous orbitaires	28	15,56

Le dernier épisode remontait pour la majorité des conducteurs (86,70%) à moins d'un 1 an. 13,30% de ces conducteurs ont présenté le dernier épisode au delà d'un an. Environ 43,61% des conducteurs ressentait les symptômes rhinologiques au moins deux fois par an. La majorité des conducteurs 54,80% (n=103) ressentait les symptômes rhinologiques sur une semaine par épisode. Ces symptômes étaient présents au delà d'une semaine chez 45,20% des conducteurs.

À l'examen physique, on avait objectivé une hypertrophie bilatérale des cornets inférieurs dans 24% des cas et une congestion de la muqueuse nasale dans 20 % des cas. L'examen ORL était normal dans tous les autres cas.

Au terme de l'interrogatoire et de l'examen ORL, 78,5% des conducteurs présentaient une rhinite (157 cas) et 15,5% une rhinosinusite (31 cas) selon les critères EPOS. Les sujets atteints de rhinosinusite étaient à la phase aiguë dans 83,87% des cas et chronique dans 9,68% des cas.

Parmi les conducteurs ayant la rhinosinusite, 70,97% avaient une sinusite maxillaire, 9,68% de sinusite frontale et 19,35% de polysinusite. Les facteurs ayant favorisé ces symptômes rhinologiques étaient le climat avec la saison sèche dans 102 cas (96,77%), la saison pluvieuse dans 30 cas (15,95 %). La poussière était le facteur déclenchant les symptômes rhinologiques chez les conducteurs avec un pourcentage de 89,89% suivie de la fraîcheur (25,53%). Plusieurs facteurs associés étaient liés à la rhinosinusite. La saison sèche avec la diffusion massive de la poussière était liée à la survenue de la rhinosinusite (p=0,024).

Parmi les 15 conducteurs ayant un antécédent d'asthme, 10 présentaient les signes de la rhinosinusite. La relation qui existe entre la survenue de la rhinosinusite et l'asthme (p=0,0000) était significative selon le Tableau III.

**Tableau III.** Relation entre la survenue de la rhinosinusite chez les conducteurs et l'antécédent d'asthme.

	<b>Rhinosinusite</b>				<b>Total</b>	<b>p</b>
	<b>Diagnostiquée</b>		<b>Non diagnostiquée</b>			
	<b>N</b>	<b>(%)</b>	<b>N</b>	<b>(%)</b>		
<b>Antécédant d'Asthme</b>						<i>0,0000</i>
Présence	10	(66,67)	5	(33,33)	15	
Absence	21	(11,35)	164	(88,65)	185	
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>(15,5)</b>	<b>169</b>	<b>(84,5)</b>	<b>200</b>	

## Discussion

Le trafic routier dans les pays en développement est constitué des véhicules à 4 roues mais prédominent ceux à deux roues. Ainsi le phénomène de taxi-moto a été développé ces dernières décennies au Bénin et dans d'autres pays voisins (Achimi, 2015; Messan, 2013). Dans cette étude, l'âge moyen des conducteurs tous de sexe masculin était de 33ans. Zomalheto *et al.* (2019) dans le Sud- Bénin avait rapporté un âge moyen plus élevé de 42 ans. C'est un secteur d'activités constitué par des adultes jeunes surtout de sexe masculin.

Les signes d'appel rhinologiques chez ces conducteurs de taxi-motos étaient en majorité l'obstruction nasale, la rhinorrhée purulente et l'éternuement. Selon Zacharek *et al.* (2005) dans son article intitulé « An approach to the diagnosis and management of acute bacterial rhinosinitis » les signes capitaux sont dominés par l'algie faciale, la congestion nasale, la rhinorrhée. Généralement, Les symptômes sont dominés par la congestion nasale et la rhinorrhée d'abord séreuse puis purulente. Les autres symptômes comme la pesanteur faciale, les céphalées suivaient plus tard (Benninger, 2003; Hastan, 2011). Les conducteurs de taxi- motos présentaient quelques signes d'appels rhinologiques vu leur temps d'exposition.

La recherche de facteurs a permis de trouver chez les conducteurs de taxi-motos que le climat atmosphérique dont la saison sèche avec la poussière favorisait la survenue de la rhinosinusite. A Douala au Cameroun, Njifou *et al.* (2018) en milieu hospitalier avait identifié l'allergie naso-sinusienne comme facteur de risque; ce qui explique le fait que la rhinosinusite peut effectivement découler d'une réaction allergique notamment une susceptibilité à la poussière identifiée chez les conducteur taxi-motos Parakou ou à la fraîcheur et /ou aux odeurs fortes. Ce même constat a été fait par Flatin *et al.* (2018) dans une étude sur les symptômes de la rhinite allergique en population à Parakou. Il a été démontré que les poussières de maison de même que la pollution atmosphérique étaient considérées comme facteur favorisant de cette affection. Chez les conducteurs de taxi-motos à Cotonou, selon une étude réalisée par Fourn *et al.* (2006) il a été rapporté que 23% des conducteurs présentaient des signes respiratoires hautes et basses . Yehouessi *et al.* (2012)

avaient observé à Cotonou que 60% des cas de rhinosinusite maxillaire étaient liées à la poussière en saison sèche et 87,6 % à la pollution atmosphérique. La rhinosinusite serait donc favorisée par la saison sèche.

A Parakou, les conducteurs de taxi-moto asthmatiques avaient également une prédisposition à présenter une rhinosinusite. Cette affection était statistiquement liée à l'antécédent d'asthme; ainsi 66,66% des asthmatiques présentaient les signes de la rhinosinusite. Ce même constat a été fait par Fourn *et al.* (2006) où il est montré que 28 à 78% des asthmatiques avaient une rhinosinusite chronique. La coexistence de ces deux affections est en faveur de la notion de maladie du système respiratoire dans sa globalité. C'est la raison pour laquelle le traitement de la rhinosinusite améliore la survenue des symptômes de l'asthme bronchique.

### **Conclusion**

La rhinosinusite est une affection fréquente dans la population générale. Les conducteurs de taxi-motos à Parakou sont exposés à cette affection. Les signes d'appels sont essentiellement la rhinorrhée, l'obstruction nasale. Plusieurs facteurs sont identifiés dans la survenue de la rhinosinusite tels que le climat sec et l'antécédent d'asthme chez les conducteurs.

### **References:**

1. Achim, B. (2015). Epidemiology of chronic rhinosinusitis, selected risk, factors, comorbidities, and economic burden. *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*; 14: 1-31
2. Benninger, MS., Ferguson, BJ., Hadley, JA., Hamilos, DL., Jacobs, M., Kennedy, DW., Lanza, DC., Marple, BF., Osguthorpe, JD., Stankiewicz, JA., Anon, J., Denny, J., Emmanuel, I., & Levine, H. (2003). Adult chronic rhinosinusitis: Definitions, diagnosis, epidemiology, and pathophysiology, *Supplement to Otolaryngology-Head and Neck Surgery*; 129 (3):1-31.
3. Flatin, C., Ade, S., Hounkpatin, S., Ametonou, B., Vodouhe, Ub., & Adjibabi, W. (2018). Symptômes de rhinite allergique à Parakou, Bénin : Prévalence, sévérité et facteurs associés ; *Rev An Fr d'ORL et de pathologie cervico-faciale*;135(1) : 36-9. Doi: 10.1016/j.aforl.2017.03.009
4. Fokkens, W., Lund, VJ., Bachert, C., Clement, P., Hellings, P., Holmstrom, M. (2012). EPOS- European position paper on rhinosinusitis and nasal polyposis. *Rhinology*; 43(18):1-88.
5. Fourn, L. & Fayomi, E. (2006). Air Pollution in Urban area in Cotonou and Lokossa, Benin. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* ; 99(4):264-68.



6. Gehanno, P. (2003). Sinusites aiguës de l'adulte. La lettre de l'infectiologue;18 (1) : 11-6
7. Hastan, D., Fokkens, WJ., Bachert, C., Newson, RB., Bislimovska, J., & Bockelbrink, A. (2011). Chronic rhinosinusitis in Europe an underestimated disease. A GALEN study Allergy ; 66(9):1216-23.
8. Messan, F., Lawani, M., Akplogan, B., Dansou, P., Mama, D., & Hounkponou, R. (2013). Bronchospasm Diagnosis in Motorcycle Taxi Drivers Exposed to Automotive Pollutants in Porto-Novo. Open J Respir Dis; 03(01):13.
9. Njifou Njimah, A., Mfe Ndongo, BI., & Kuiffo, C. (2018). les rhinosinusites chroniques à l'Hôpital Laquintinie de Douala, Health Sciences of Diseases, The Journal of Medicine and Health Sciences; 19(4): 99-103.
10. Yehouessi Vignikin, B. & Vodouhe, SJ. (2013). Sinusites maxillaires: 1752 cas en ORL au CNHU de Cotonou, Bénin. Ann Fr Orl et pathol cervicofac;130: 189-94.
11. Zacharek, MA., Malani, PN., & Benninger, MS. (2005). « An approach to the diagnosis and management of acute bacterial rhinosinusitis », Expert Review of Anti-Infective Therapy; (3):272-78.
12. Zomalhèto, Z., Mikponhoué, RCN., Wanvoègbe, A., Adikpéto, I., & Ayélo, P. (2019). Prévalence et facteurs associés à la lombalgie chez les conducteurs taxi-motos à Porto-Novo au Bénin. Pan Afr Med J ; 32: 107. Doi : 10.11604/pamj.2019.32.107.13477.

## **Difficultés Diagnostiques et Evolution en Milieu Tropical D'un Cas de Maladie de Destombes Rosai - Dorfman (DRD)**

*Diouf Francois Niokhor,*

*Thiam Lamine,*

*Senghor Seynabou,*

Service de pédiatrie à l'hôpital régional de Ziguinchor, Sénégal

*Diallo Mamadou Talibé,*

Service d'otorhinolaryngologie à l'hôpital régional de Ziguinchor, Sénégal

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p167 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p167](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p167)

---

### **Résumé**

La maladie de DRD est une histiocytose sinusale avec lymphadénopathie massive, rare, bénigne et d'étiologie encore inconnue. Sa symptomatologie se résume le plus souvent (90%) à de volumineuses adénopathies (ADP) cervicales. En milieu tropical, elle peut prêter à confusion avec une tuberculose ganglionnaire (TB). Cet article rapporte le cas d'une fillette de 9 ans référée pour une ADP latéro-cervicale gauche, inflammatoire. Ce tableau avait fait suspecter une TB ganglionnaire et pris en charge par un médecin de sa localité. La biopsie ganglionnaire faite, confirmait un mois après le diagnostic de maladie de DRD. La forme ganglionnaire peut prêter à confusion avec une TB en milieu Tropical. Les moyens limités retardent le diagnostic et la prise en charge. La biopsie ganglionnaire doit être systématique.

---

**Mots clés :** Diagnostic, Destombes Rosai-Dorfman, évolution

## **Diagnostic Difficulties and Evolution in a Tropical Area of a Case of Destombes Rosai - Dorfman Disease (DRD)**

*Diouf Francois Niokhor,*

*Thiam Lamine,*

*Senghor Seynabou,*

Pediatric ward at the Ziguinchor Regional Hospital, Sénégal

*Diallo Mamadou Talibé,*

Otorhinolaryngology ward at the Ziguinchor Regional Hospital, Sénégal

---

### **Abstract**

DRD disease is sinus histiocytosis with massive lymphadenopathy, rare, benign of yet unknown etiology. Its symptomatology is most often paralleled (90%) to voluminous cervical lymph adenopathies (ADP). In tropical area, it can be confusing with ganglionic tuberculosis (TB). This article can give an example of a 9 year-old girl who was referred to us for a ADP latero-cervical lymph on her left side, inflammation. This situation raised suspect of a ganglionic TB and was treated by a doctor in her area. The lymphatic biopsy confirmed, one month after, the diagnosis of DRD disease. The ganglionic form may be confusing with tropical TB. The limited means delay the diagnosis and the treatment. Lymphatic biopsy should be systematic.

---

**Keywords:** Diagnosis, Destombes Rosai, Dorfman, Evolution

### **Introduction**

La maladie de Destombes Rosai-Dorfman fut décrite pour la première fois en 1965 par le pathologiste Français Paul Destombes (Destombe, 1965). Elle est encore appelée histiocytose sinusale avec lymphadénopathie massive. Elle est rare, bénigne d'étiologie inconnue (Belembaogo, 1999 Laboudi, 2001 Ndong, 2008). Elle frappe surtout mais non exclusivement l'adulte jeune. C'est une pathologie qui se présente le plus souvent par une volumineuse adénopathie (ADP) cervicale isolée, inflammatoire (Cohen, 2008) qui peut prêter à confusion avec une tuberculose ganglionnaire surtout dans nos régions où celle-ci est fréquente. Ce travail rapporte un cas chez une fillette de 9 ans à manifestation ganglionnaire isolée suivie dans notre service de pédiatrie de l'hôpital régional de Ziguinchor/ Sénégal.

## Observation

Il s'agissait d'une fillette Sénégalaise âgée de 9 ans de race noire vivant dans un village au sud du Sénégal en Afrique de l'ouest. Elle a été admise dans le service 3 mois après le début de sa maladie pour une tuméfaction latéro-cervicale gauche inflammatoire.

Ce tableau avait nécessité plusieurs consultations par un médecin généraliste de sa localité. Ce dernier avait diagnostiqué une tuberculose ganglionnaire et avait mis le patient sous traitement.

L'examen à l'entrée avait objectivé une conscience claire, des muqueuses peu colorées avec un bon état d'hydratation et nutritionnel. Le poids était à 35 kg, la température à 37,3°.

On notait une polyadénopathie latéro-cervicale gauche volumineuse légèrement inflammatoire non fistulisée, non douloureuse avec une peau en regard d'aspect normale, comme l'atteste la figure 1.



**Figure 1 :** A l'admission

Les autres aires ganglionnaires étaient libres. L'appareil cardiovasculaire et pulmonaire étaient normaux ainsi que les autres appareils. Le bilan biologique avait objectivé une C réactive protéine à 12 mg/L, une anémie à 9,7 g/dl d'hémoglobine hypochrome microcytaire avec 383 000 plaquettes et 4390 globules blancs, groupe sanguin B+. La fonction rénale était normale.

La biopsie ganglionnaire objectivait un aspect histologique en faveur d'une histiocytose sinusale compatible avec une maladie de Destombes- Rosai – Dorfman (DRD).

Devant ce tableau de maladie de Destombes-Rosai-Dorfman la patiente avait reçu le traitement suivant :

- un déparasitage par Albendazole initialement puis

- l'administration de prednisone (1mg/kg/j pendant 1 mois puis dégression sur 2 mois).
- l'administration de fer sirop pendant 2 mois.

L'évolution clinique a été marquée par une disparition de la fièvre en 10 jours, la correction de l'anémie en un mois, une prise de poids probablement en rapport avec la corticothérapie. La figure 2 représente l'ADP après 2 mois de traitement, la figure 3 représente l'ADP après arrêt du traitement corticoïde.



**Figure 2 :** Après 2 mois de traitement



**Figure 3 :** Fin traitement corticoïde

## **Discussion**

La maladie de DRD est rare, moins de 500 cas en 1996 (Harmouche, 1999 Destombe, 1965) et touche principalement les enfants ou les adultes jeunes (80% moins de 20 ans)(Cohen, 2017 Laboudi, 2001 Diallo , 2017). Cependant, le diagnostic peut être posé bien plus tard, jusqu'à 60 ans (Catalucci , 2017 El Kohen, 2001 Bernard, 1999). L'étiopathogénie demeure inconnue. Aucun agent pathogène n'a pu être directement incriminé (Belembaogo, 1999 Foucar, 1990 Ndongo, 2008). La symptomatologie clinique la plus retrouvée est une ADP cervicale volumineuse (90% des cas), bilatérale et non douloureuse. On note cependant la possibilité d'atteinte extraganglionnaire dans 50% des cas (Cohen, 2017 Laboudi, 2001 Diallo, 2017 Belembaogo, 1999). L'âge de la patiente ainsi que la symptomatologie clinique corroborent parfaitement aux données de la littérature. Aucune manifestations extraganglionnaires n'a été retrouvée chez la patiente.

Sur le plan biologique, en plus du syndrome inflammatoire on peut observer des cytopénies, une augmentation des gammaglobulines dans 70% des cas (Ndongo, 2008 Cohen, 2017 Laboudi, 2001 Belembaogo, 1999). Des

stigmates biologiques d'auto-immunité peuvent être trouvés (10 à 15% des cas), avec ou sans manifestations cliniques : les plus fréquents sont un facteur rhumatoïde positif, des anticorps antinucléaires et/ou une biologie lupique, un test de coombs positif (Cohen, 2017). Le diagnostic repose sur l'histologie, l'architecture ganglionnaire est globalement conservée avec des sinus contenant de nombreux histiocytes de grandes tailles. En milieu tropical, la forme ganglionnaire peut faire évoquée d'emblé une tuberculose ganglionnaire. C'est le cas de notre patiente qui a bénéficié de plus de 2 mois de traitements antituberculeux avant son admission dans le service. Ce même constat a été fait par Ndong (Ndong, 2008). Entre autre, les lymphomes par leur localisation et le syndrome d'activation macrophagique peuvent également prêter à confusion avec la maladie de Destombe (Lammy, 1981). Dans tous les cas, la biopsie ganglionnaire devra être systématique. La tuberculose ganglionnaire endémique sous les tropiques réalise un tableau de poly-adénopathie fébrile. L'atteinte pulmonaire associée facilite le diagnostic. Dans le cas contraire l'histologie après biopsie ganglionnaire est nécessaire révélant l'existence de granulomes tuberculoïde nécrotiques.

Une atteinte pulmonaire n'a pas été retrouvée chez la patiente dans notre ni une autre localisation d'organe.

L'évolution de la maladie est bénigne dans la plupart des cas avec disparition totale des lésions (Diane, 1990 Destombe, 1965). Cependant un petit groupe de patients ont une forme agressive et chronique de Rosai-Dorfman pouvant aboutir au décès (Diane, 1990). A l'heure actuelle, un traitement étiologique bien codifié n'est pas disponible. Souvent, un traitement n'est pas nécessaire dans la mesure où cette affection n'entrave ni la vie ni une fonction vitale (Belembaogo, 1999 Laboudi, 2001). Certains auteurs préconisent la radiothérapie, la chimiothérapie, la corticothérapie, la chirurgie dans les formes évolutives ou en cas de menace d'une fonction vitale (compression médullaire, trouble respiratoire, atteinte viscérale symptomatique) (Belembaogo, 1999 Laboudi, 2001 Cohen, 2017). Chez notre patiente, la maladie a été bénigne avec rémission complète sous corticothérapie après 3 mois de traitements.

## **Conclusion**

La maladie de DRD à localisation ganglionnaire est très difficile à diagnostiquer en milieu tropical du fait de sa rareté et des moyens diagnostiques limités. Elle prête souvent à confusion dans ce milieu avec d'autres pathologies plus endémique telles la tuberculose ganglionnaire et les lymphomes d'où l'intérêt de la biopsie ganglionnaire systématique.

## References:

1. Destombes P. (1965). Adénitis with lipid excess, in children or young adults, seen in the antille and in Mali. *Bull Soc Pathol Exot Filiales*, 58(6). 1169 - 1175.
2. Belembaogo E, Sanou S, Nzenze JR, Girinski T, Mbina Nguemby C. (1999). Maladie de Rosai Dorfman. *Med d'Afr Noir*, 46(2). 123 - 124
3. Laboudi A, Haouazine N, Benabdallah L, Arzouk N, Cherrai N. (2001). Maladie de Rosai Dorfman révélée par une insuffisance rénale: à propos d'un cas. *Néphrologie*, 22(2) . 53 - 56
4. Ndongo S, Ka M.M, Pouye A, Leye A, Diouf B. (2008). Syndrome de Rosai Dorfman à propos d'une observation: difficultés diagnostiques en milieu tropicale. *Medecine tropicale*. 68(1). 69 - 71
5. Cohen Aubart F, Haroche J, Emile JF, Charlotte F, Barete S. (2017). La maladie de Destombes Rosai Dorfman: evolution du concept, classification et prise en charge. *Rev Med Interne*, consulté sur <https://doi.org/10.1016/j.revmed> 2018.02.011
6. Harmouche H, Amrani L, Tazi Z, Aouni M, Adnaoui M. (1999). Forme particulière de la maladie de Destombes Rosai Dorfman (à propos de 2 cas). *Maroc Medical*, 21 . 21 - 25
7. Diallo M, Touré M, Diallo BA, Diop A. (2017). Rosai Dorfman disease with tumoral skin lesions. *Dermatologie online*, 8(1). 40 - 43
8. Catalucci A, Lanni G, Ventura L, Ricci A. (2012). A rare case of intra cranial Rosai Dorfman disease mimicking multiple meningiomes. A case report. *Neuroradiol*, 25(5). 569 -574
9. El Kohen A, Planquart X, Al Hamany Z. (2001). Sinus histiocytosis with massive lymphadenopathy: Two case reports. In *J Peditr Otorhinolaryngol*, 61. 243 -247
10. Bernard F, Sarran N, Serre I. (1999). Sinus histiocytosis ( Rosai Dorfman disease) revealed by extranodal spinal involvement. *Arch Pediatr*, 6. 173 - 177
11. Foucar E, Rosai J, Dorfman R. (1990). Sinus histiocytosis with massive lymphadenopathy: review of the entity. *Seminars in diagnostic pathology*, 7.19 – 73
12. Lam - my S, Weiller PJ, Dor AM. (1981). Benign Pseudo – tumoral lymphoid hyperplasia with massive Destombes Rosai Dorfman histiocytosis. *Sem Hop*, 57. 458 - 460
13. Diane M. Komp. (1990). The treatment of sinus histocytosis with massive lymphadenopathy. *Seminars in diagnostic pathology*, 7. 83 - 86

# **Analyse Des Impacts Environnementaux, Sociaux Et Economiques Des Modes De Production De Coton Conventionnel Et Biologique Au Bénin**

***Fifanou G. Vodouhe,***

Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

***Gérard C. Zoundji,***

Ecole de Sociologie Rurale et de Vulgarisation Agricole  
Université Nationale d'Agriculture, Bénin

***Hairane Yarou,***

***Jacob A. Yabi,***

Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p173 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p173](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p173)

---

## **Résumé**

Cette recherche compare les effets environnementaux, sociaux et économiques liés aux modes de production de coton conventionnel et biologique en utilisant la méthode d'analyse multicritère. Les données ayant servi à l'étude ont été collectées au sein d'un échantillon de 93 producteurs dont 34 producteurs de coton conventionnel et 59 producteurs de coton biologique. L'analyse de ces deux modes de production sur le plan environnemental, social et économique montre que la production biologique de coton reste le meilleur mode pour une agriculture durable. Les fertilisants et les produits phytosanitaires utilisés, constituent la principale différence observée au niveau des deux modes. Les producteurs de coton biologique adoptent les techniques de conservation et de restauration des sols en utilisant les fertilisants organiques et la pratique de la rotation culturale pendant que les producteurs conventionnels utilisent les pesticides et les engrais chimiques de synthèse. Ces résultats obtenus avec l'analyse multicritère peuvent être discutables et peuvent aussi varier en fonction des critères sélectionnés, de la perception des enquêtés et de la connaissance des chercheurs. Toutefois, ils peuvent servir de base dans les prises de décisions relatives à l'agriculture biologique ou conventionnelle et à la protection de l'environnement.

---

**Mots clés :** Durabilité, Pesticides, Producteurs, Coton, Bénin



# **Environmental, Social and Economic Analysis of Conventional and Organic Cotton Cropping in Benin**

***Fifanou G. Vodouhe,***

Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

***Gérard C. Zoundji,***

Ecole de Sociologie Rurale et de Vulgarisation Agricole  
Université Nationale d'Agriculture, Bénin

***Hairane Yarou,***

***Jacob A. Yabi,***

Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin

---

## **Abstract**

This research compares the environmental, social and economic effects of conventional and organic cotton cropping using the multicriteria analysis method. Data were collected from a sample of 93 producers (34 conventional and 59 organic cotton producers). Results show out that organic cotton cropping is the best practice for sustainable agriculture. Fertilizers and phytosanitary products used, constitute the main difference observed in both practices. Organic cotton farmers adopt soil conservation and restoration techniques using organic fertilizers and crop rotation practices while conventional producers use synthetic chemical pesticides and fertilizers. Results show out by multicriteria analysis could be influenced by selected criteria, respondents' perception and researchers' knowledge. However, they are interesting to serve as basis for decision-making on organic or conventional agriculture and environmental protection.

---

**Keywords:** Sustainability, Pesticides, Farmers, Cotton, Benin

## **Introduction**

Le coton joue un rôle stratégique dans l'économie des pays africains. Au Bénin, la filière cotonnière constitue une source de revenus pour la moitié de la population et représente 40 % des recettes en devises et 13% du Produit Intérieur Brut du pays (MAEP, 2017). Elle est également la filière la mieux organisée recevant le plus d'appuis techniques et financiers de l'état compte tenu du rôle majeur qu'elle joue dans l'économie du pays (Sodjinou et al.,

2015). Cependant, cette filière est confrontée aux fortes attaques de ravageurs et dépend fortement de l'usage des pesticides chimiques de synthèses. En effet, la lutte chimique basée sur l'utilisation des pesticides chimiques demeure le principal moyen de lutte contre les ravageurs du cotonnier au Bénin. Selon New Agriculturalist (2008), 90 % de l'ensemble des pesticides chimiques importés sont utilisés dans la production du coton au Bénin. La production du coton conventionnel est donc la plus grande consommatrice des pesticides et fertilisants chimiques (Traoré, 2008 ; Houdekon, 2010). L'utilisation excessive des intrants chimique constituait la norme et la quantité d'engrais disponible pour une campagne cotonnière au Bénin était 300 fois plus élevée que les doses recommandées par hectare (Matthess et al., 2005). Cette utilisation incontrôlée et abusive des intrants chimiques contribue certainement à l'augmentation des rendements du coton, mais constitue un danger pour la santé et pour l'environnement (Savadogo et al., 2006 ; Assogba, 2014). Ainsi, plusieurs études mettent en exergue la gravité des problèmes de santé humaine et animale, et de conservation des ressources naturelles, liés à l'utilisation des pesticides dans la production cotonnière (Westerberg, 2017 ; Glin et al., 2006).

Le changement de paradigme apparait donc comme une nécessité dans le système actuel de production cotonnière, pour faire face aux défis de santé, de préservation des écosystèmes, de la biodiversité et de l'adaptation aux changements climatiques (Pretty et al., 2011 ; Reganold et al., 2011 ; De Schutter, 2011). La promotion d'un système durable de production cotonnière s'impose. C'est dans ce contexte que le système de production du coton biologique a été introduit au Bénin vers la fin des années 1996, comme une alternative plus viable à la production du coton conventionnel (Glin et al., 2012). Ce système de production du coton gagne progressivement du terrain au Bénin. Ainsi, de 57 producteurs avec une superficie de 24 hectares en 1996 (OBEPAB, 2002), le nombre de producteurs du coton biologique était estimé à 2682 pour une superficie de 2065 hectares de terres, produisant 377 tonnes métriques de fibres biologiques en 2014 (Westerberg, 2017). Le développement progressif du système de production de coton biologique a suscité plusieurs études scientifiques. Ces études se sont surtout intéressées aux performances socio-économiques des systèmes de production biologique et conventionnelle (Berti et al., 2006 ; Zoundji, 2010 ; Westerberg, 2017 ; Dossa et al., 2018). Selon Assogba (2014), la problématique environnementale a été très peu abordée dans les études comparatives des deux systèmes de production du coton au Bénin. Il est donc urgent de combler ce gap de connaissances en vue de la durabilité de la filière cotonnière. La présente recherche vise à analyser les impacts sociaux, environnementaux et économiques des deux modes de production de coton dans la Commune de Kandi au Bénin en utilisant la méthode multicritère de prise de décision. Les

réultats de cette étude contribueront à la prise de décisions relatives à l'agriculture biologique ou conventionnelle et à la protection de l'environnement

## **Méthodologie**

### ***Zone d'étude***

La commune de Kandi est située au Nord-Est du Bénin dans le Département de l'Alibori. Elle s'étend entre 11°08'03'' Latitude Nord et 2°56'18'' Longitude Est avec une superficie de 3421 km<sup>2</sup> et limitée au Nord par la commune de Malanville, au Sud par la commune de Gogounou, à l'Est par la commune de Ségbana et à l'ouest par la commune de Banikoara (Dagbenonbakin et al., 2012). Cette commune est la principale zone de production du coton biologique au Bénin et la deuxième commune productrice du coton conventionnel du pays après celle de Banikoara (Dossa et al., 2018). Son climat est de type soudano sahélien avec une pluviométrie moyenne de 850 mm et caractérisée par une saison de pluie de Mai à Octobre et une saison sèche de Novembre à Avril. Les sols de la commune sont argileux, de type ferrugineux tropical lessivé à concrétions granito-gneissique. La végétation est composée de savane boisée, arbustive et herbacée avec des plages épineuses aux endroits soumis à une forte influence anthropique.

### ***Méthode de collecte de données***

La collecte des données a été faite en deux phases successives de Juillet à Octobre 2016. La phase exploratoire a consisté en une prise de contact, de reconnaissance et d'intégration dans le milieu d'étude. Au cours de cette phase, un guide d'entretien a été utilisé pour collecter les premières informations auprès de 12 agents du développement rural. Ces agents sont chargés de la promotion du coton conventionnel pour le compte du Secteur Communal de Développement Agricole (SCDA, Kandi) et du coton biologique pour le compte de l'Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique (OBEPAB). En effet, l'OBEPAB est une Organisation Non Gouvernementale (ONG) installée à Kandi depuis 1996 et qui fait la promotion de la production du coton biologique. Les discussions avec ces agents qui sont des personnes ressources ont porté sur leurs interventions en faveur du développement de la filière cotonnière, les caractéristiques des deux systèmes de production du coton, et leur perception de l'influence des différentes pratiques cotonnières dans le milieu. Au cours de la seconde phase ou la phase d'enquête approfondie, la méthode d'échantillonnage raisonné a permis de sélectionner 34 producteurs de coton conventionnel dont 45% de femmes et 59 producteurs de coton biologique (45% de femmes). La régularité dans la production cotonnière au cours des trois dernières années a été un critère de sélection des enquêtés. La collecte

des données a été faite à l'aide d'une interview structurée portant essentiellement sur la conception de l'environnement par les producteurs, leur perception de ses fonctions et les problèmes environnementaux liés à la production cotonnière.

### ***Méthode d'analyse de données***

La méthode d'analyse multicritère (MAM) a été utilisée pour le traitement des données. En effet, la MAM est un outil décisionnel permettant d'effectuer un choix parmi plusieurs options, lorsque les bénéfices ne sont pas entièrement quantifiables en valeur financière (Faq-logistique, 2019). Elle peut donc suppléer à certaines carences de l'analyse avantages-coûts. Selon Jouffret et al. (2015), la MAM est un ensemble de méthodes visant à fournir aux décideurs des outils leur permettant de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte. Dans la pratique environnementale, beaucoup d'auteurs ont montré l'efficacité de la MAM dans la prise de décision (Mena, 2000 ; Lacasse, 2016).

Pour cette étude, les critères retenus sont une adaptation de ceux utilisés par Lacasse (2016) pour comparer les modes d'agriculture intensive, conventionnelle, raisonnée et biologique au Québec. Ces critères couvrent les trois dimensions du développement durable que sont les dimensions environnementale, sociale et économique. Pour cette étude, 18 critères ont été retenus en fonction du contexte de la production du coton dans la zone d'étude. Ces critères sont présentés dans le tableau 1. La pondération desdits critères a été faite et varie de 1 à 3 selon l'influence de chaque critère sur le choix de la pratique agricole. Les différents niveaux de la pondération faite sont les suivants :

- 3 : le critère est trop influent dans le choix du mode de production (biologique ou conventionnel) ;
- 2 : le critère est influent dans le choix du mode de production (biologique ou conventionnel), et
- 1 : le critère est peu influent dans le choix du mode de production (biologique ou conventionnel).

En s'inspirant de la boussole bernoise de la cotation des critères (OCEE, 2008), des travaux de Trepanier (2015) et de Lacasse (2016), il a été demandé aux enquêtés d'attribuer à chacun des critères, une note allant de moins deux (-2) à plus deux (+2) tel que présenté ci-dessous.

- 2 : le mode de production (biologique ou conventionnel) a un effet négatif important sur ce critère ;
- 1 : le mode de production (biologique ou conventionnel) a un faible effet négatif sur ce critère ;

0 : le mode de production (biologique ou conventionnel) n'a pas d'effet particulier sur ce critère ;

+ 1 : le mode de production (biologique ou conventionnel) a un faible effet positif sur ce critère ;

+ 2 : le mode de production (biologique ou conventionnel) a un effet positif important sur ce critère.

Cette note attribuée par les enquêtées a été multipliée par la valeur de la pondération de chaque critère pour obtenir une cotation individuelle pour chaque critère. L'addition des notes ainsi obtenues a permis d'estimer le mode de production du coton le plus facilement applicable avec le moins d'impacts négatifs sur les trois sphères du développement durable. Au niveau de la sphère économique, seule la perception des producteurs a été prise en compte dans le travail.

**Tableau 1** : Représentation de la pondération des 18 critères servant à la réalisation de l'analyse multicritère pour la comparaison des modes de production biologique et conventionnels du coton

Sphères	Catégories	Critères	Interprétation	Pondération
Environnement	Ecosystème	1. Maintien de la diversité biologique de l'écosystème	Activité agricole constitue la principale préoccupation dans la vie de la faune, du milieu et selon le type de système agricole appliqué	3
		2. Couvert végétal	Une étape importante de la pratique agricole est le défrichage qui s'applique différemment selon le type de système utilisé	3
		3. Perte de l'habitat des espèces fauniques dans le milieu de culture	Agriculture nécessite la libération d'une étendue de terre pour son application en passant par le défrichage et le labour	2
		4. Dynamique / conservation de l'écosystème	Pratique agricole change le milieu de culture et l'aire protégée autour de laquelle elle est appliquée	2
	Atmosphère	5. Emission d'azote	Activité agricole est la principale source d'ammoniac atmosphérique qui est en partie produite par l'application d'engrais et l'utilisation des pesticides. Ainsi, le mode de culture utilisé a une influence.	2
		6. Emission de gaz à effet de serre	L'émission des GES est actuellement au cœur des débats politiques	3
		7. Emission de pesticides	Utilisation de pesticides constitue une préoccupation majeure de la société actuelle et les effets qui y sont reliés sont bien démontrés.	3
	Sol	8. Erosion des sols	Erosion des sols agricoles survient naturellement, et ceci, indépendamment du mode de culture agricole pratiqué. Cependant, certaines pratiques agricoles érodent plus le sol.	3
		9. Gestion de la fertilité des sols	Mode de culture influence la durabilité et la qualité du sol	3
		10. Travail / pression sur les terres de culture	Certains modes de cultures maximisent ou limitent le travail du sol, ce qui peut influencer la qualité du sol.	3
	Eau	11. Epandage de pesticides	Epandage de pesticides constitue une préoccupation majeure de la société actuelle. Bien souvent, une partie des pesticides appliqués dans les champs se retrouvent dans les plans d'eau et leurs effets sont bien réels.	2
	Social	12. Gestion l'espace cultivable	Choix de l'espace sur lequel établir un mode de culture donné dépend largement des types de cultures pratiquées par les autres producteurs du milieu.	3

Social	Agriculteur	13. Temps d'application de la technologie	Métier de producteur agricole exige de nombreuses heures de travail qui varient en fonction des pratiques agricoles utilisées.	2
		14. Santé	Certaines pratiques agricoles nécessitent une manipulation plus importante de produits chimiques et amènent ainsi, un risque plus élevé d'intoxication pour le producteur ou l'ouvrier agricole.	3
	Consommateur	15. Création d'emplois	Création et le maintien des emplois sont constamment à préconiser, puisque les usines d'égrenage constituent en grande partie, la base de notre société	3
Economie	Perception de l'agriculteur	16. Perception des coûts liés à la vente des récoltes (FCFA/tonne)	Plus les agriculteurs obtiennent un prix de vente élevé pour leurs récoltes, plus les rendements économiques de l'exploitation agricole vont augmenter	2
		17. Perception des coûts liés à l'achat des semences	Agriculteurs doivent se procurer annuellement d'intrants agricoles. Plus le coût des intrants est élevé, plus cela entraîne des dépenses supplémentaires et risque de diminuer la rentabilité financière de l'entreprise agricole.	2
		18. Perception de l'agriculteur sur le rendement agricole	Rendement des cultures est proportionnel aux potentiels de rentabilité. Une culture est plus productive, plus la rentabilité de l'entreprise a un potentiel élevé.	3

Source: Adaptation de Lacasse, 2016

## **Résultats et discussion**

### **Caractéristiques démographiques et socio-économiques des producteurs**

L'échantillon de recherche est composé de 55% de producteurs de sexe masculin (35% de producteurs de coton biologique et 20% de producteurs de coton conventionnel) et 45% de sexe féminin (29% de producteurs de coton biologique et 16% de producteurs de coton conventionnel).

L'âge moyen des producteurs de coton biologique dans la zone d'étude est 32 ans ( $\pm 09$  ans) et de 38 ans ( $\pm 07$  ans) pour les producteurs conventionnels. L'âge moyen des enquêtés montre que les jeunes sont plus engagés dans la production cotonnière dans la Commune de Kandi et les superficies moyennes qu'ils emblavent sont de 0,50 hectare pour la production biologique et de 5 hectares ( $\pm 02$  ha) pour la production conventionnelle. Les producteurs justifient cette différence de superficie observée par le fait que le mode de production biologique est plus contraignant que celui conventionnel. Ainsi, les producteurs du coton biologique préfèrent se concentrer sur une superficie réduite afin de bien l'entretenir et obtenir de meilleurs rendements.

### **Impact environnemental des modes de production de coton sur l'écosystème et l'atmosphère**

Il ressort de la Figure 1 et du Tableau 2 que selon les producteurs, l'agriculture biologique contribue plus au maintien de la biodiversité que l'agriculture conventionnelle qui favorise, plus la destruction du couvert végétal à travers la coupe des espèces végétales. Cette perception des acteurs s'explique par la conquête de nouvelles terres pour l'expansion de la production cotonnière dans la zone. Les producteurs ont également souligné que la conservation des espèces végétales en occurrence les ligneux, est une pratique fondamentale de l'agriculture biologique qui permet de fournir un habitat aux oiseaux et autres ennemis naturels des insectes ravageurs. Au niveau de la destruction de l'habitat de la faune, les producteurs des deux modes de production soutiennent que la production conventionnelle détruit plus l'habitat de la faune que celle biologique. En effet, pour ces derniers, le succès de la production conventionnelle amène les producteurs chaque année à défricher de nouvelles terres alors que dans le mode biologique, l'agriculteur reste plus longtemps sur la même terre. Compte tenu des exigences de l'agriculture biologique, les producteurs préfèrent souvent ne pas emblaver une grande superficie de terre. Ainsi, ce mode de production limite le défrichement de nouvelles terres qui entraîne la disparition de l'habitat des espèces fauniques.

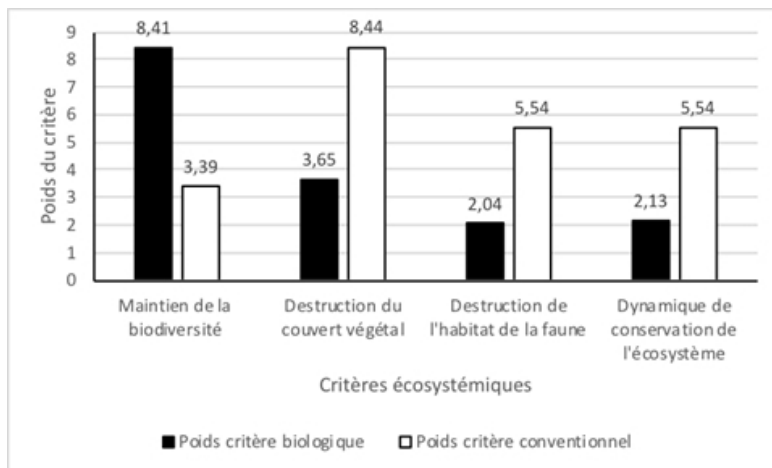
L'analyse du critère lié à la dynamique de conservation de l'écosystème ressort que la production biologique assure mieux la conservation de l'écosystème. Selon les producteurs, l'écosystème est assez dégradé après quelques années de production conventionnelle. En se référant



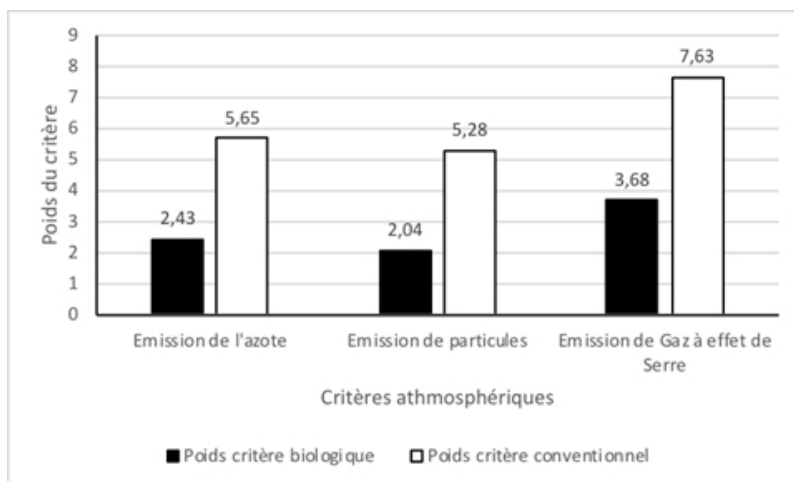
au Tableau 2 on observe que l'écosystème a obtenu la plus faible cotation (-17) pour le coton conventionnel et la plus forte cotation (+15) pour celui biologique. Ainsi, la production biologique assure mieux la conservation de l'écosystème que celle conventionnelle.

Les producteurs ont également observé que le mode conventionnel de production de coton émet plus d'azote que celui biologique. En effet, la production de coton conventionnel nécessite l'apport des intrants chimiques. L'utilisation des engrais chimiques de synthèse induit la chaleur (CO<sub>2</sub>) à travers la destruction de la fertilité de l'espace de culture et affaiblit à petit cout l'état du sol mise en culture. Par contre, le mode biologique de production de coton est un système plus naturel mais consiste à travailler le sol pour lui permettre de s'enrichir par lui-même. Pour ce qui est de l'émission de particules dans l'atmosphère, les producteurs de coton de la commune de Kandi estiment que le mode conventionnel de production de coton est plus à la base de ce phénomène. En effet, ces derniers se sont référés à l'odeur envaillissante des insecticides dans l'atmosphère lors des traitements des champs de coton conventionnel. Ces derniers mesurent en réalité le poids des dangers que découle l'utilisation des insecticides. Concernant l'émission de Gaz à Effet de Serre, les producteurs soutiennent que le mode conventionnel de production du coton émet plus de gaz que celui biologique. Ce résultat est en lien avec la destruction du couvert végétal, imputable à l'agriculture conventionnelle selon les enquêtés. En effet, le défrichement et les pratiques de brulis dans la production conventionnelle de coton, conduisent à l'émission de gaz. Mais les exigences du mode biologique interdisent de brûler les débris végétaux lors de la préparation du sol. Les producteurs sont obligés d'enfouir les débris végétaux dans le sol afin de permettre leur dégradation et leur incorporation comme matière organique.

Au regard de tout ce qui précède, le mode de production biologique maintient plus la biodiversité, participe moins à la destruction du couvert végétal, protège mieux l'habitat des espèces animales et assure une dynamique positive pour l'écosystème du milieu de production, comparativement au mode conventionnel qui a obtenu une faible cotation (-16). Il est prouvé que l'agriculture biologique est l'un des modes de production durable ayant pour objectif la conservation de l'écosystème (Mader et al., 2002 ; Lampkin et Measures, 2001 ; Reganold et al., 1990).



**Figure 1 :** Analyse comparée des effets sur l'écosystème des modes de production biologique et conventionnel du coton



**Figure 2 :** Analyse comparée des effets sur l'atmosphère des modes de production biologique et conventionnel du coton

**Tableau 2 : Evaluation des deux modes de production selon la cotation faite**

Sphères	Catégories	Critères	Pondération	Conventionnelle	Biologique	
Environnement	Ecosystème	1. Maintien de la diversité biologique de l'écosystème	3	-2	+2	
		2. Couvert végétal	3	-1	+1	
		3. Perte de l'habitat des espèces fauniques dans le milieu de culture	2	-2	+1	
		4. Dynamique / conservation de l'écosystème	2	-2	+2	
	<b>Total</b>				<b>-17</b>	<b>+15</b>
	Atmosphère	5. Emission d'azote	2	-2	+1	
		6. Emission de gaz à effet de serre	3	-2	+1	
		7. Emission de pesticides	3	-2	+2	
	<b>Total</b>				<b>-16</b>	<b>+11</b>
	Sol	8. Erosion des sols	3	-1	+1	
		9. Gestion de la fertilité des sols	3	-2	+2	
10. Travail / pression sur les terre de culture		3	-2	-1		
<b>Total</b>				<b>-15</b>	<b>+6</b>	
Eau	11. Epanchage de pesticides	2	-2	+2		
<b>Total</b>				<b>-4</b>	<b>+4</b>	
<b>Total de la sphère environnement</b>				<b>-52</b>	<b>+36</b>	
Social	Social	12. Gestion l'espace cultivable	3	-1	+2	
	<b>Total</b>				<b>-3</b>	<b>+6</b>
	Agriculteur	13. Temps d'application de la technologie	2	+1	-2	
14. Santé		3	-2	+2		
<b>Total</b>				<b>-4</b>	<b>+2</b>	
<b>Total de la sphère sociale</b>				<b>-7</b>	<b>+8</b>	
Economie	Consommateur	15. Création d'emplois	3	+1	-1	
	<b>Total</b>				<b>+3</b>	<b>-3</b>
	Perception de l'agriculteur	16. Perception des coûts liés à la vente des récoltes (FCFA/tonne)	2	-2	+2	
		17. Perception des coûts liés à l'achat des semences	2	-1	-1	
		18. Perception de l'agriculteur sur le rendement agricole	3	+1	-2	
<b>Total</b>				<b>-3</b>	<b>-4</b>	
<b>Total de la sphère économie</b>				<b>0</b>	<b>-7</b>	
<b>TOTAL GENERAL</b>				<b>-59</b>	<b>+37</b>	

### Impact environnemental des modes de production de coton sur le sol et l'eau

Le sol est le principal facteur de production en agriculture. Il représente de ce fait l'un des facteurs importants à considérer lorsqu'il s'agit d'analyser les effets environnementaux de l'agriculture. La Figure 3 présente les effets sur le sol de trois paramètres identifiés (érosion du sol ; durée de fertilisation du sol et pression physique due aux pratiques agricoles) pour apprécier l'impact des pratiques agricoles biologique et conventionnelle de production cotonnière.

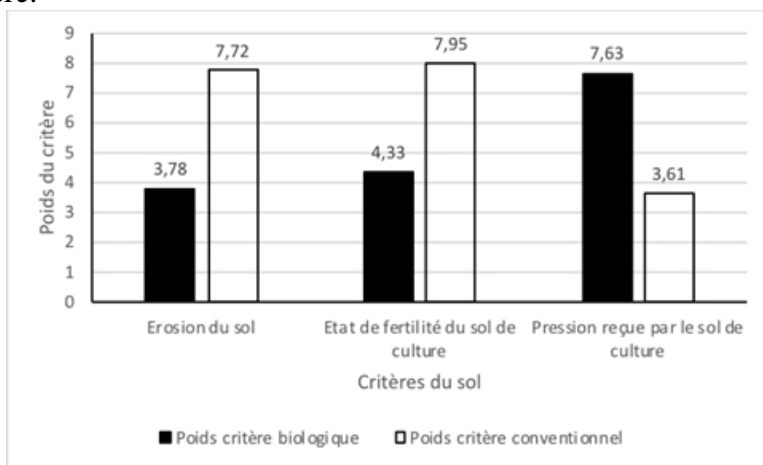


Figure 3 : Analyse comparée des effets sur le sol des modes de production biologique et conventionnel du coton

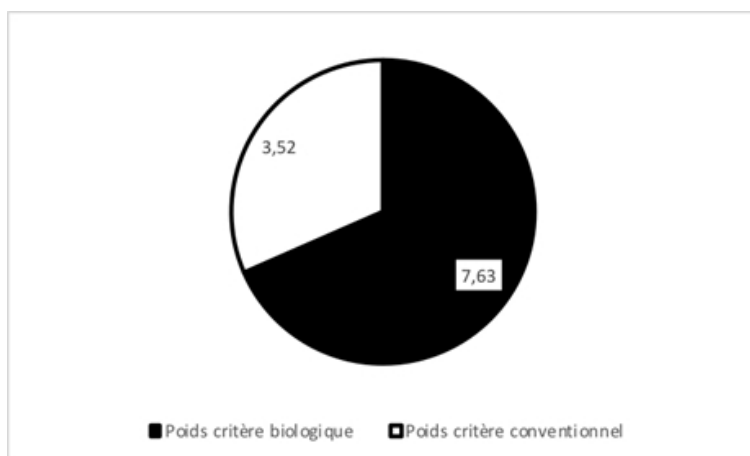


Figure 4 : Analyse comparée des effets sur l'eau des modes de production biologique et conventionnel du coton

Il ressort de la Figure 3 et du Tableau 2 que la production biologique détruit moins le sol que la production conventionnelle à travers l'utilisation excessive des produits chimiques de synthèse. En effet, la production

cotonnière généralement nécessite une abondante fertilisation du sol. Or le mode de production biologique est un mode de production qui consiste à travailler physiquement le sol sans apport d'intrant chimique comme fertilisant. Toutefois, pour une bonne croissance du végétal, un apport d'engrais organique est fait, afin de produire sans épuiser l'espace de culture. En ce qui concerne le maintien de la fertilité du sol, il est remarqué une réduction de la vitesse d'épuisement de la fertilité des sols sous production biologique. Ce constat fait par les producteurs pourrait s'expliquer par les principes biologiques de production de coton. Ce résultat vient confirmer ceux de Oehl et al. (2004) et Pimentel et al. (2005) qui ont prouvé l'impact positif des pratiques biologiques sur le maintien du sol en production biologique. En effet, le maintien sur une période plus ou moins longue du niveau de fertilité des sols en production biologique pourrait s'expliquer par l'enfouissement de la matière organique ; un principe cher au mode de production biologique. De plus, la non utilisation d'engrais chimique permet de rehausser la présence de micro-organisme dans le sol ; ce qui favorise une bonne décomposition des matières organiques. Cette activité des micro-organismes est renforcée par la non utilisation du feu pour brûler la matière organique. Ce résultat corrobore ceux de Oehl et al. (2004) et Crowder et al. (2012) qui ont ressorti les effets du feu de végétation comme l'un des facteurs limitant dans la durabilité de conservation de l'espace de culture. Ainsi, la production biologique maintient mieux le niveau de fertilité du sol comparativement à la production conventionnelle.

Cependant, au niveau du critère concernant la pression dans les espaces de culture, il ressort qu'il y a une diminution apaisée de dégât dans la production conventionnelle. Les résultats de cette étude montrent que le mode de production biologique impacte plus physiquement le sol comparativement au mode de production conventionnelle. On en déduit donc que la production biologique assure peu la conservation de la fertilisation du sol comparativement à la production conventionnelle. Dans l'ensemble des critères de sol, on retient des producteurs des deux modes de production que la production conventionnelle est responsable des menaces au niveau du sol à savoir l'érosion du sol ; la durabilité de la fertilité du sol mais réduit aussi la pression que reçoivent les espaces mis en culture.

Pour analyser l'impact des modes de production sur l'eau, c'est le critère épandage de pesticide qui a été considéré. La Figure 4 présente l'impact perçu sur l'eau de l'épandage de pesticides en agriculture par les producteurs de coton. On observe que le mode d'épandage de pesticide dans le système conventionnel de production cotonnière est à la base de la contamination des plans d'eau. En effet, dans les zones de production, il est courant d'apprendre que suite au traitement du coton par les pesticides chimiques de synthèse, les animaux ou encore les populations humaines se sont intoxiquées en buvant

l'eau des cours d'eau. Cette situation s'explique par le lessivage des feuilles par l'eau de pluie, suite à la pulvérisation et leur ruissellement vers les cours d'eau.

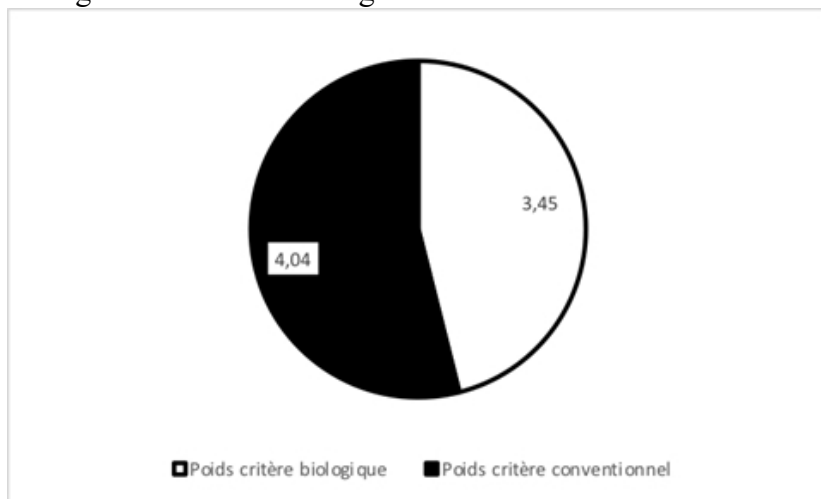
On retient que la production biologique de coton assure la conservation de l'environnement au regard des paramètres considérés. Les mêmes producteurs ont estimé que la production biologique de coton reste sans doute un système de production d'intérêt environnemental, vu que son application crée moins de problèmes environnementaux comparativement à la production conventionnelle de coton. Ces résultats confirment ceux de Vognan et al. (2017) qui montrent que le mode de production du coton conventionnel dépend essentiellement des produits chimiques de synthèse.

### **Impact social des modes de production de coton**

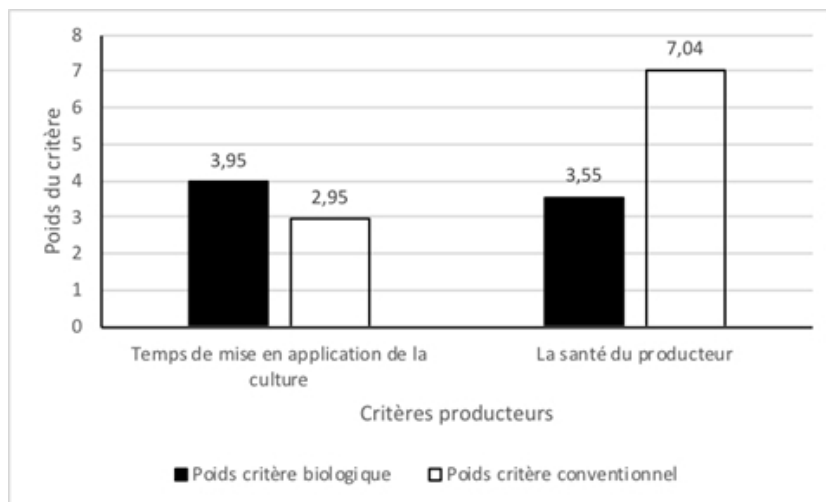
La Figure 5 présente les contraintes que les producteurs perçoivent de la gestion de l'espace de culture dans les deux modes de production. La pratique de l'agriculture biologique a été identifiée comme trop contraignante, notamment le choix de l'espace de culture. En effet, avant de retenir un champ pour la culture du coton biologique, il faudrait faire valider le choix de la parcelle par les responsables en charge de la production biologique. Le champ doit respecter certaines conditions telles que l'isolement avec les champs voisins, l'accessibilité etc. qui ne sont pas toujours faciles à obtenir surtout que certaines d'entre elles dépendent du voisinage. Or si le champ qui reçoit la culture ne respecte pas les dispositions requises, le coton qui en sortira ne sera pas homologué et donc ne pourra pas être vendu comme biologique.

La Figure 6 présente la perception des agriculteurs du temps à consacrer à l'application de chaque mode de culture ainsi que l'effet de chaque mode sur la santé des acteurs. La production biologique du coton se révèle être celle qui nécessite plus de temps de travail selon les producteurs. Les travaux réalisés par Dossa et al. (2018) au Bénin et Vognan et al. (2017) au Burkina-Faso, confirment que le système biologique nécessite plus de temps de travail que le système conventionnel. En effet, l'apport organique et le traitement phytosanitaire en production biologique nécessite de la part du producteur beaucoup de temps de préparation. Contrairement à la culture conventionnelle pour laquelle les producteurs reçoivent des engrais et pesticides prêts à être utilisés, il revient aux producteurs de coton biologique de préparer eux-même son bio-pesticide et d'apporter de la fumure organique dans son champ. Ces différentes opérations demandent plus de temps de travail et limitent la pratique de l'agriculture biologique. Cependant, dans le mode conventionnel de production, la manipulation des pesticides chimiques de synthèse cause des problèmes de santé aux producteurs (cas d'intoxication dus aux mauvaises utilisations). Ainsi, la production biologique de coton, quoique pénible en

termes de charges de travail, reste socialement intéressante avec moins d'impact négatif sur la santé des agriculteurs.



**Figure 5 :** Analyse comparée des effets sur le social des modes de production biologique et conventionnel du coton



**Figure 6 :** Analyse comparée des effets sur la santé des modes de production biologique et conventionnel du coton

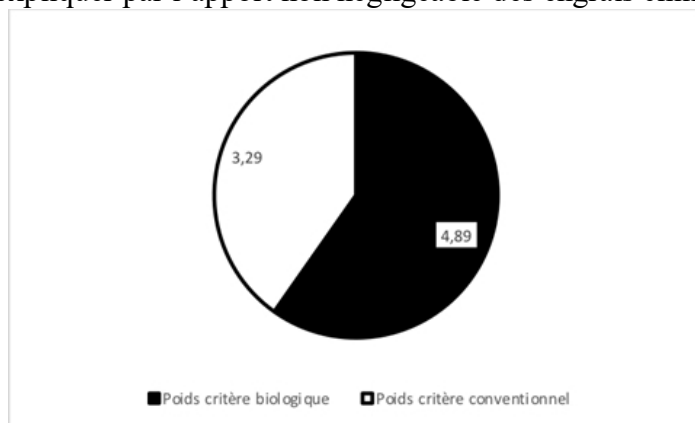
### **Impact économique des modes de production de coton**

La Figure 7 montre que la production biologique crée plus d'emploi que la production conventionnelle. Dans le même temps, les coûts de production en agriculture conventionnelle sont plus élevés qu'en agriculture biologique (Figure 8). En effet, il existe une grande différence au niveau des intrants utilisés dans les deux modes de production. Selon les agriculteurs, les intrants utilisés en production conventionnelle sont plus coûteux que ceux utilisés en agriculture biologique. On en déduit que le système de production

biologique ne nécessite pas trop de moyen financier pour son application, comparativement au mode de production conventionnelle où le moyen financier tient une part non négligeable. A cet effet, la production biologique pourrait donc être considérée comme une option politique pertinente pour soutenir les petits producteurs agricoles.

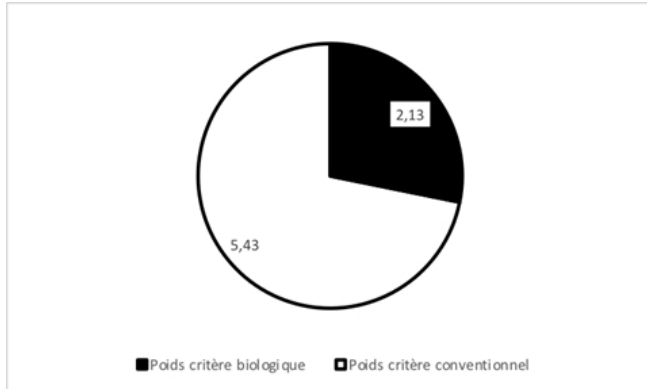
Concernant le revenu tiré des deux modes de production, la Figure 9 permet de ressortir que le mode de production biologique présente un avantage économique comparativement au mode conventionnel de production. Par ailleurs, les producteurs des deux systèmes expliquent cela par le fait que la tonne de coton biologique est plus chère que celle du coton conventionnel (312 000F la tonne de coton biologique contre 260 000F pour la tonne de coton conventionnel (OBEPAB, 2013). Ce résultat est contraire à celui de Pimentel et al. (2005) et pourrait s’expliquer par le fait que les producteurs ne tiennent pas compte de certains coûts liés à la production biologique du coton. En effet, dans la zone d’étude, la plupart des intrants organiques sont confectionnés par les producteurs qui sont accompagnés des structures en charge de la production biologique. Ainsi, les charges qui sont liées à la confection de ces intrants ne sont prises en compte dans l’évaluation économique faite par les producteurs. De plus, la production biologique du coton fait intervenir des primes qui sont payés aux producteurs lors de la commercialisation du coton. L’ajout de ce prime au prix de vente du coton biologique rend sa culture plus rentable que celle du coton conventionnel aux yeux des producteurs.

Pour ce qui est du rendement, il ressort de l’analyse de la Figure 10, que les rendements sont plus élevés au niveau de la production conventionnelle. En effet, selon leur expérience, les producteurs conventionnels détiennent les rendements de production les plus élevés. Ceci pourrait s’expliquer par l’apport non négligeable des engrais chimiques.

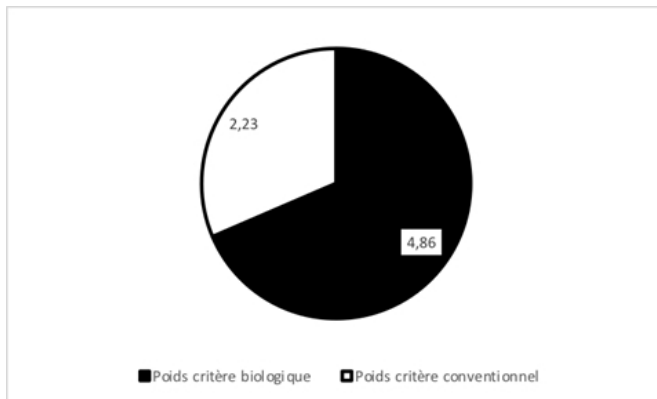


**Figure 7 :** Analyse comparée des effets sur la création d’emplois des modes de production biologique et conventionnel du coton

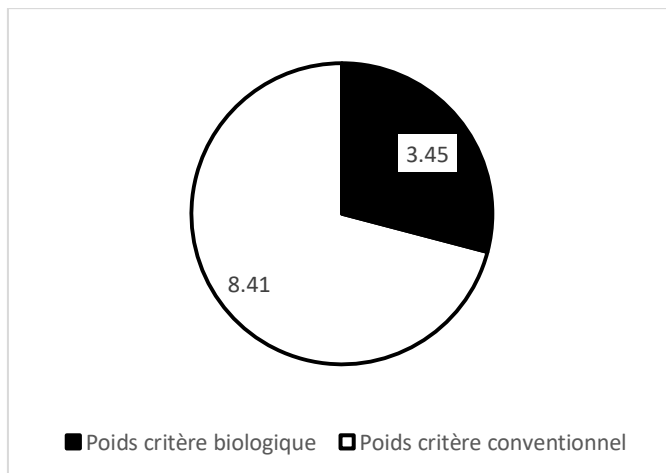




**Figure 8 :** Analyse comparée des effets sur le coût de production des modes de production biologique et conventionnel du coton



**Figure 9 :** Analyse comparée des effets sur le coût de récolte des modes de production biologique et conventionnel du coton



**Figure 10 :** Analyse comparée des effets sur le rendement des modes de production biologique et conventionnel du coton

## Conclusion

Cette étude comparative des modes de production de coton conventionnel et biologique révèle sur le plan environnemental que le mode biologique de production de coton a obtenu la plus forte cotation. Ainsi, les producteurs reconnaissent que la production biologique assure mieux la protection et la conservation de l'environnement comparativement à la production conventionnelle. Au plan social, les résultats ont montré que le mode de production biologique présente moins d'effet négatif sur la santé des producteurs. Cependant, la production biologique nécessite beaucoup de temps de travail de la part des producteurs. Ceci constitue une limite à l'extension des superficies des cultures biologiques. Au plan économique, les producteurs estiment que le mode conventionnel de production de coton donne un rendement assez élevé et permet aux producteurs d'avoir aussi un revenu assez important comparativement à la production biologique. Cependant, ils reconnaissent également que le mode conventionnel de production de coton nécessite un coût de production assez élevé à comparer à celui du mode biologique.

De l'analyse des deux modes de production sur les trois précédents plans, on observe que le mode de production de coton conventionnel a obtenu le plus faible résultat (-59) tandis que le mode biologique détient le plus fort résultat (+37). Par conséquent, la production biologique de coton reste le meilleur mode au vu des paramètres considérés dans l'étude. Les résultats ainsi obtenus avec l'analyse multicritère peuvent être discutables et peuvent aussi varier en fonction des critères sélectionnés, de la perception des enquêtés et de la connaissance des chercheurs. Toutefois, ces résultats peuvent servir de boussole dans les politiques de promotion d'une agriculture durable, surtout dans le contexte particulier des changements climatiques.

## References:

1. Assogba CG. (2014). Représentations de l'environnement et adoption des pratiques durables de production par la coton culture du Bénin. Thèse de doctorat, Université de Liège/Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 204 p.
2. Berti F., Hof JL., Zagbaï HS., Lebailly P. (2006). Le coton dans le Monde, place du coton africain et principaux enjeux. In *Biotechnol. Agron.Soc.Environ.* 10(4), 271-280.
3. Crowder, D. W., Northfield, T.D., Gomulkiewicz, R., Snyder, W. E. (2012). Conserving and promoting evenness: organic farming and fire-based wildland management as case studies. *Ecology*, 93(9) : 2001–2007.
4. Dagbenonbakin GD., Chougourou CD., Ahoyo Adjovi NR., Fayalo G., Djenontin JPA., Igue AM. (2012). Effets agronomiques du

- compost et du N14P23K14S5B1 sur la production et les caractéristiques du rendement de coton-graine au Nord Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), Numéro spécial Coton, Septembre 2012.
5. De Schutter, O. (2011). How not to think of land-grabbing: three critiques of large-scale investments in farmland. *Journal of Peasant Studies* 38(2):249-279.
  6. Dossa F., Miassi Y.(2018). Facteurs Socio-Economiques Influençant L'adoption de Coton Biologique au Nord-Est du Bénin: Cas de la Commune de Kandi. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 2018, 6 (2), pp.577-584.
  7. Faq-logistique. (2019). L'analyse multicritère. In Faq-logistique. Multicritères. <https://www.faq-logistique.com/Multicriteres.htm> (Consulté: 23/10/2019).
  8. Glin LC., Mol APJ., Oosterveer P., Vodouhe DS. (2012). Governing the transnational organic cotton network from Benin. *Global Network*, 12(3), 333-354.
  9. Glin LC., Kuiseau J., Thiam A., Vodouhe DS., Dinham B., Ferrigno S. (2006). Living with Poison: Problems of Endosulfan in West Africa Cotton Growing Systems. Pesticide Action Network UK, London.
  10. Jouffret, P. Labalette, F., Parachini, E. (2015). Analyse multicritère de la production de soja dans des exploitations agricoles contrastées du Sud-Ouest de la France. *OCL*, 22 (5): 1-12.
  11. Lacasse C. (2016). Analyse comparative de quatre modes d'agriculture du blé au Québec : intensive, conventionnelle, raisonnée et biologique. Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable (CUFE) en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.).
  12. Lampkin N., Measures M. (2001). *Organic Farm Management Handbook: Organic Farming Research Unit*. Institute of Rural Studies, University of Wales, Aberystwyth.
  13. Mader P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296, 1694–1697.
  14. MAEP (2017). *Plan Stratégique du Développement du Secteur Agricole (PSDSA)*, Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP).
  15. Matthes A., van den Akker E., Chougourou D., Midingoyijun S. (2005). Le coton au Bénin : Compétitivité et durabilité de cinq systèmes culturaux cotonniers dans le cadre de la filière. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GmbH) Coopération*

- Technique Al lemande. Imprimerie Minute, 03 B. p. 1354, Cotonou, Bénin.
16. Mena SB. (2000). Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la Décision. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2000 4 (2), 83-93.
  17. New Agriculturalist (2008). Country Profile - Benin. Disponible sur <http://www.new-ag.info/en/country/profile.php?a=389> (dernière consultation: 23/04/2019).
  18. OBEPAB (2002). Le Coton au Benin: rapport de consultation sur le coton conventionnel et le coton biologique au Benin. PAN UK's Pesticides, Poverty and Livelihoods project.
  19. OBEPAB (2013). Rapport de mission de formation en Ethiopie sur : Utilisation de l'aliment complémentaire (Bénin Food) pour lutter contre les ravageurs du cotonnier.
  20. OCEE (2008). La boussole bernoise du développement durable. In Office de la coordination environnementale et de l'énergie (OCEE). La direction. Portrait de la direction. Dossiers. Développement durable. Évaluation de la durabilité.
  21. Oehl, F., Sieverding, E., Mäder, P., Dubois, D., Ineichen, K., Boller, T., Wiemken, A. (2004). Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia*, 138 (4): 574 – 583.
  22. Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., Seidel, R. (2005). Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *BioScience*, 55 (7): 573 – 582.
  23. Pretty J., Toulmin C., Williams S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9: 5-24.
  24. Reganold JP., Papendick RI., Parr JF. (1990). Sustainable agriculture. *Scientific American* 262, 112-120.
  25. Reganold P., Jackson-Smith D., Batie SS., Harwood RR., Kornegay JL., Bucks D., Willis P. (2011). Transforming US agriculture, *Science*, 332 (6030) (2011), pp. 670-671
  26. Savadogo PW., Traoré O., Topan M., Tapsoba KH., Sedogo PM, Bonzi-Coulibaly LY. (2006). Variation de la teneur en résidus de pesticides dans les sols de la zone cotonnière du Burkina- Faso. *Journal Africain des Sciences de l'Environnement*, Numéro 1, 29-39p.
  27. Sodjinou E., Glin LC., Nicolay G.,Tovignan S., Hinvi J. (2015). Socioeconomic determinants of organic cotton adoption in Benin, West Africa. *Agric. Food Econ.*, vol. 3, no 12, p. 22, 2015.
  28. Traoré O. (2008). Les succès de la lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier en Afrique de l'Ouest. 67ème réunion plénière de l'ICAC. Ouagadougou (Burkina Faso), 16-21 novembre 2008, 11 p.

29. Trepanier K. (2015). Analyse environnementale et socio-économique de la production de canneberges au Québec en fonction des principes de développe. Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable. Université de Sherbrooke.
30. Vognan G., Glin L., Bamba I., Ouattara BM., Nicolay G. (2017). Analyse comparative de la rentabilité des systèmes de production de coton biologique, conventionnel et transgénique au Burkina Faso, p. 12-24. *Tropicultura*, 2017 vol. 35 N° 1.
31. Westerberg V. (2017). L'économie de la production de coton conventionnel et biologique. Une étude de cas de la commune de Banikoara au Bénin. Rapport soumis à l'Initiative de l'économie de la dégradation des terres.
32. Zoundji C G. (2010). Are women behind the shift to organic agriculture? In *Puzzles for innovation: Case studies from Asia and Africa*. Book edited by ILEIA, Centre for Learning on Sustainable Agriculture Wageningen, the Netherlands.

## **Facteurs Explicatifs de la Pratique Contraceptive Moderne des Femmes Fréquentant les Formations Sanitaires du District de Youwarou au Mali**

***Sylla O.,***

Centre de Santé de Référence de Youwarou,  
Direction Régionale de la Santé de Mopti, Mali

***Djourdebbe F. B.,***

Institut de Formation et de Recherche Démographiques (IFORD),  
Université de Yaoundé II, Cameroun

***Kante S.,***

Centre de Santé de Référence de Youwarou,  
Direction Régionale de la Santé de Mopti, Mali

***Dembélé F.,***

Centre National d'Appui à la Lutte Contre la Maladie. Bamako, Mali

***Keita Z.,***

Consultant Indépendant en Santé – Association la Rage en Afrique de l'Ouest,  
RIWA/REAO, Mali

***Goita S.,***

Consultant en Sciences Sociale, Analyste des Politiques et Programmes de  
Population et Santé, Bamako, Mali

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p195 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p195](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p195)

---

### **Résumé**

**Objectif :** Mettre en exergue les déterminants de la pratique contraceptive moderne des femmes fréquentant les centres de santé du district de Youwarou au Mali. L'étude part du constat que la situation sanitaire est non satisfaisante avec un faible taux de fréquentation des centres de santé qui est de 15 %, exacerbée par la crise sécuritaire déclenchée en 2012. Ainsi, le taux d'utilisation des méthodes contraceptives modernes est également très faible soit 1,07%. En effet, l'utilisation de la contraception moderne selon la cinquième Enquête Démographique et de Santé du Mali (EDSM-5) est de 9,6% au niveau national et de 2,7% dans la région de Mopti. **Méthode :** Etude transversale quantitative dont l'enquête fut réalisée du 1<sup>er</sup> mai au 30 juin 2015, et a porté sur 200 femmes âgées de 15-49 ans fréquentant les 07 centres de santé dans le district de Youwarou. Les données collectées par un

questionnaire ont été vérifiées, compilées à l'aide du logiciel le Sphinx Plus<sup>2</sup> version 4.5, puis transférées sur le logiciel stata 10 pour l'analyse statistique. Pour l'analyse des données, nous avons eu recours à deux méthodes dans ce travail : la méthode d'analyse descriptive (analyse bivariée) et la méthode d'analyse explicative (analyse multivariée). **Résultats :** L'étude montrent que la prévalence contraceptive moderne est de 8,8%. Les femmes de centre de Guidio-sare utilisent les contraceptives modernes plus que leurs consœurs du district. Enfin les déterminants de la pratique contraceptive sont notamment l'ethnie, l'âge et le statut matrimonial de la femme. **Conclusion :** A la lumière de cette étude, nous suggérons qu'un accent particulier doit être mis sur les déterminants révélés afin de promouvoir les méthodes contraceptives modernes.

---

**Mots-cles:** Contraception Moderne, Mali, Milieu Rural, Planification Familiale, Youwarou

## **Explanatory Factors of Modern Contraceptive Practice of Women Attending Sanitary Training in Youwarou District, Mali**

***Sylla O.,***

Centre de Santé de Référence de Youwarou,  
Direction Régionale de la Santé de Mopti, Mali

***Djourdebbe F. B.,***

Institut de Formation et de Recherche Démographiques (IFORD),  
Université de Yaoundé II, Cameroun

***Kante S.,***

Centre de Santé de Référence de Youwarou,  
Direction Régionale de la Santé de Mopti, Mali

***Dembélé F.,***

Centre National d'Appui à la Lutte Contre la Maladie. Bamako, Mali

***Keita Z.,***

Consultant Indépendant en Santé – Association la Rage en Afrique de l'Ouest,  
RIWA/REAO, Mali

***Goita S.,***

Consultant en Sciences Sociale, Analyste des Politiques et Programmes de  
Population et Santé, Bamako, Mali

---

### **Abstract**

**Objective:** Highlight the determinants of modern contraceptive practice among women attending health centers in the Youwarou health district of Mali. The study was carried out based on the observation that the health situation is unsatisfactory with a low utilization rate of health centers is 15%, exacerbated by the security crisis triggered in 2012. Thus, the rate of use of modern contraceptive methods is also very low is 1.07%. Indeed, the use of modern contraception according to the fifth Demographic and Health Survey of Mali (EDSM-5) is 9.6% at the national level and 2.7% in the Mopti region. **Methods:** A quantitative cross-sectional study was carried out from May 1<sup>th</sup> to June 30<sup>th</sup> 2015, and covered 200 women aged 15-49 attending the 07 health centers in the district of Youwarou. The data collected by a questionnaire was verified, compiled using the software Sphinx Plus<sup>2</sup> version 4.5, and then transferred to the Stata 10 software for statistical analysis. For data analysis, two methods were used in this work: the descriptive analysis



method (bivariate analysis) and the explanatory analysis method (multivariate analysis). **Results:** The study shows that modern contraceptive prevalence is 8.8%. women of Guidio-sare Center use modern contraceptives more than their sisters of district. Finally, the determinants of contraceptive practice include the ethnicity, age and marital status of women. **Conclusion:** In the light of this study, we suggest that emphasis should be placed on the identified determinants in order to promote modern contraceptive methods.

---

**Keywords:** Family planning, Mali, modern contraception, rural areas, Youwarou

### **Introduction**

Dans les pays en développement, les besoins en planification familiale de plus de 225 millions de femmes demeurent actuellement insatisfaits (UNFPA, 2016). Ces femmes qui souhaitent éviter les grossesses, n'utilisent cependant aucun moyen de contraception moderne. Cette situation serait due à plusieurs facteurs tels que l'offre de services de planification familiale insuffisamment disponible, inaccessible, ou trop coûteuse, ainsi que le comportement peu courtois des prestataires (Knerr et al., 2015).

Au Mali, la réduction du taux d'accroissement de la population est une priorité nationale. Pourtant, l'analyse de la situation montre que le niveau d'utilisation de la contraception reste faible (9.6%). Au regard de l'évolution sur les deux dernières décennies, la pratique contraceptive reste assez marginale. Cette situation soulève des interrogations quant à l'efficacité de différentes stratégies adoptées par les autorités après plus d'un quart de siècle d'activité de planification familiale (CPS/MSHP, INSTAT/MEF, & CEIS, 2014).

Dans ce sens, cet article porte sur le cercle de Youwarou qui connaît un grand retard de développement par rapport aux autres cercles de la région, voire du Mali. Lors de l'EDSM 5, les enquêteurs n'ont pu se rendre dans la ville de Youwarou pour la collecte des données puisqu'elle était sous occupation des groupes armés pendant la période de l'enquête. De plus, le cercle de Youwarou a rarement fait l'objet d'étude en matière de santé, en général et de planification familiale, en particulier.

Située dans le delta central du Niger, la ville de Youwarou est caractérisée par une multitude de cours d'eaux, d'où son extrême enclavement. En période de décrue, on parcourt 120 km pour rallier le chef-lieu de région Mopti. En période de crue, cette distance est estimée à plus de 535 km. La même difficulté de communication existe entre les centres de santé communautaires et le centre de santé de référence, et entre les villages et les centres de santé communautaires. Ceci pourrait expliquer le faible taux d'utilisation des services de santé et le coût élevé de certaines prestations telles

que les frais de transport lors des références ou des évacuations ainsi que le faible taux de fréquentation des centres de santé qui est de 15 % (Ministère de la Santé, 2014).

## **Méthodes**

L'étude est descriptive transversale quantitative. L'enquête s'est déroulée du 1<sup>er</sup> mai au 30 juin 2015 dans les huit (08) centres de santé communautaire du district de Youwarou. Elle concerne les femmes âgées de 15-49 ans révolus qui résident depuis au moins 3 mois dans le district et venues au centre de santé communautaire pour n'importe quelle raison. En revanche, les femmes remplissant les critères ci-dessus mais qui refusaient de participer à l'enquête, les femmes en travail d'accouchement ainsi que celles qui étaient enceintes n'ont pas été retenues. Nous partons sur la base que les femmes qui fréquentent les centres de santé ont les mêmes caractéristiques que les autres femmes de la population générale, ce qui pourrait nous permettre d'étendre nos résultats aux femmes du district de Youwarou. L'étude a porté sur 200 femmes âgées de 15-49 ans fréquentant les centres de santé communautaires du district de Youwarou.

Nous avons élaboré un questionnaire comprenant les caractéristiques socio-culturelles, sociodémographiques, socio-économiques, les pratiques en matière de planification familiale, notamment l'utilisation d'une méthode contraceptive. Après avoir obtenu l'accord du médecin chef du district sanitaire de Youwarou par mail, nous avons envoyé le questionnaire par mail. Ce dernier, après avoir imprimé le questionnaire, l'a distribué aux directeurs techniques des centres de santé communautaires. Ces derniers ont procédé à l'interview des premières femmes venues dans les différentes formations sanitaires.

Dans cette étude, nous distinguons deux types de variables : une variable dépendante et des variables indépendantes. La variable dépendante est dans ce cas l'utilisation des méthodes contraceptives modernes. Cette variable comprend deux modalités : Oui, lorsque la méthode contraceptive moderne est utilisée et Non dans le cas contraire. Les variables indépendantes utilisées sont notamment la commune de résidence, l'ethnie, le niveau d'instruction de la femme, la profession, l'âge de la femme, la possession d'enfants, le nombre d'enfants désirés, le statut matrimonial et le désir de contracter une grossesse.

Les données collectées ont été vérifiées, compilées à l'aide du logiciel le Sphinx Plus<sup>2</sup> version 4.5, puis transférées sur le logiciel Stata 10 pour l'analyse statistique. Pour l'analyse des données deux méthodes ont été utilisées : la méthode d'analyse descriptive (analyse bivariée) et la méthode d'analyse explicative (analyse multivariée).

**Analyse bivariée :** L'analyse bivariée a permis de croiser tour à tour chaque variable indépendante avec l'utilisation de la contraception moderne (variable dépendante), afin d'apprécier l'association au niveau brut. Cette association sera perçue par rapport au seuil de 5% ; c'est-à-dire, lorsque la probabilité statistique de khi-deux est inférieure au seuil de 5%, il y a une relation significative entre la variable explicative et l'utilisation de la contraception moderne. Dans le cas contraire, il n'y a pas de relation significative.

Les tableaux croisés issus de l'analyse bivariée permettent de faire une présomption des liens. Cette méthode ne reste que descriptive et n'explique pas profondément le pourquoi de la relation existante entre variable dépendante et variable indépendante. Nous avons ainsi recouru à une méthode plus approfondie (analyse multivariée).

**Analyse explicative :** Il s'agit ici, au-delà des associations éventuelles au niveau bivarié, d'identifier les variables qui sont susceptibles d'expliquer l'utilisation de la contraception moderne. La régression logistique a été utilisée compte tenu de la nature de la variable dépendante (dichotomique). Il a été précisément question d'estimer l'effet net des variables associées à la pratique contraceptive moderne par les femmes au moment de l'enquête.

#### **Aperçu sur la régression logistique : Principe de la méthode**

Soit Y une variable dépendante et n variables indépendantes  $X_i$  ( $i= 1, 2...n$ ) en retenant que la variable Y est qualitative et dichotomique (elle prend la valeur 0 et 1). On transforme les modalités des variables indépendantes en des variables- modalités que l'on introduit toutes (sauf celles qui servent de référence) dans le modèle suivant la procédure choisie (en même temps ou par groupe de variables modalités relatives à une variable  $X_i$  dans le cas de la régression pas à pas).

Soit  $Y=1$  si l'événement étudié se réalise et P la probabilité qui lui est associée, le modèle logistique permet d'estimer la probabilité de l'occurrence de l'événement étudié. Le modèle s'écrit alors :  $Z = \text{logit}(P) = \log(P/1-P)$  avec  $Z = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_k X_k$  et  $P = 1/1 + e^{-Z}$

$b_0$  est une constante du modèle et s'interprète comme «l'effet» de la catégorie de référence. Autrement dit,  $b_0$  permet de calculer la probabilité de Y lorsque les variables modalités sont nulles.

**Interprétation des résultats :** La plupart des logiciels fournissent deux types de résultats : les coefficients des variables-modalités et les odds ratio (rapport des cotes) qui sont associés. L'interprétation par les coefficients est difficile. Par exemple, un coefficient négatif signifie que le log odds décroît d'une proportion équivalente au coefficient pour tout accroissement unitaire de la variable dépendante, toutes choses étant égales par ailleurs. Ce qui varie en fonction de la variable des X est le log odds et non la probabilité, d'où la difficulté de l'interpréter directement. Par contre, l'interprétation par les odds

ratio est plus instructive. Si  $b$  est négatif et  $e^b < 1$ , les individus appartenant à la modalité considérée de la variable indépendante ont  $(1 - e^b)$  moins de chance de subir l'événement étudié. Si  $b$  est positif et  $e^b > 1$ , les individus appartenant à la modalité de la variable indépendante ont  $(e^b - 1)$  plus de chance de subir l'événement étudié. On dira qu'il n'y a pas de relation si  $b=0$  et  $e^b=1$ .

L'adéquation du modèle sera évaluée à partir de la probabilité associée au khi-deux. Dans ce travail, le modèle sera jugé adéquat si cette probabilité est inférieure à 5%. Par ailleurs, la valeur du khi-deux permet de calculer le pseudo R<sup>2</sup>, c'est-à-dire la proportion de la variation du phénomène expliqué par le modèle.

Le modèle fournit aussi le coefficient de corrélation partielle qui mesure le niveau de liaison entre chaque variable indépendante et la variable dépendante (Kobiane, 2002). La probabilité associée à cet indicateur sera utilisée pour identifier les variables qui déterminent l'utilisation de la contraception moderne.

En ce qui concerne le risque d'utilisation, le modèle fourni pour chaque variable indépendante introduit une probabilité de significativité du paramètre pour chacune des modalités. Lorsque cette probabilité est inférieure à 5%, nous concluons qu'il existe un différentiel de l'utilisation de la contraception moderne entre les femmes appartenant à la modalité considérée et celles de la modalité de référence. Pour les analyses statistiques, nous avons opté d'une part pour l'examen des associations entre la variable dépendante et les variables explicatives au moyen de la statistique Khi-deux pour identifier les différentiels de l'utilisation de la contraception moderne et d'autre part, pour la régression logistique pour l'identification des facteurs explicatifs. Alors, avant de vérifier les effets nets des variables indépendantes sur l'utilisation des méthodes contraceptives, cherchons à comprendre d'abord quelles sont les variables qui sont significativement associées à cette dernière.

**Considérations éthiques :** L'identité des personnes soumises au questionnaire a été protégée, le questionnaire étant anonyme. La participation à l'enquête était volontaire et sans contrainte. Le choix de ne pas se soumettre au questionnaire a été respecté. Les personnes ayant décliné l'offre n'ont encouru aucune sanction. L'une des difficultés de l'étude a concerné la situation sécuritaire de la zone. En effet, depuis les événements de 2012, le cercle de Youwarou subit des attaques sporadiques des groupes armés, de telle sorte que la population est intermittemment en « état de panique » étant donné qu'elle est située à la croisée des chemins entre le Sud et le Nord de la République du Mali. L'étude a pu être menée dans tous les centres de santé, à l'exception du CSCom de Dogo qui, au début de l'enquête, a été victime d'une attaque des groupes armés ayant entraîné une perturbation de ses activités.

## Résultats

Il est question de dégager les différentes associations entre chaque variable indépendante et l'utilisation de la contraception moderne. Le but est de voir s'il existe ou non une association significative entre elles. La statistique Khi-deux ainsi que la probabilité associée permet à cet effet d'apprécier les variations de l'utilisation de la contraception moderne chez les femmes selon les variables indépendantes.

### *Niveau d'utilisation de la contraception moderne à Youwarou*

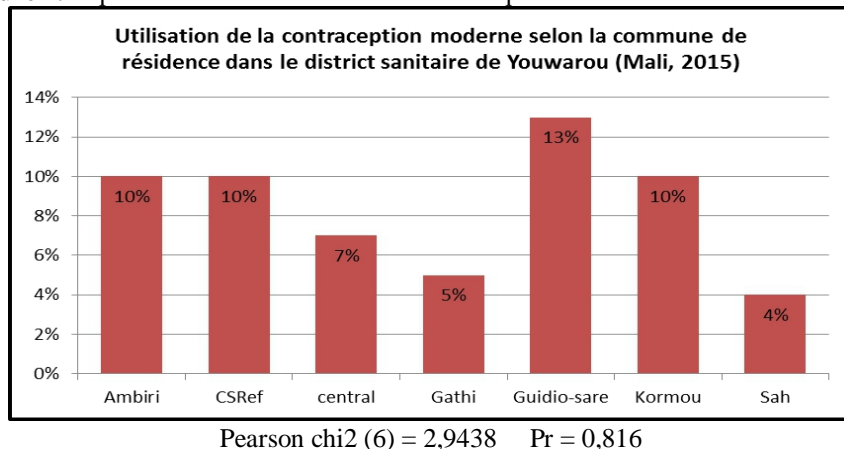
Les résultats de l'étude montrent que l'utilisation de la contraception moderne demeure relativement faible à Youwarou (tableau 1). En effet, on constate que 8% des femmes à Youwarou utilisent la contraception moderne contre 4% des femmes qui utilisent la contraception traditionnelle. Comparativement aux femmes de Youwarou, celles du milieu rural du département d'Abengourou en Côte d'Ivoire utilisent presque six fois plus, soit 44,3% (Kouadio et Mbaye,2013). Par ailleurs, le niveau d'utilisation de la contraception moderne à Youwarou est similaire à celui observé au niveau national estimé à 9,6% (CPS/MSHP et al., 2014).

### *Variables socio-culturelles et utilisation de la contraception moderne*

#### **a. Utilisation de la contraception moderne et commune de résidence**

Il ressort de l'analyse que les femmes de Guidio-sare sont les plus grandes utilisatrices de la contraception moderne avec un taux de 13%. Toutefois, il a été constaté qu'il n'y a pas une association significative entre la commune de résidence et la pratique contraceptive moderne.

**Figure 1.** Répartition de l'utilisation de la contraception selon la commune de résidence

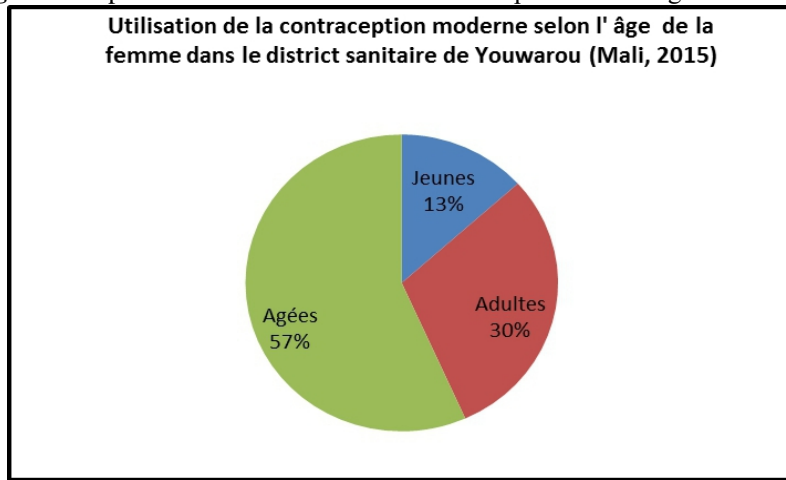


**Variables socio-démographiques et utilisation de la contraception moderne**

**a. Utilisation de la contraception moderne et âge de la femme**

L'âge de la femme est fortement associé à l'utilisation de la contraception moderne au seuil de 5%. La proportion des femmes utilisatrices de la contraception moderne varie d'un groupe d'âges à l'autre. Les femmes de 15-24 ans (jeunes) utilisent moins la contraception moderne (4%) suivies de celles des groupes d'âges 25-34 ans (adultes) avec 9%. Cependant, les femmes de 35 ans et plus (âgées) en pratiquent largement (17%).

**Figure 2.** Répartition de l'utilisation de la contraception selon l'âge de la femme



Pearson chi2 (2) = 6,0963 Pr = 0,047

**b. Utilisation de la contraception moderne et possession d'enfants**

Il n'existe pas une association significative au seuil de 10% entre la possession d'enfant et l'utilisation de la contraception. Toutefois, on observe que les femmes ayant au moins un enfant ont un niveau d'utilisation de la contraception (9%) plus élevé que celles qui n'ont pas d'enfants (4%). Les femmes qui n'ont pas d'enfant utilisent moins la contraception. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'elles sont à leur début de fécondité et que l'enfant est déterminant dans l'équilibre du mariage dans nos sociétés (ou elles ne sont pas encore mariées). Alors, elles perçoivent mal la pratique de la contraception surtout que la sexualité est toujours un tabou dans nos cultures.

**c. Utilisation de la contraception moderne et statut matrimonial de la femme**

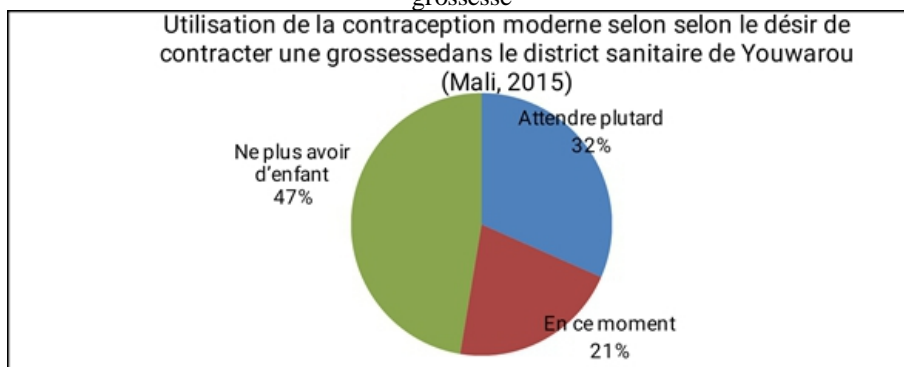
Le statut matrimonial des femmes n'est pas associé à l'utilisation de la contraception moderne au seuil de 10%. Toutefois, les femmes non mariées recourent plus à la contraception (15%). Le recours à la contraception est de (11,76%) chez les célibataires du département d'Abengourou (Kouadio et Mbaye, 2013). Cette situation pourrait s'expliquer par le fait qu'avoir un

enfant hors mariage dans notre société est toujours mal perçu. La grossesse et/ou la naissance d’enfant hors mariage serait la cause de déstabilisation de plusieurs relations familiales et d’arrêt de scolarisation de milliers de filles.

**d. Utilisation de la contraception et désir de contracter une grossesse**

Le désir d’espacer ou d’arrêter les naissances est fortement associé à l’utilisation de la contraception moderne au seuil de 5%. Le nombre de femmes souhaitant espacer ou arrêter qui utilise la contraception moderne est largement supérieur (15%) par rapport à celles qui veulent contracter une grossesse.

**Figure 3.** Répartition de l’utilisation de la contraception selon le désir de contracter une grossesse



Pearson chi2(2) = 7,5809 Pr = 0,023

**Tableau 1.** Répartition des enquêtées selon les caractéristiques et l’utilisation de la contraception moderne

Variables	Modalités	Effectifs	Utilisation de la contraception moderne (%)
Commune de résidence	Ambiri	20	10,0
	Centre de santé de référence	20	10,0
	Central	30	7,0
	Gathi	20	5,0
	Guidio-sare	30	13,0
	Kormou	30	10,0
	Sah	50	4,0
Ethnie	Bambara	20	15,0
	Bozo	52	12,0
	Dogon	10	10,0
	Peulh	46	9,0
	Sonrai	72	3,0

<b>Niveau d’instruction de la femme</b>	Sans niveau	134	9,0
	Primaire	53	4,0
	Secondaire ou plus	13	15,0
<b>Profession</b>	Artisan	22	5,0
	Commerçante	50	8,0
	Ménagère	128	9,0
<b>Age de la femme **</b>	Jeunes	82	4,0
	Adultes	83	9,0
	Agées	35	17,0
<b>Possession d’enfants</b>	Avec enfant	153	9,0
	Sans enfant	47	4,0
<b>Nombre d’enfants désirés</b>	1-6 enfants	104	7,0
	7 enfants ou plus	96	8,0
<b>Statut matrimonial</b>	Mariées	166	7,0
	Non-mariées	34	15,0
<b>Désir de contracter une grossesse **</b>	Attendre plus tard	113	6,0
	En ce moment	50	4,0
	Ne plus avoir d’enfant	37	9,0
<b>Perception que la contraception moderne diminue la morbidité et la mortalité</b>	Non	29	3,0
	Oui	171	9,0
<b>Ensemble</b>		200	8,8
Note : *** Significatif au seuil de 1% ; ** Significatif au seuil de 5% ; * Significatif au seuil de 10%.			

### Essai d’explication de l’utilisation de la contraception moderne

La section précédente a permis de mettre en exergue les variables indépendantes significativement associées à l’utilisation de la contraception moderne. Il s’agit notamment de l’âge de la femme et le désir de contracter une grossesse. Toutefois, ces relations, comme il a été remarqué ci-dessus, sont brutes étant donné qu’elles ne prennent pas en compte les effets des autres variables. À cet effet, ce chapitre se propose d’appréhender les déterminants de l’utilisation de la contraception moderne et de souligner l’importance relative de chaque facteur ou encore les effets nets ou propres de l’influence de chacune des caractéristiques des femmes en ce qui concerne l’utilisation de la contraception moderne. Ce travail a été effectué à l’aide de la régression logistique comme indiqué dans la méthodologie. Il est fort probable que les effets observés précédemment subissent d’énormes modifications du fait de



différentes interactions entre variables. Dans l'interprétation et la discussion des résultats, l'accent sera mis beaucoup plus sur les variables statistiquement significatives aux seuils retenus par l'étude.

### **Choix des variables entrant dans l'explication**

En principe, l'idéal aurait été de choisir les variables à inclure dans le modèle explicatif à partir de l'ensemble des variables ayant un lien significatif au seuil de 10%, ceci dans la mesure où il a été supposé que toute valeur supérieure à ce seuil soit considérée comme faible. Par conséquent, les variables considérées au niveau des effets bruts comme n'étant pas pertinentes dans l'explication du phénomène devraient être écartées. Par ailleurs, il a été jugé nécessaire de les maintenir dans le modèle avec pour souci de ne pas perdre les informations certainement utiles pour notre étude. En d'autres termes, les variables *a priori* non significatives peuvent, en présence d'autres, influencer sur l'utilisation de la contraception moderne. Autrement dit, leurs effets peuvent ne pas être directs mais tributaires de la présence des autres variables. Par ailleurs, ayant à l'esprit un certain nombre d'hypothèses dont l'étude a comme tâche de vérifier la validité et qu'il n'y a eu que deux variables seulement qui sont significatives, le modèle de régression logistique a été construit dont les résultats sont résumés dans le tableau 2. Ce dernier met en relief les effets de chacune des variables indépendantes introduites dans le modèle par rapport à la variable dépendante. Les résultats de la régression sont exprimés en odds ratio, représentant les risques relatifs par rapport à la modalité de référence. À cet effet, cette procédure est d'autant plus fondamentale dans la mesure où elle répond à l'objectif de cette recherche, à savoir : identifier les facteurs explicatifs de l'utilisation de la contraception moderne. Ainsi, le modèle a permis de mettre en évidence les principaux facteurs et d'en dégager les effets nets. Pour mieux comprendre les résultats du tableau 2 issus de la régression logistique, la présentation des résultats ainsi que leur interprétation est importante.

Dans l'ensemble, les résultats de l'analyse indiquent qu'il existe des effets d'un certain nombre de variables sur l'utilisation de la contraception moderne à Youwarou. Il s'agit notamment de l'ethnie, de l'âge et du statut matrimonial de la femme. En revanche, les analyses relèvent que la commune de résidence, le niveau d'instruction de la femme, la profession, la possession de l'enfant, le nombre d'enfants désirés, le désir de contracter une grossesse et la perception de diminution de la morbidité n'ont pas d'effets statistiquement significatifs sur l'utilisation de la contraception moderne.

## **Facteurs socio-culturels et utilisation de la contraception moderne**

### **✓ Ethnie**

On observe une relation statistiquement significative au seuil de 10% entre l'appartenance ethnique et l'utilisation de la contraception moderne. Les femmes de l'ethnie *sonrai* (sonrai-belle-tamashek) sont moins enclines à l'utilisation de la contraception moderne puisqu'elles ont 87% moins de chances de ne pas utiliser la contraception moderne que les femmes *peulh*. A Youwarou, les femmes qui n'utilisent généralement pas les méthodes contraceptives modernes sont issues des ethnies qui sont moins ouvertes aux valeurs modernes (Keita, 2012). Dans ces groupes ethniques, il y a la persistance de certaines pratiques anciennes telles que l'esclavage. Les esclaves sont chargés de tous les travaux domestiques, champêtres et ont peu de chance de fréquenter l'école (Keita, 2012). Les femmes esclaves résident généralement dans des zones éloignées et dispersées où l'accès aux services de santé est souvent difficile. (Mariko et al., 2009)

## **Facteurs socio-démographiques et utilisation de la contraception moderne**

### **✓ Âge de la femme**

Les résultats de l'étude montrent qu'il existe un effet statistiquement significatif entre l'âge de la femme et l'utilisation de la contraception moderne au seuil de 10%. Les femmes adultes (35 ans et plus) ont près de 7 fois plus de chances d'utiliser la contraception moderne que leurs consœurs jeunes (15-24 ans). Le fait que les femmes jeunes utilisent moins la contraception moderne pourrait s'expliquer par leur début de fécondité (Evina, 1990). À l'opposé, le taux élevé d'utilisation de la contraception moderne par les femmes adultes peut être dû à l'effet de parité ; ces femmes ont eu plusieurs maternités, elles désirent moins d'enfants (Lenan, 2009).

### **✓ Statut matrimonial**

En ce qui concerne les facteurs socio-démographiques, on constate que le statut matrimonial a un effet significatif important (au seuil de 5%) sur l'utilisation de la contraception moderne. En effet, comparativement aux femmes mariées, les femmes non mariées ont environ 7 fois plus de chances de recourir à la contraception moderne, ce qui infirme l'hypothèse selon laquelle les femmes mariées ont une propension importante d'utiliser la contraception moderne. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait qu'en général dans nos sociétés, les femmes non mariées sont astreintes d'utiliser la contraception pour éviter d'avoir un enfant hors mariage (ce qui est d'ailleurs très mal perçu dans la société) (Congo, 2005). De plus, les femmes non mariées auraient des difficultés pour s'occuper de l'enfant (AMPPF, 2004). Elles peuvent également courir le risque d'être bannies par la famille (Lengleue, 2010).

**Tableau IV.** Résultats issus de la régression logistique (odds ratio) des régressions logistiques

<b>Variables</b>	<b>Modalités</b>	<b>Effectifs</b>	<b>Odds Ratio</b>
<b>Commune de résidence</b>	Ambiri	20	2,640 ns
	Centre de santé de référence	20	Référence
	Central	30	0,344 ns
	Gathi	20	0,337 ns
	Guidio-sare	30	0,740 ns
	Kormou	30	0,779 ns
	Sah	50	0,329 ns
<b>Ethnie</b>	Bambara	20	1,884 ns
	Bozo	52	0,823 ns
	Dogon	10	0,819 ns
	Peulh	46	Référence
	Sonrai	72	0,129 *
<b>Niveau d'instruction de la femme</b>	Sans niveau	134	Référence
	Primaire	53	0,308 ns
	Secondaire ou plus	13	1,980 ns
<b>Profession</b>	Artisan	22	0,335 ns
	Commerçante	50	0,322 ns
	Ménagère	128	Référence
<b>Âge de la femme</b>	Jeunes	82	Référence
	Adultes	83	5,611 *
	Agées	35	4,314
<b>Possession d'enfant</b>	Avec enfant	153	Référence
	Sans enfant	47	0,482 ns
<b>Nombre d'enfants désirés</b>	1-6 enfants	104	Référence
	7 enfants ou plus	96	0,976 ns
<b>Statut matrimonial</b>	Mariées	166	Référence
	Non-mariées	34	6,652 **
<b>Désir de contracter une grossesse</b>	Attendre plus tard	113	Référence
	En ce moment	50	0,956 ns
	Ne plus avoir d'enfant	37	3,133 ns
<b>Perception que la contraception moderne diminue la morbidité et la mortalité</b>	Non	29	1,410 ns
	Oui	171	Référence
<b>Total</b>		200	

Note : \*\*\* Significatif au seuil de 1% ; \*\* Significatif au seuil de 5% ; \* Significatif au seuil de 10%, ns = non significatif

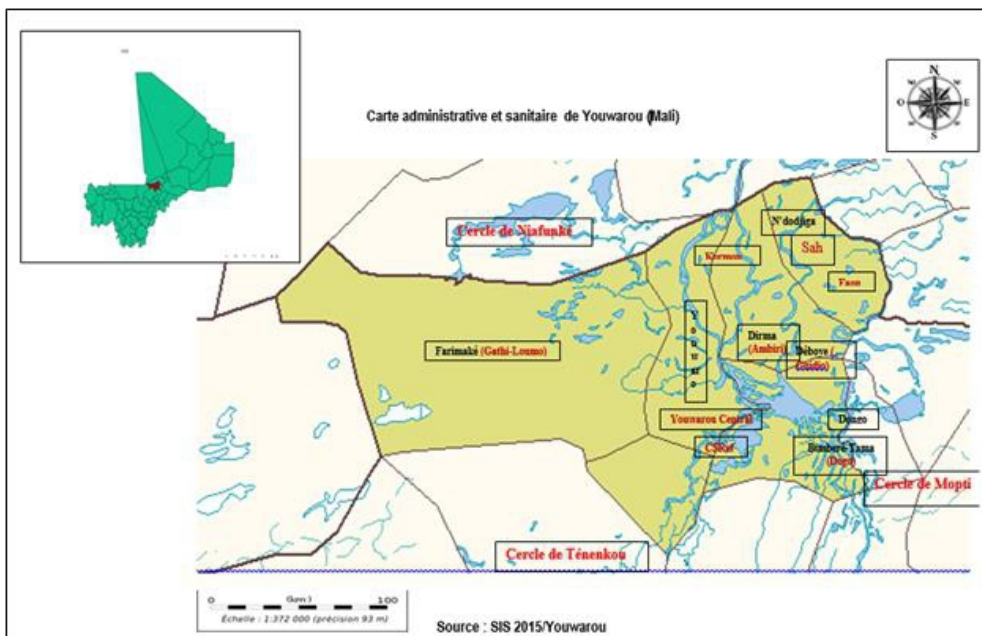
## **Conclusion**

La question sur laquelle cette recherche a mis l'accent est de savoir les facteurs explicatifs de l'utilisation des méthodes contraceptives modernes. L'objectif général de l'étude était de contribuer à une meilleure connaissance sur les déterminants de l'utilisation de la contraception moderne dans le district de Youwarou. Plus spécifiquement, l'étude visait à mesurer le niveau d'utilisation de la méthode contraceptive moderne, à identifier les facteurs susceptibles d'expliquer l'utilisation de la méthode contraceptive moderne et à formuler des recommandations pouvant renforcer les politiques en matière de planification familiale.

Ainsi, pour mieux aborder ce travail, quelques éléments contextuels relatifs à l'utilisation de la contraception moderne ont été révisés. L'hypothèse générale de cette étude est que la pratique contraceptive moderne dépend des facteurs socio-culturels, socio-économiques et des facteurs démographiques. Il y en découle quelques hypothèses spécifiques à tester à partir des données de l'enquête sur le terrain.

L'étude comporte une certaine limite telle que l'impossibilité d'interviewer des femmes autres que celles qui fréquentent les formations sanitaires, ce qui n'a pas permis d'avoir un échantillon très élevé. Une telle situation dénote de la nécessité de mener d'autres études afin de pouvoir identifier d'autres facteurs qui pourront intervenir dans l'utilisation de la contraception moderne à Youwarou. Toutefois, un certain nombre de recommandations est proposé, recommandations qui pourront être exploitées par les parties prenantes des programmes de planification familiale. Au regard des résultats, il est recommandé aux responsables des différents programmes de planification familiale, aux associations de bien-être familial, aux leaders traditionnels et religieux, à la société civile et aux ONG spécialisées d'impliquer les femmes aussi bien que les hommes dans les programmes de planification familiale. Il faut par conséquent améliorer le statut de la femme et la considérer comme partenaire. Il est par ailleurs souhaitable que les décideurs politiques adaptent les programmes de planification familiale aux réalités locales et facilitent l'accès à ces services, afin de couvrir les zones rurales des centres de santé et des services de planification familiale, tout en dotant ceux-ci du personnel qualifié et de moyens nécessaires pour assurer un service adéquat.

**Figure 4.** Carte administrative et sanitaire de Youwarou en république du Mali



**References:**

1. AMPPF (2004). Situation de la planification familiale au Mali., p. 66. Bamako.
2. Centre de Santé de Référence de Youwarou (2014). Rapport Annuel (p. 50). Youwarou (Mali).
3. Congo, Z. (2005). Les facteurs de la contraception au Burkina Faso. Cahier de CPD, p. 53. Ouagadougou.
4. CPS/MSHP, INSTAT/MEF, & CEIS (2014). Enquête Démographique et de Santé du Mali 5eme Edition (p. 577). Bamako: Ministère des finances ; Ministère de la santé.
5. Dembele, M.S. (2010). Problématique de la planification familiale en commune v du district de Bamako à propos de 199 cas (Thèse de médecine). Université de Bamako, Bamako.
6. Evina, A. (1990). Vie féconde des adolescentes en milieu urbain camerounais (No. 16) (p. 117). Cameroun: Cahier de l'IFORD.
7. Farzaneh, R.F. (2005). L'islam et la planification familiale (p. 8). Washington DC.
8. Institut National de la Statistique/Ministère de l'Economie et des Finances (2016). Population du Mali (Annuel) (p. 100). Bamako.
9. Keita, N. (2012). L'esclavage au Mali (Harmattan). Paris.
10. Knerr, T.W. (2015). Partenaires de Countdown 2015 Europe, & The Write Effect Limited UK. (2015, décembre 7). Les besoins non

- satisfaits en matière de planification familiale : Outils de plaidoyer Mieux défendre l'importance de satisfaire les besoins 2012.
11. Kobiane, J. F. (2002). Ménages et scolarisation des enfants au Burkina Faso à la recherche des déterminants de la demande scolaire (Vol. 1–19). Louvain-la-Neuve: Bruylant-Academia.
  12. Kouadio, A.M. & Mbaye, E.M (2015). Le rôle de l'enfant dans l'organisation sociale du travail et son implication sur le recours des femmes rurales aux méthodes modernes de contraception en Côte d'Ivoire, European Scientific Journal November 2015 edition vol.11, No.32 ISSN: 1857
  13. Larousse (2015). Pratique. Dictionnaire français. Paris. Consulté à l'adresse <http://www.la-definition.fr/>
  14. Lenan, G.S. (2009). Les facteurs explicatifs de la non-utilisation des méthodes contraceptives modernes par les femmes au Tchad (Mémoire). IFORD, Cameroun.
  15. Lenglegue, O. (2010). Connaissances, attitudes et pratiques des adolescents en matière de planification familiale : cas de la commune rurale de Niaogho au Burkina Faso (Mémoire). ISED, Dakar.
  16. Mariko, S., Mohamed, A., Rathavuth, H., Oumou, K., & Diop, M. (2009). Analyse approfondie de la pratique contraceptive et importance des besoins non satisfaits en matière de planification familiale au Mali, de 1995 à 2006 (p. 43). Bamako: Ministère de la santé.
  17. Ministère de la Santé (2005). Politique & normes des services de santé de la reproduction. Bamako.
  18. Ministère de la Santé (2014). Plan d'action national de planification familiale du Mali 2014-2018 (p. 115). Bamako: Ministère de la santé.
  19. OMS (2014). Garantir les droits de l'homme lors de la fourniture d'informations et de services en matière de contraception : orientations et recommandations.
  20. PRB (2013). Besoins non satisfaits en planification familiale et demandes pour des familles plus petites au Rwanda (p. 4). Washington DC: PRB.
  21. PRB (2014a). 2014-world-population-data-sheet\_french. (No. 1) (p. 4). Washington DC: PRB.
  22. PRB (2014b). Afrique de l'ouest : un agenda de recherche en population et développement (p. 8). Washington DC.
  23. Sao, O.B. (2008). Evaluation de la qualité des soins dans l'unité de planification familiale du centre de santé de référence de la commune V (Thèse de médecine). Université de Bamako, Bamako.
  24. UNFPA (2013). Pour répondre à un besoin, vers le renforcement des programmes de planification familiale (p. 95). New York.

25. UNFPA (2016). Planification familiale. Consulté 22 janvier 2016, à l'adresse <http://www.unfpa.org/fr/planification-familiale>
26. UNICEF (2016). L'eau, l'assainissement et l'hygiène. Consulté 2 janvier 2016, à l'adresse <http://www.unicef.org/mali/>
27. Zra, I. (2008). Facteurs associés à la non-utilisation de la contraception moderne chez les femmes en union dans la partie septentrionale du Cameroun (Mémoire). IFORD, Cameroun.

## **Diversité Des Espèces De Bois D'œuvre Menacées De Disparition De La Flore De La Côte d'Ivoire, Dans Le Massif Forestier Yapo-Abbé**

*Sié Fernand Pacôme Ouattara, Doctorant*

*Kouassi Kouadio, Maître de Conférences*

*Dodiomon Soro, Professeur Titulaire*

Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p213 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p213](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p213)

---

### **Résumé**

La présente étude a été réalisée dans le Massif Forestier Yapo-abbé (MFYA), au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Elle vise à évaluer la diversité des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018). La méthode de relevé de surface a été utilisée pour l'inventaire et l'identification de ces espèces dans les trois blocs forestiers du massif. Les résultats montrent que le MFYA est riche de 22 espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018). Ces 22 espèces sont réparties en quinze espèces vulnérables (68,2%), cinq espèces de préoccupation mineure (22,8%), une espèce quasi-menacée (4,5%) et une autre en danger de disparition (4,5%). La fréquence d'apparition des espèces a permis d'obtenir trois groupes d'espèces : le groupe 1 (espèces constantes) compte une espèce, le groupe 2 (espèces accessoires) est constitué de six espèces ; quant au groupe 3 (espèces rares), il est composé de quinze espèces. Les trois biotopes du MFYA sont faiblement diversifiés, d'où la nécessité de les enrichir avec les espèces du groupe 3, en particulier les blocs plantations forestières et jachères, pour une gestion durable dudit massif.

---

**Mots clés:** Diversité Floristique, Espèces De Bois D'œuvre, Liste Rouge De L'UICN, Massif Forestier Yapo-Abbé, Côte d'Ivoire



# Diversity of Timber Species Threatened of Disappearance of Côte d'Ivoire Flora, in the Yapo-Abbé Forest

*Sié Fernand Pacôme Ouattara, Doctorant*

*Kouassi Kouadio, Maître de Conférences*

*Dodiomon Soro, Professeur Titulaire*

Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

## Abstract

This study was conducted in Yapo-Abbe forest in South-Eastern Côte d'Ivoire. It aims to assess the diversity of timber species, listed on the IUCN Red List (2018). The surface survey method was used for the inventory and identification of these species in the three blocks of the forest. The results show that Yapo-Abbe forest is rich in 22 species of timber listed on the IUCN Red List (2018). These 22 species are divided into fifteen vulnerable species (68.2%), five species of low concern (22.8%), a near-threatened species (4.5%) and another species at risk of extinction (4.5%). The frequency of occurrence of species has resulted in three groups of species; group 1 (constant species) has one species, group 2 (accessory species) consists of six species. As for group 3 (rare species), it's composed of fifteen species. The three biotopes of Yapo-Abbe forest are poorly diversified, hence the need to enrich them with the group 3 species, especially forest plantation and fallow blocks for sustainable management of this massif.

---

**Keywords:** Floristic Diversity, Timber Species, IUCN Red List, Yapo-Abbe Forest, Côte d'Ivoire

## Introduction

La flore de la Côte d'Ivoire renferme selon Scoupe (2011), environ 4000 espèces de plantes supérieures de forêt et de savane. Considéré autrefois, comme l'un des écosystèmes tropicaux les plus diversifiés, le couvert forestier ivoirien est devenu aujourd'hui, l'un des plus menacés (Tuo *et al.*, 2017). En effet, les activités humaines (l'exploitation forestière pour grumes, l'agriculture, l'élevage et l'urbanisation) ont entraîné la destruction de plus de 83% des surfaces forestières, occasionnant ainsi, la disparition de plusieurs

espèces de plantes dont les espèces de bois d'œuvre (Aké-Assi, 1997 ; Konan *et al.*, 2015). Comme conséquence, sur les 43 espèces de bois d'œuvre couramment exploitées pour la qualité technologique de leur bois, en Côte d'Ivoire, 26 sont inscrites sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, version 2018, en abrégé UICN (2018). De ce fait, la production en volume de bois qui était de plus de 5 millions de m<sup>3</sup> entre 1960 et 1977, a chuté à 2,5 millions de m<sup>3</sup> entre 1980 et 1995 (Sattler, 1997). Aujourd'hui, cette production est moins de 2 millions de m<sup>3</sup>, si bien que les peuplements à diamètre exploitable de la quasi-totalité de ces espèces sont devenus rares (Kouadio, 2012). Or, la régénération naturelle de ces espèces de bois d'œuvre, inscrites sur la liste rouge de l'UICN, a été jugée faible par certains auteurs tels que Ettien (2005), dans la forêt classée du Haut-Sassandra et Kouadio *et al.* (2007), dans la forêt classée de Bossématié.

De nos jours, les Parcs Nationaux, les Réserves Biologiques et les Forêts Classées, constituent pour ces espèces d'importants refuges, malgré que ces Aires Protégées soient soumises à des pressions anthropiques sans précédent (pression démographique, activités agricoles clandestines et prélèvement des produits forestiers non ligneux). Cependant, le Massif Forestier Yapou-Abbé (MFYA), qui est l'une des 231 forêts classées en Côte d'Ivoire, semble être bien conservée du fait de sa richesse en espèces endémiques (126 espèces) et en espèces rares et/ou menacées d'extinction (51 espèces) de la flore ivoirienne (Konan, 2016). De ce fait, la probabilité de rencontrer les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), pourrait être élevée ; d'où l'intérêt de cette étude qui a pour but de constituer une base de données pour une gestion rationnelle et durable de cette forêt classée.

L'objectif général de cette étude est de mettre en évidence la richesse et la diversité des espèces de bois d'œuvre, inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), dans le MFYA. De manière spécifique, il a été question de déterminer la richesse des trois blocs du MFYA, en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018) et d'évaluer la diversité de ces espèces à travers les indices de diversité de Shannon, Simpson, Equitabilité et la fréquence spécifique, dans ces trois blocs.

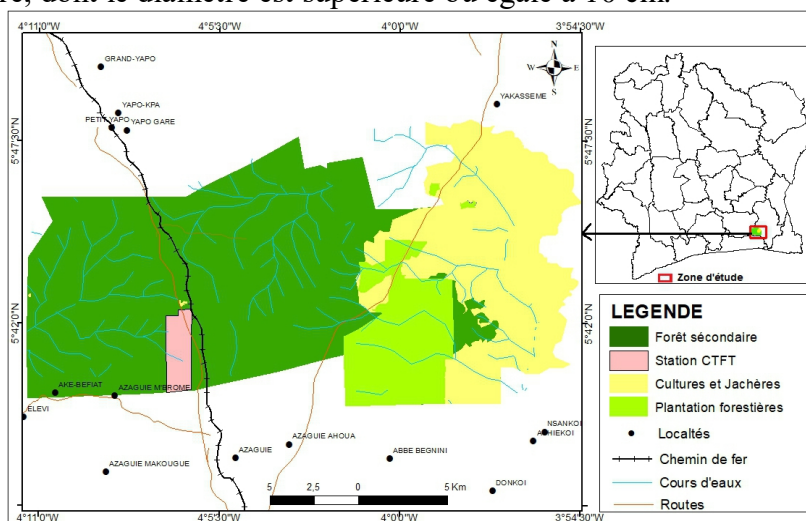
## **Materiel Et Methodes**

### **Milieu d'étude**

L'étude a été réalisée dans le Massif Forestier Yapou-Abbé (MFYA), situé au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, dans la région administrative de l'Agnéby-Tiassa, entre 5°40'02'' et 5°47'32'' de latitude Nord et 3°57'02'' et 4°11'37'' de longitude Ouest (Figure 1). D'une superficie de 28790 ha, le massif est à cheval sur les Sous-préfectures d'Azaguié (Département d'Agboville) et de Yakassé-Mé (Département d'Adzopé). Il est constitué de

trois principaux blocs forestiers (Figure 1) : le bloc forêt secondaire (19001,4 ha), le bloc plantations forestières (4318,5 ha) et le bloc jachère (5470,1 ha). Le climat est de type subéquatorial, caractérisé par une pluviométrie moyenne d'environ 1400 mm/an et par une température moyenne annuelle de 27°C (SODEXAM, 2014). L'aspect général de la végétation du MFYA est du type forêt dense humide sempervirente, caractéristique du secteur ombrophile, d'après les subdivisions établies par Guillaumet et Adjanohoun (1971). Le relief est une pénéplaine, c'est-à-dire une succession ininterrompue de collines aux pentes faibles (moins de 5%), de bas-fonds et de replats (SODEFOR, 1999). Sur le plan humain, le MFYA est à cheval sur les territoires des groupes ethniques Abbey et Attié des départements d'Agboville et d'Adzopé. A ces populations autochtones, s'ajoute une forte communauté d'allochtones et d'allogènes, qui a pour activité principale, l'agriculture (SODEFOR, 1999).

Le matériel d'étude est constitué des individus des espèces de bois d'œuvre, dont le diamètre est supérieure ou égale à 10 cm.

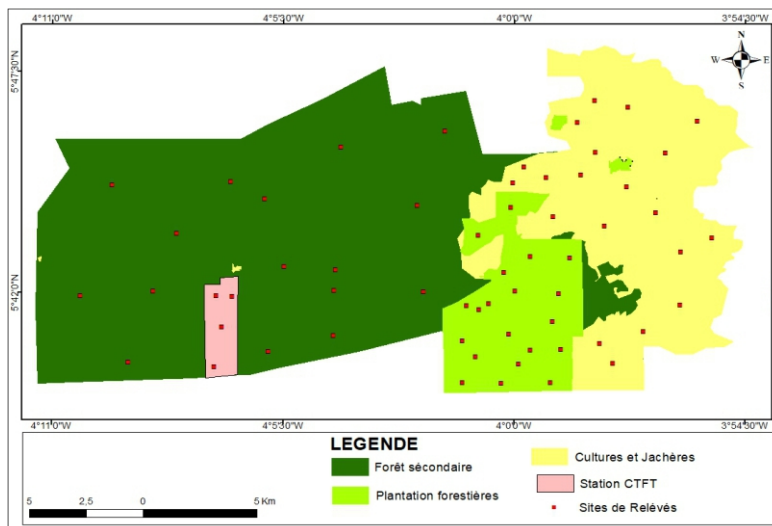


**Figure 1** : Localisation du massif forestier Yapo-Abbé (source : Konan, 2016)

## Méthodes d'étude

### Collecte de données

L'inventaire floristique dans le Massif Forestier Yapo-Abbé (MFYA), a été réalisé à l'aide d'un plateau rectangulaire de 100 m de longueur et 50 m de largeur, soit une superficie de 0,5 ha. Au total, 60 plateaux ont été installés dans le MFYA, soit 20 plateaux par bloc (Figure 2). Dans chaque dispositif d'étude, toutes les espèces de bois d'œuvre de plus de 31,4 cm de circonférence ont été inventoriées et celles inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), ont été géoréférencées.



**Figure 2:** Carte de distribution des sites de relevé floristique dans le Massif Forestier Yapo-Abbé

## Analyse des données

### Richesse floristique

Au cours de cette étude, la flore des espèces de bois d’œuvre inscrites sur la liste rouge de l’UICN (2018), a été établie. L’analyse qualitative (Familles, Genres, Espèces) a été réalisée à partir de la liste floristique établie pour chacun des différents blocs forestiers du massif. La nomenclature adoptée pour l’identification de ces espèces de bois d’œuvre est celle de APG III (2009) et APG IV (2016).

### Composition floristique

L’analyse de la composition floristique a consisté à déterminer pour chacune des espèces de bois d’œuvre inscrites sur la liste rouge de l’UICN (2018), inventoriées au cours de cette étude, la catégorie selon la qualité technologique du bois (SODEFOR, 1992 ; Dupuy *et al.*, 1997) et la valeur commerciale des espèces (**P1**: Espèces de première catégorie ou couramment commercialisées ; **P2**: Espèces de deuxième catégorie ou sporadiquement commercialisées et **P3**: Espèces de troisième catégorie ou à promouvoir), selon SODEFOR (1993). Pour la détermination des statuts de conservation de ces espèces, la liste rouge de l’UICN (2018), a servi de référence.

### Diversité floristique

La diversité floristique a été évaluée à travers le coefficient de similitude de Sørensen (1948), les indices de Shannon et Weaver (1949), de Simpson (1949), d’Equitabilité de Piélou (1966) et la Fréquence d’apparition

des espèces ou Fréquence spécifique. Pour cette étude, seules les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), ont été analysées.

- **Coefficient de similitude de Sørensen**

Le coefficient de similitude (Cs) a pour but de caractériser objectivement et quantitativement le degré de ressemblance entre deux listes floristiques de deux parcelles A et B. Il permet de comparer deux à deux la liste floristique des parcelles afin de déterminer une ressemblance ou une dissemblance. Il existe plusieurs formules, mais celle de Sørensen (1948) a été adoptée dans le cadre de cette étude, pour comparer la ressemblance floristique des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), entre les différents blocs du MFYA. Le coefficient de similitude de Sørensen se calcule avec la formule mathématique suivante :

$$Cs = [2C / (a+b)] \times 100$$

a et b sont les nombres d'espèces appartenant respectivement aux parcelles A et B ;

c étant le nombre d'espèces communes aux deux parcelles. Le coefficient de similitude varie entre 0 et 100. Lorsqu'il est supérieur ou égal à 50% (CS ≥ 50), alors l'hypothèse de ressemblance est admise. Dans le cas contraire, lorsque le coefficient de similitude est inférieur à 50% (CS < 50), il n'y a pas de ressemblance entre les listes floristiques des parcelles concernées.

- **Indice de diversité de Shannon et Weaver**

L'indice de diversité de Shannon permet de mesurer la composition en espèces d'un peuplement en combinant l'abondance relative des espèces et la richesse spécifique (Felfili *et al.*, 2004). Cet indice est l'un des meilleurs estimateurs de la diversité biologique et il est utilisé comme mesure d'hétérogénéité. Dans la présente étude, il a été utilisé pour évaluer la diversité des trois blocs forestiers du MFYA, en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018). Il se résume à l'expression mathématique suivante :

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

avec  $P_i = N_i/N$ ,  $P_i$  est la proportion d'une espèce  $i$  par rapport au nombre total d'espèces;

$H'$  désigne l'indice de diversité de Shannon et s'exprime en bit.

Cet indice varie généralement entre 1 et 5 (Felfili *et al.*, 2004). La diversité est faible lorsque  $H'$  est inférieur à 3 bits, moyenne si  $H'$  est compris entre 3 bits et 4 bits puis élevé quand  $H'$  est compris entre 4 et 5.  $H'$  dépassant rarement les 5 bits.

- **Indice de diversité de Simpson**

Quoique l'indice de Shannon soit couramment utilisé, il est nécessaire d'associer les différents indices de mesure de la diversité afin de s'assurer d'une même hiérarchisation entre les relevés floristiques (Scoupe, 2011). L'indice de diversité de Simpson (DS) permet de rendre compte de l'abondance d'une ou de quelques espèces. Plus la valeur de DS est élevée, plus le milieu à caractériser est hétérogène et la diversité forte. Sa formule mathématique est :

$$DS = 1 - \sum (Ni (Ni - 1)) / (N (N - 1))$$

DS représente l'indice de diversité de Simpson;

Ni est le nombre d'individus d'une espèce i;

N le nombre total d'individus de toutes les espèces. Dans cette étude, l'indice de diversité de Simpson a été utilisé pour caractériser l'hétérogénéité des différents blocs du MFYA, à travers la dominance d'une espèce (quand DS tend vers 0) ou la codominance de plusieurs espèces (quand DS tend vers 1).

- **Indice d'équitabilité de Pielou**

Cet indice, encore appelé indice de régularité ou d'équirépartition, renseigne sur la répartition des individus entre les différentes espèces (Adjakpa *et al.*, 2013). L'indice d'équitabilité correspond au rapport entre la diversité de Shannon obtenue et la valeur de diversité maximale de Shannon qui est égale à 5 (Wala *et al.*, 2005). Cet indice se calcule selon la formule mathématique suivante :

$$E = H' / \ln S$$

E représente l'équitabilité;

H' l'indice de Shannon;

S le nombre total d'espèces sur une parcelle.

La valeur de cet indice tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement et est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Frontier *et al.*, 2008). Dans cette étude, l'indice d'équitabilité de Pielou a été calculé pour apprécier l'équilibre de la répartition des individus des espèces de bois d'œuvre, inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), dans les trois blocs forestiers du MFYA.

- **Fréquence d'apparition des espèces**

La fréquence d'apparition (Fr) d'une espèce ou fréquence spécifique, est le nombre d'occurrences de l'espèce ou encore le nombre de relevés où la présence de cette espèce est notée, sur le nombre total de relevés effectués (Dajoz, 2003 ; Silué, 2018). Elle exprime la constance d'une espèce dans les différentes parcelles d'un même habitat. Dans cette étude, la fréquence d'apparition a été calculée pour chacune des 22 espèces de bois d'œuvre

inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), à travers la formule mathématique suivante :

$$Fr = (P_a/P) \times 100$$

$P_a$  représente le nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération;  $P$  le nombre total de relevés.

Selon Dajoz (2003), on distingue trois groupes d'espèces : les espèces fréquentes ou constantes qui apparaissent dans au moins 50% des relevés ; les espèces peu fréquentes ou espèces accessoires apparaissent dans 25 à 49% des relevés et les espèces rares ou espèces accidentelles possédant une fréquence d'apparition inférieure à 25%.

### **Test de comparaison des moyennes**

Les valeurs moyennes calculées du nombre d'espèces inventoriées, des indices de Shannon, Simpson et Equitabilité, ont été analysées à l'aide du test non paramétrique de Kruskal Wallis. Ce choix est dû au fait que les conditions de normalité et d'homogénéité n'ont pas été remplies. Le test de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner a été utilisé pour le classement des moyennes avec un seuil de probabilité ( $\alpha = 0,05$ ). Le logiciel XLSTAT 2016.02 a permis de réaliser ce test.

## **Resultats**

### **Richesse floristique**

L'inventaire des trois blocs du Massif Forestier Yapo-Abbé (MFYA) a permis de recenser 49 espèces de bois d'œuvre dont 22 sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2018 (Tableau 1). Ces 22 espèces sont réparties entre 19 genres appartenant à 10 familles. Les Malvaceae et les Meliaceae sont les familles les plus importantes avec chacune 06 espèces, soit 27,27% du total de ces espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2018. Elles sont suivies des Fabaceae et des Moraceae avec chacune 02 espèces, soit 9,09%.

**Tableau 1** : Liste des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), recensées dans le Massif Forestier Yapo-Abbé

N°	Espèces	Familles	Noms communs	Catégories	Statut uicn (2018)
1	<i>Anopyxis klaineana</i> (Pierre) Engl.	Rhizophoraceae	Bodioa	P2	VU
2	<i>Berlinia confusa</i> Hoyle	Fabaceae	Mélégba	P2	LC
3	<i>Bombax brevicuspe</i> Sprague	Malvaceae	Kondroti	P1	VU
4	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	Fromager	P1	LC
5	<i>Entandrophragma cylindricum</i> (Sprague) Sprague	Meliaceae	Adoudikro	P1	VU
6	<i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C DC.	Meliaceae	Tiama	P1	VU
7	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague	Meliaceae	Sipo	P1	VU
8	<i>Eribrroma oblongum</i> (Mast.) Germain	Malvaceae	Bi	P2	VU
9	<i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr.	Meliaceae	Bossé	P1	VU
10	<i>Heritiera utilis</i> Sprague	Malvaceae	Niangon	P1	VU
11	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev	Meliaceae	Acajou Bassam	P1	VU
12	<i>Lophira alata</i> Gaertn. f.	Ochnaceae	Azobé	P1	VU
13	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Moraceae	Iroko brun	P1	LR/nt
14	<i>Milicia regia</i> (A. Chev.) Berg	Moraceae	Iroko jaune	P1	VU
15	<i>Nauclea diderrichii</i> (De Wild & Th. Dur.) Merrill	Rubiaceae	Badi	P1	VU
16	<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A. Chev.) Cap.	Malvaceae	Kotibé	P1	VU
17	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Chrysobalanaceae	Sougué	P3	LC
18	<i>Parkia bicolor</i> A. Chev.	Fabaceae	Lô	P3	LC
19	<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Combretaceae	Framiré	P1	VU
20	<i>Tieghemella heckelii</i> A. Cher	Sapotaceae	Makoré	P1	EN
21	<i>Triplochiton scleroxylon</i> Schumann	Malvaceae	Samba	P1	LR/lc
22	<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw.) Pellegr.	Meliaceae	Avodiré	P1	VU

P1 : espèces principales de 1<sup>ère</sup> catégorie ; P2 : espèces principales de 2<sup>ème</sup> catégorie ; P3 : espèce principale de 3<sup>ème</sup> catégorie ; EN: En danger de disparition ; VU: Vulnérable ; LR/nt : Quasi-menacées ; LC et LR/lc : préoccupation mineure.

Le nombre d'espèces inventoriées de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2018, varie de 13 à 21 dans les trois blocs forestiers du massif (Tableau 2). Le nombre moyen de ces espèces recensées dans les placeaux, est de 4,45 pour le bloc forêt secondaire ; 3,20 pour le bloc plantations forestières et 2,45 pour le bloc jachère. Les résultats du Tableau 2 ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre ces valeurs moyennes ( $K=5,561$  ;  $P=0,062$ ).



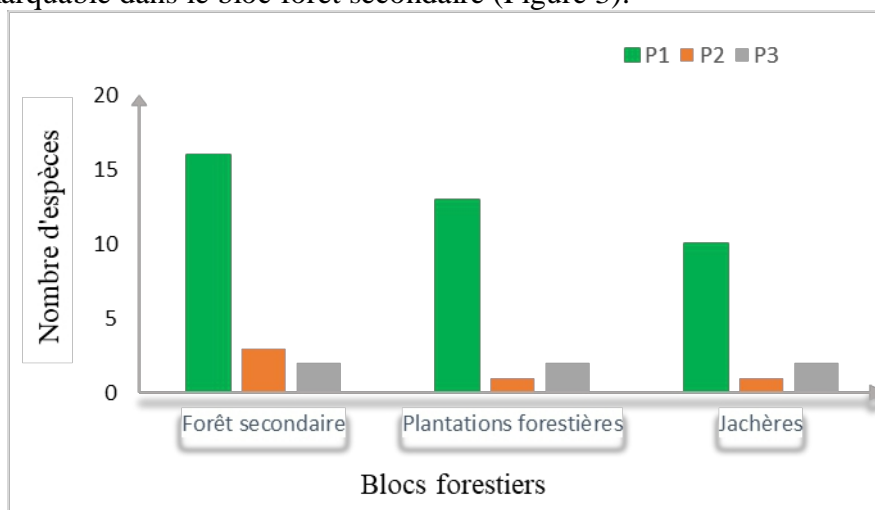
**Tableau 2 :** Richesse en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), avec leurs valeurs moyennes dans les différents blocs du Massif Forestier Yapo-Abbé

Biotopes	Nombre de Familles	Nombre de Genres	Nombre d'Espèces	Nombre moyen d'espèces
Forêt secondaire	11	18	21	4,45 ± 2,8 <sup>a</sup>
Plantations forestières	11	14	16	3,20 ± 1,47 <sup>a</sup>
Jachères	9	13	13	2,45 ± 1,23 <sup>a</sup>
MFYA	12	19	22	-

Les valeurs moyennes accompagnées de même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de  $\alpha=5\%$

### Composition floristique

En considérant les catégories commerciales des espèces de bois d'œuvre, les 22 espèces inventoriées dans le MFYA sont représentées par 17 P1, soit 77,27% ; 03 P2 (13,64%) et 02 P3 (9,09%). Les trois blocs du MFYA sont plus peuplés des espèces de première catégorie P1, avec une importance remarquable dans le bloc forêt secondaire (Figure 3).



**Figure 3 :** Distribution des catégories commerciales des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), dans les blocs du Massif Forestier Yapo-Abbé

Concernant les différents statuts de conservation de l'UICN, ces 22 espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge comptent quinze espèces vulnérables (VU), soit 68,2% contre cinq espèces qualifiées de préoccupation mineure (LC ou LR/Ic), soit (22,8%). Les espèces quasi-menacées (LR/nt) avec 4,5% et celles en danger de disparition (EN) avec également 4,5%, sont représentées chacune par une seule espèce.

## Diversité floristique

### Ressemblance floristique entre les blocs du Massif Forestier Yapo-Abbé

Les valeurs de l'indice de similarité de Sørensen calculées (Tableau 3), sont de 81,08% pour le couple (forêt secondaire - plantations forestières), 70,58% pour le couple (forêt secondaire-jachères) et 82,75% pour le couple (plantations forestières-jachères). Ces valeurs indiquent que les trois blocs du MFYA sont floristiquement identiques.

**Tableau 3 :** coefficient de similitude de Sorensen entre les biotopes du massif forestier Yapo-Abbé

Biotopes	Forêt secondaire	Plantations forestières	Jachères
Forêt secondaire	-	81,08	70,58
Plantations forestières		-	82,75
Jachères			-

### Diversité spécifique des blocs du Massif Forestier Yapo-Abbé

Les valeurs totales de l'indice de Shannon calculées sont de 1,6 bits pour le bloc plantations forestières ; 2,1 bits pour le bloc jachère et 2,3 bits pour le bloc forêt secondaire (Tableau 4). Ces valeurs montrent que les trois biotopes du Massif Forestier Yapo-Abbé (MFYA) sont faiblement diversifiés en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN version 2018. Les résultats de l'analyse statistique dans le Tableau 4, indiquent que les valeurs moyennes de l'indice de Shannon des trois blocs forestiers du massif, sont statistiquement égales ( $K=1,281$  ;  $P=0,527$ ).

Concernant l'indice de Simpson, les valeurs totales obtenues pour les biotopes forêt secondaire (0,8) et jachère (0,9) tendent vers 1 (Tableau 4). Ces valeurs totales indiquent que ces deux biotopes sont assez hétérogènes, tandis que le biotope plantations forestières, avec une valeur d'indice de Simpson de 0,6 est moins diversifié en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2018. Les résultats de l'analyse statistique (Tableau 4) démontrent cette hétérogénéité des blocs forêt secondaire et jachère, avec des valeurs moyennes d'indice de Simpson significativement différentes ( $K=6,323$  ;  $P=0,042$ ) de celle du bloc plantations forestières.

Quant à l'indice d'équitabilité de Piélu, les valeurs totales obtenues sont de 0,6 pour le bloc plantations forestières ; 0,7 pour le bloc forêt secondaire et 0,8 pour les jachères (Tableau 4). Ces valeurs montrent que, la répartition des individus des 22 espèces de bois d'œuvre menacées de disparition selon l'UICN, est relativement plus équilibrée dans le biotope jachère que dans les deux autres biotopes (forêt secondaire et plantations forestières). Cependant, les résultats de l'analyse statistique consignés dans le Tableau 4, montrent que les valeurs moyennes de cet indice, déterminées pour

chacun des trois blocs forestiers du massif, ne sont pas significativement différentes ( $K=4,937$  ;  $P=0,085$ ).

Tableau 4 : Valeurs des indices de diversité des trois blocs du massif forestier Yapo-Abbé

Biotopes	Indice Shannon		Indice Simpson		Equitabilité	
	Valeurs totales	Valeurs moyennes	Valeurs Totales	Valeurs moyennes	Valeurs totales	Valeurs moyennes
Forêt secondaire	2,3	0,91±0,66 <sup>a</sup>	0,8	0,67±0,31 <sup>ab</sup>	0,7	0,60±0,38 <sup>a</sup>
Plantations forestières	1,6	0,77±0,45 <sup>a</sup>	0,6	0,56±0,29 <sup>a</sup>	0,6	0,65±0,30 <sup>a</sup>
Jachères	2,1	0,75±0,43 <sup>a</sup>	0,9	0,77±0,26 <sup>b</sup>	0,8	0,78±0,35 <sup>a</sup>

Les valeurs moyennes affectées de lettres différentes pour une même colonne sont statistiquement différentes au seuil 5 % et celles affectées de mêmes lettres, ne sont pas significativement différentes

### Fréquence d'apparition des espèces dans le massif forestier Yapo-Abbé

L'évaluation de la fréquence d'apparition des 22 espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN version 2018, dans le MFYA, montre trois groupes d'espèces (Tableau 5). Le groupe 1 correspondant aux espèces fréquentes ou constantes, comporte une seule espèce (*Heritiera utilis*), avec un taux d'apparition de 56,66%. Le groupe 2 est composé de six espèces peu fréquentes ou accessoires dont la fréquence varie entre 25 et 35%. Les espèces rares ou accidentelles constituant le groupe 3, comptent quinze espèces avec une fréquence d'apparition qui varie entre 1,66 et 16,66%. Ces valeurs indiquent que *Heritiera utilis* est l'espèce la plus rencontrée dans le MFYA, tandis que quinze autres espèces y sont très faiblement représentées. De plus, dans cette forêt classée, aucune espèce de bois d'œuvre inscrite sur la liste rouge de l'UICN de 2018, n'a été rencontrée à la fois dans les 60 placeaux installés.

**Tableau 5:** Fréquence d'apparition et statut des espèces de bois d'œuvre inventoriées et inscrites sur la liste rouge de l'UICN, dans le massif forestier Yapo-Abbé

Statut des espèces	Espèces recensées	Fréquence spécifique (%)
Espèces constantes	<i>Heritiera utilis</i>	56,66
	<i>Parkia bicolor</i>	35
Espèces peu fréquentes	<i>Milicia excelsa</i>	28,33
	<i>Entandrophragma angolense</i>	26,66
	<i>Khaya ivorensis</i>	26,66
	<i>Terminalia ivorensis</i>	26,66
	<i>Bombax brevicuspe</i>	25
	<i>Parinari excelsa</i>	16,66
Espèces rares	<i>Entandrophragma utile</i>	15
	<i>Eribroma oblogum</i>	13,33

<i>Berlinia confusa</i>	10
<i>Ceiba pentandra</i>	10
<i>Guarea cedrata</i>	8,33
<i>Tieghemella heckelii</i>	8,33
<i>Anopyxis klaineana</i>	6,66
<i>Nauclea diderrichii</i>	6,66
<i>Lophira alata</i>	5
<i>Milicia regia</i>	5
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	1,66
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	1,66
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	1,66
<i>Turraeanthus africanus</i>	1,66

---

## Discussion

Les blocs forêt secondaire et plantations forestières du Massif Forestier Yapo-Abbé (MFYA), sont relativement plus peuplés en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018) que le bloc jachère. La forte présence de ces espèces dans la forêt secondaire est imputable à la stabilité de ce biotope. En effet, c'est le bloc le mieux conservé du MFYA et constitue de ce fait, une zone de protection pour ces espèces, comme l'a souligné Konan (2016). La faible présence des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018) dans le bloc jachère, pourrait s'expliquer par la présence humaine quasi-permanente et l'installation de plantations agricoles, qui ont occasionné la destruction de ces espèces dans ledit biotope.

Le nombre d'espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), recensées au cours de cette étude, est élevé par rapport à celui obtenu par Konan (2016), dans le même massif. En effet, ce dernier, au cours de ces travaux, a révélé dix-sept espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN. Cette différence peut s'expliquer soit par la taille de la surface échantillonnée, qui est de 30 ha pour cette étude contre 25 ha utilisés par Konan (2016) ; soit par le fait que la liste rouge de l'UICN a connu une augmentation du nombre d'espèces de bois d'œuvre, passant de 30 en 2015 à 36 en 2018.

Aussi, les résultats de cette étude sont-ils supérieurs à ceux obtenus par Koffi *et al.* (2015), au cours de leurs travaux dans la Forêt des Marais Tanoé-Ehy (FMTE), située dans le Sud-Est du pays tout comme le MFYA. Cette différence floristique est probablement liée à la typologie de ces forêts. Alors que le MFYA est une forêt de terre ferme, la FMTE est une forêt marécageuse dont certaines espèces végétales s'y développent difficilement.

Par ailleurs, le nombre d'espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018) enregistré dans le MFYA, est inférieur à celui obtenu

(28) par Kouadio (2007) dans la forêt classée de Bossématié, à l'Est du pays. Cette différence pourrait être liée à l'utilisation de différentes méthodes de collecte de données. En effet, au cours de son étude, Kouadio (2007) a combiné les méthodes itinérante et de relevé de surface, tandis que la dernière a seulement été utilisée dans le cadre de cette étude.

La faible présence des catégories P2 et P3 parmi les 22 espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), recensées dans le MFYA, montre que les espèces de la catégorie P1 sont les plus menacées. En effet, en raison de la bonne qualité technologique de leur bois, ces espèces de première catégorie demeurent les plus exploitées (SODEFOR, 1993 ; Kouadio *et al.*, 2018). Cela signifie aussi que les espèces utilisées pour l'enrichissement et le reboisement du massif, appartiennent essentiellement à la catégorie P1.

La présence des différents groupes d'espèces à statut UICN dans le MFYA, notamment celui des espèces en danger de disparition, témoigne de la stabilité et de la bonne conservation de ce massif, malgré les agressions qu'il subit. La ressemblance floristique relevée entre les trois biotopes du MFYA, indique qu'au cours des différents travaux antérieurs d'aménagement, aucun bloc n'a été privilégié par rapport aux deux autres. Ces travaux d'enrichissement et de reboisement dans les trois blocs, ont été réalisés pratiquement avec les mêmes espèces de bois d'œuvre. Cependant, les indices de diversité montrent que les trois biotopes du MFYA sont faiblement et inégalement diversifiés. Il nécessite donc, de les renforcer davantage en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), par les gestionnaires de cette forêt classée.

Or, la fréquence d'apparition de ces espèces indique la présence d'un nombre important d'espèces rares ou accidentelles ; d'où l'intérêt d'enrichir les biotopes les moins fournis avec ces espèces rares, notamment les blocs plantations forestières et jachère. Les espèces qui pourraient être prioritairement utilisées sont : *Tieghemella heckelii* (P1, EN), *Entandrophragma cylindricum* (P1, VU), *Entandrophragma utile* (P1, VU), *Guarea cedrata* (P1, VU) *Nauclea diderrichii* (P1, VU), *Lophira alata* (P1, VU) et *Turraeanthus africanus* (P1, VU). Ces espèces se développent mieux en zone humide sempervirente alors que les espèces telles que *Nesogordonia papaverifera*, *Milicia regia* et *Triplochiton scleroxylon*, qui sont également des espèces rares dans le massif, se développent mieux en zone humide semi-décidue.

## Conclusion

L'inventaire réalisé dans le Massif Forestier Yapo-Abbé (MFYA) a permis de recenser 49 espèces de bois d'œuvre dont 22 sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018). Le MFYA est faiblement diversifié en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018) et la répartition

des individus de ces espèces n'est pas assez équilibrée dans l'ensemble du massif. La fréquence d'apparition des espèces a montré une forte proportion des espèces rares ou accidentelles dans le MFYA. Il serait souhaitable pour les gestionnaires de cette forêt classée, d'envisager un enrichissement des biotopes, surtout les moins diversifiés, avec ces espèces rares, notamment *Tieghemella heckelii*, *Entandrophragma cylindricum*, *Entandrophragma utile*, *Nauclea diderrichii*, *Lophira alata* et *Turraeanthus africanus*. Sur les 36 espèces de bois d'œuvre ivoiriennes inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2018), 22 ont été rencontrées dans le MFYA. Les quatorze autres espèces non rencontrées pourraient être utilisées pour l'enrichissement de cette forêt, afin d'accroître sa richesse floristique et par conséquent sa biodiversité végétale.

### References:

1. Adjakpa, B. J., Yedomonhan, H., Ahoton, L. E., Weesie, P. D. M., Akpo, E. L. 2013. Structure et diversité floristique des îlots de forêts riveraines communautaires de la vallée de Sô du Bénin. *J. Appl. Biosci.* 65: 4902- 4911.
2. Aké-Assi, L. 1997. Préface. In: SATTLER D. Eds. *Bois de Côte d'Ivoire: Précis de reconnaissance des arbres commercialisés*. Abidjan, Côte d'Ivoire: CEDA, pp. 7-9.
3. APG III. 2009. An update of the angiosperm phylogeny groupe classification for the orders and families of flowering plants. *Bot. J. Linn. Soc.* 161:105-121.
4. APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogen Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1-20.
5. Beaufort, W. H. J. 1972. Distribution des arbres en forêt sempervirente de Côte d'Ivoire, ORSTOM, 48p.
6. Dajoz, R. 2003. Précis d'écologie. *Dunod*, Paris, France, 615 p.
7. Dupuy, B., Doumbia, F., Diahuissie, A., & Brevet, R. 1997. Effet de types d'éclaircie en forêt dense humide ivoirienne. *Bois Forêt Trop.* 253 (3): 5-18.
8. Ettien, D. T. 2005. Potentiels de régénération des essences forestières commerciales par la germination des graines, dans la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat 3 ème cycle, UFR Biosciences, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 259 p.
9. Felfili, J. M., Silva Júnior, M. C., Sevilha, A. C., Fagg, C. W., Walter, B. M. T., Nogueira, P. E., & Rezende, A. V. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. *Plant Ecology* 175: 37 - 46.

10. Frontier, S., Pichod-Viale, D., Leprêtre, A., Davoult, D., Luczak, C. 2008. *Écosystèmes: structure, fonctionnement, évolution*. 4<sup>è</sup> édition. Dunod, Paris, France, 558 p.
11. Guillaumet, J. L., & Adjanohoun, E. 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. In : *Le Milieu Naturel de la Côte d'Ivoire*. ORSTOM, Paris, France : 161-262.
12. Koffi, M., Ouattara, D. N., Koné, M., Bakayoko, A. 2015. Étude floristique et diversité de la forêt des Marais Tanoé-Ehy (Sud- Est de la Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences* 25(3) : 3917-3938.
13. Konan, D., Bakayoko, A., Tra Bi, F. H., Bitignon, B. G. A., & Piba, S. C. 2015. Dynamisme de la Structure diamétrique du peuplement ligneux des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé, Sud de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 94: 8869-8879.
14. Konan, D. 2016. Etude de la dynamique floristique, structurale et du potentiel germinatif du stock semencier du sol de la forêt classée de yapo abbé : contribution pour une gestion durable des forêts classées de la Côte d'Ivoire. Thèse Unique, UFR des Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 217 p.
15. Kouadio, K. 2007. Etudes de la flore, de la végétation et impact de la l'éclaircie sélective, par dévitalisation, sur la croissance en épaisseur des essences principales de la forêt classée de Bossématié, dans l'est de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Université de Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire, 197 p.
16. Kouadio, K., Kouassi, K. E., Kouamé, N. F., & Traoré, D. 2007. Evaluation des effets de l'éclaircie sélective, par dévitalisation, sur la croissance en diamètre des essences principales dans la forêt classée de Bossématié (Côte d'Ivoire). *Agron. Afr.* XIX (1) : 1-12.
17. Kouadio, K. 2012. Etude du comportement des essences locales exploitées couramment et menacées de disparition, en essai de reboisement dans la pépinière de l'UGF de Bossématié, en fonction de l'intensité de l'ensoleillement. Rapport Final du projet d'étude, Université Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire, 57 p.
18. Piélou, E. C. 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology* 10: 370-383.
19. Sattler, D. 1997. Bois de Côte d'Ivoire : précis de reconnaissance des arbres commercialisés. CEDA, Abidjan, Côte d'Ivoire, 387 p.
20. Scoupe, M. 2011. Composition floristique et diversité de la végétation de la zone Est du Parc National de Taï (Côte d'Ivoire). Master Université de Genève, 194 p.
21. Shannon, C. E., Weaver, W. 1949. The mathematic theory of communications. University Illinois Press, Urbana, 117 p.

22. Silué, P. A. 2018. Etudes de la flore, de la dynamique de la végétation et essai de germination de trois espèces couramment exploitées des forêts classées de la Palé et de Pouniakélé, dans la région de la Bagoué (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse Unique, UFR Biosciences, Université de Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 202 p.
23. Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 160-163.
24. SODEFOR. 1992. Inventaire en forêt dense pour la préparation d'un aménagement : inventaire et aménagement (première partie). Rapport scientifique, SODEFOR, Abidjan, Côte d'Ivoire, 16 p.
25. SODEFOR. 1993. Règles de culture et d'exploitation en forêt dense de Côte d'Ivoire. Rapport scientifique, SODEFOR, Abidjan, Côte d'Ivoire, 54 p.
26. SODEFOR. 1999. Plan d'aménagement de la forêt classée de Yapo-Abbé : 1999-2023, SODEFOR Edition, 141 p.
27. SODEXAM. 2014. Données météorologiques de la région de l'Agnéby-Tiassa.
28. Sørensen, T. 1948. A method of establishing group of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyse of the vegetation on danish common. *Kjöbenhavn* 4: 1-34.
29. Tuo N. F., Koffi, K. J., Kouassi, A. F., Koné, M., Adama, B., Bogaert, J. 2017. Etude de la diversité, de l'endémisme et de la distribution spatiale des Rubiaceae de Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 11(2): 777-797.
30. UICN. 2018. IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnreadlist.org](http://www.iucnreadlist.org). Visité le 27/02/2018.
31. Wala, K., Sinsin, B., Guelly, K. A., Kokou, K., Akpagana, K. 2005. Typologie et structure des parcs agroforestiers de la préfecture de Doufelegou (Togo). *Sécheresse* 16: 209-216.



## **Facteurs Associés À L'usage Du Préservatif Dans Le Foyer Conjugal Chez Les Personnes Vivant Avec Le VIH Suivies Sur Un Site À Abidjan**

*Ayekoe Adou Ignace, MD*

*Gakoue Zadi Désiré, MD*

*Coulibaly Madikiny, MD*

*Djoman Christiane, MD*

National Institute of Public Hygiene, Guinea

*Ayekoe Davis Helmold Adou, Student*

University Kofi Annan, Guinée Conakry, Guinea

*Gourizro Kohou Sebastien, Social Worker*

*Yapo Chia Evelyne, Special Health Educator*

*Yao Kan Sylvère, Special Health Educator*

*N'guessan Kouadio Serge, Social Worker*

National Institute of Public Hygiene, Guinea

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p230 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p230](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p230)

### **Resume**

L'infection à VIH en Côte d'Ivoire constitue une épidémie généralisée. En 2017 la prévalence était estimée à 2.8% et les nouvelles infections atteignaient le nombre de 29800. La transmission hétérosexuelle est de loin la plus importante. Les facteurs associés à la pratique du sexe sans condom sont nombreux. A l'opposé, on ne connaît pas les facteurs qui favorisent l'usage régulier du préservatif dans le foyer conjugal. L'objectif de cette étude était de décrire les facteurs associés à l'usage régulier du préservatif dans la sexualité intraconjugale chez les patients infectés par le VIH et sous traitement ARV. Une enquête quantitative transversale descriptive a été menée sur 6 mois continus du 1<sup>er</sup> décembre 2017 au 31 mai 2018 à l'INHP. Etaient enrôlées à tout venant, les personnes vivant avec le VIH suivies sur le site et ayant donné leur consentement écrit. Les variables étudiées ont été réparties en groupes de caractéristiques individuelles, de situation matrimoniale, de reproduction, de durée de suivi, de divulgation du statut, de comportement sexuel dans le foyer, d'acceptabilité du préservatif. L'analyse des données a été faite avec le logiciel EPI INFO Version 3.5.4/2012. Les fréquences et les proportions des variables ont été calculées et le degré de signification a été déterminé. 102 personnes de la file active sous traitement ARV ont été enrôlées. La moyenne d'âge était 40

ans avec un âge médian de 39 ans. 55,9% des patients étaient en union dont 63,6% vivaient toujours avec leur même partenaire depuis leur dépistage. 61,8% des patients ont partagé leur statut à leur partenaire sexuel. Les couples sérodifférents représentaient 39%. Dans le foyer, les rapports sexuels continuent d'être pratiqués chez 72% des personnes. Le préservatif était utilisé régulièrement chez 53,5% durant les 6 derniers mois. Le fait d'être célibataire ou d'être informé du statut partenaire ou d'avoir une différence de statut était plus associé à l'utilisation constante du préservatif ; cependant aucune variable n'est significativement liée à un usage régulier du préservatif. Les PVVIH qui sont éduquées au port de préservatif, l'introduisent dans leur relation sexuelle intraconjugale. L'usage du préservatif serait plutôt déterminé par les problèmes et les besoins des individus qui l'utilisent. La difficulté de son utilisation régulière résulterait de la complexité et de la variabilité de ces problèmes et besoins vécus ou ressentis par les usagers.

---

**Mots clés :** Usage Régulier Du Préservatif ; Sexualité Conjugale ; VIH/Sida

---

## **Factors Associated with Condom Use in the Marital Home Among People Living with HIV Followed at a Site in Abidjan**

*Ayekoe Adou Ignace, MD*

*Gakoue Zadi Désiré, MD*

*Coulibaly Madikiny, MD*

*Djoman Christiane, MD*

National Institute of Public Hygiene, Guinea

*Ayekoe Davis Helmold Adou, Student*

University Kofi Annan, Guinée Conakry, Guinea

*Gourizro Kohou Sebastien, Social Worker*

*Yapo Chia Evelyne, Special Health Educator*

*Yao Kan Sylvère, Special Health Educator*

*N'guessan Kouadio Serge, Social Worker*

National Institute of Public Hygiene, Guinea

---

### **Abstract**

HIV infection in Côte d'Ivoire is a generalized epidemic. In 2017 the prevalence was estimated at 2.8% and new infections were 29,800.

Heterosexual transmission is by far the most important. In contrast, the factors that promote regular condom use in the marital home are not known. The objective of this study was to describe the factors associated with consistent condom use in intramarital sexuality among PLWH infection and ARV treatment. A descriptive cross-sectional quantitative survey was conducted over 6 consecutive months from December 1st, 2017 to May 31st, 2018 at the INHP. All PLWH who had been followed up and gave their written consent were enrolled. The variables studied were divided into groups of individual characteristics, marital status, children's needs, duration of follow-up, disclosure of status, sexual behaviour in the home, condom acceptability.

The data analysis was done with the software Epi Info 3.5.4/2012. Frequencies and proportions of the variables were determined and the degree of significance have been determined. 102 PLWHIV treated with ARV were enrolled. The average age was 40 years with a median age of 39 years. 55.9% of patients were in a relationship, 63.6% of whom were still living with their same partner since their screening. 61.8% of people shared their status with their sexual partner. Serodiscordant couples accounted for 39%. In the household, sexual intercourse continues to be practised in 72% of people. The condom was used regularly in 53.5% during the last 6 months. The condom was used regularly in 53.5%. Being single or being informed of partner status or having a status difference was more associated with consistent condom use; however, no variable is significantly related to consistent condom use. People living with HIV who are educated to condom use, introduce it into their intramarital sex. But its regular use is peppered with many difficulties. . Condom use would rather be determined by the problems and needs of the individuals who use it. The difficulty of its regular use would result from the complexity and variability of these problems and needs experienced or felt by the users.

---

**Keywords:** Condom's Use, Household, Sexual Intercourse, HIV/AIDS

### **Introduction**

L'épidémie de l'infection à VIH est de type généralisé en Côte d'Ivoire. En 2017, la prévalence nationale était à 2,9 % et inégalement répartie ; 4,1% chez les femmes contre 1,7% chez les hommes (**DIIS, 2018**). Depuis 1985, l'année de la notification du premier cas de l'infection à VIH, les différents gouvernements qui sont succédés et avec le soutien des partenaires au développement ont développé plusieurs stratégies pour contrer l'évolution de l'épidémie afin d'éradiquer cette épidémie à l'horizon de 2030 comme le recommandait l'**ONUSIDA (2017)**. Parmi ces stratégies, on peut citer la communication pour le changement de comportement, la prévention de la transmission du VIH de la mère à l'enfant, le Conseil et le dépistage, la

lutte contre la discrimination et la stigmatisation, les Violences Basées sur le Genre (VBG), l'adoption de loi portant régime de prévention, de protection et de répression en matière de VIH), le traitement antiretroviral à toute personne dépistée positive et la promotion du port des préservatifs.

Les patients suivis dans les centres de prise en charge sont conseillés sur le risque de transmission sexuelle du VIH et en reçoivent gratuitement une dotation de 12 préservatifs par mois. Cependant le nombre de nouvelles infections est encore élevé. En 2017, c'étaient 29.800 nouvelles infections notifiées dont la majorité par voie sexuelle (**DIIS, 2018**). Cette situation porte à croire que le sexe sans condom ne pourrait être abandonné. Le taux d'usage régulier du préservatif dans les foyers est méconnu. Les facteurs associés à la pratique du sexe sans condom sont nombreux. Les auteurs comme **Kalichman et al., (2016)** et **Wagner et al., (2016)** ont montré que les valeurs sociales comme la stigmatisation, la discrimination et la non divulgation du statut au partenaire sexuel ont un lien avec le sexe sans condom. En revanche, au sein du foyer conjugal, on ne connaît pas véritablement les facteurs qui peuvent influencer l'usage régulier du préservatif.

L'objectif de cette étude était de décrire les facteurs associés à l'usage régulier du préservatif dans la sexualité intraconjugale chez les patients infectés par le VIH et suivis sur un site de prise en charge.

## **Methode Et Materiel D'étude**

### **○ Type d'étude**

Une enquête transversale et descriptive pour une étude quantitative sur une période de 6 mois allant du 1<sup>er</sup> décembre 2017 au 31 mai 2018 a été conduite sur le site de prise en charge des personnes vivant avec le VIH de l'Institut National d'Hygiène Publique (INHP).

### **○ Population d'étude**

#### **▪ Critères d'inclusion**

- Etaient inclus dans l'étude toute personne vivant avec le VIH enrôlée dans les soins VIH et qui accepte librement de répondre au questionnaire après lecture et signature de la fiche de consentement.
- Concernant la sélection des candidats, c'étaient les patients venus pour une visite médicale de suivi ou un renouvellement du traitement ARV, soit pour un bilan biologique de suivi ou pour d'autres soins de santé.

#### **▪ Critères d'exclusion**

- ✓ Les patients n'ayant pas totalisé au moins 6 mois de suivi dans les soins VIH ;
- ✓ Les patients dont leur état de santé ce jour ne leur permet pas d'être soumis au questionnaire (patients malades).

- **Collecte des données**

- **Mode de collecte**

Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire. Ce questionnaire a été administré aux patients lors des visites médicales de suivi par les assistants sociaux exerçant sur le site. Ces patients ont été interrogés une seule fois quel que soit le nombre de visites effectuées sur la période d'enquête.

Afin d'éviter les doublons d'enrôlement, le numéro du suivi du client faisait partie de l'identification du client sur le masque de saisi des données.

- **Variables étudiées**

Les variables étudiées ont été réparties en groupes de caractéristiques individuelles : âge, sexe ; situation matrimoniale : lien avec le partenaire ; de reproduction : nombre d'enfants du patient, désir d'enfants, nombre d'enfants nés après le dépistage et insémination pour enfanter; de durée de suivi : nombre d'années de suivi dans les soins ; de divulgation du statut : partage du statut avec le partenaire sexuel, connaissance du statut sérologique du partenaire sexuel; de comportement sexuel dans le foyer : régularité du port du préservatif, continuité du rapport sexuel ; d'acceptabilité du préservatif : perception du préservatif.

- **Analyse des données**

Les données ont été codifiées et saisies sur le logiciel Epi Info Version 3.5.4/2012. Les fréquences et les proportions des variables étudiées ont été déterminées par le même logiciel. Les proportions d'usage régulier et d'usage inconstant du préservatif ont été comparées l'aide d'un test du Chi-deux.

- **Considérations éthiques**

L'enrôlement de chaque sujet a fait l'objet d'obtention de son consentement. Une fiche de consentement est lue et expliquée à chaque patient. Il approuve son adhésion à l'étude en signant le document.

L'anonymat de chaque participant était assuré par l'utilisation de code ne permettant pas leur identification lors de l'exploitation des données.

- **Limites de l'étude**

- **Méthode de sélection des participants.**

Les sujets ont été enrôlés à tout venant mais pas en exhaustivité 54% de la file active (102 sur 189 patients actifs). Deux faits expliquaient cette situation :(i) Les rendez-vous de visite des patients sont le plus souvent long. Ils sont trimestriels pour certains et semestriels pour d'autres. (ii) Tous ceux qui viennent à leur visite ne pourraient être interrogés surtout pendant les jours de grandes affluences ; uniquement ceux qui pouvaient accorder quelques minutes de patience, étaient interrogés par les 2 prestataires en charge de l'enquête.

### ▪ **Sincérité des déclarations**

Les patients ont été interviewés sur le site par les assistants sociaux chez qui recevaient régulièrement des conseils de prévention pendant les séances de counseling. Ces résultats obtenus sur le port du préservatif pourraient être différents si ces patients étaient interrogés ailleurs par des personnes autres que leurs assistants sociaux.

## **Resultats**

### **1. Facteurs associés à l'usage du préservatif**

#### **1.1. Caractéristiques individuelles**

102 patients infectés par le VIH suivis sur le site ont participé à cette étude. L'âge des patients variait de 20 à 60 ans avec une moyenne de 40 ans. Les femmes représentaient 71,6 % des patients enrôlés.

#### **1.2. Durée de suivi dans les soins**

La durée du suivi des patients dans les soins VIH s'étendait sur 13 années de 2005 à 2018 et 53% des patients sont dépistés il y avait moins de 4 ans.

#### **1.3. Situation matrimoniale et reproduction dans le foyer conjugal**

Les patients en union représentaient 55,9%. Parmi eux 63,6% vivaient toujours avec leur même partenaire depuis leur dépistage. 64,4% des patients ont exprimé un désir d'enfants. Les patients qui n'ont pas eu d'enfants représentaient 23%. Parmi ceux qui ont enfanté, 28,6% ont eu leurs enfants après le dépistage VIH. Et parmi ceux qui ont donné naissance à des enfants après le dépistage, aucun n'a eu recours à une insémination artificielle.

#### **1.4. Partage du statut sérologique dans le foyer conjugal**

61,8% des patients ont partagé leur statut à leur actuel partenaire sexuel actuel et 64,7% des patients connaissaient le statut de leur partenaire sexuel. Les partenaires sexuels (Iles) dont le statut est négatif (ves) atteignaient 39,2% et positif 25,5%.

#### **1.5. Comportement sexuel dans le foyer conjugal durant les 6 derniers mois**

##### **1.5.1. Continuité des rapports sexuels dans le foyer conjugal durant les 6 derniers mois**

Les rapports sexuels sont continuellement entretenus dans le foyer conjugal chez 72% des personnes interrogées durant les six derniers mois. Les rapports sexuels sont arrêtés chez 28 % des patients soit pour des raisons de veuvage, de maladie et désunion (21%) ou soit pour des raisons personnelles (7%).

21% des patients ont arrêté les rapports sexuels pour des raisons diverses (Veuvage, maladie) par contre 7% des patients.

### 1.5.2. Usage du préservatif durant les 6 derniers mois dans le foyer conjugal

Les patients ayant déclaré ‘porter les préservatifs de façon régulière au cours des rapports sexuels durant les 6 derniers mois dans le foyer conjugal’ représentaient 53,5%.

### 1.6. Acceptabilité du port du préservatif

Ceux qui n’acceptaient pas ou ne toléraient pas l’usage du préservatif lors des rapports sexuels représentaient 21,2%.

Les peines ressenties lors de l’usage du préservatif étaient principalement le manque de plaisir sexuel (28,5 %) ; la frustration (33,3%) et l’anxiété, la colère, le découragement (38,2%). Le tableau I présente les caractéristiques des variables étudiées.

**Tableau I : Facteurs associés à l’usage du préservatif**

Groupes de facteurs	Variables		Effectif (n)	Pourcentage	
Caractéristiques individuels	Sexe	Féminin	73	71,6	
		Masculin	29	28,4	
	Age	Moyenne d’âge (année)	40		
		Age médian (année)	39		
Situation matrimoniale	Vie maritale	Mariage civil *	16	15,7	
		Concubinage **	41	40,2	
		Célibataire ***	45	44,1	
Reproduction des patients	Union avec le même partenaire depuis le dépistage	Oui	63	63,6	
		Non	36	36,4	
	Reproduction des patients	Patients n’ayant pas d’enfants	23	23,0	
		Patients ayant un enfant	26	26,0	
		Patients ayant plus d’un enfant	51	51	
	Reproduction des patients	Reproduction des patients	Patients ayant d’enfants nés après le dépistage	22	22,0
			Insémination artificielle	Oui	0
			101	100	

		Non		
	Désir d'enfant	Oui	62	64,6
		Non	34	35,4
Durée du suivi Dans les soins VIH	Nombre d'années de suivi dans les soins VIH	suivi il y a moins de 4 ans	54	52,9
		Suivi il y a plus de 4 ans	48	47,1
Partage du statut sérologique	Statut sérologique du partenaire sexuel	Positif	26	25,5
		Négatif	40	39,2
		Nsp	17	16,7
		N/A (pas de partenaire et pas de rapport)	19	18,6
Partage du statut avec le partenaire sexuel	Partage du statut avec le partenaire sexuel	Oui	63	61,8
		Non	20	19,6
		N/A (pas de partenaire et pas de rapport)	19	18,6
Comportement sexuel	Usage du préservatif dans les 6 derniers mois	Régulier	54	53,5
		Le plus souvent	9	8,9
		Quelquefois	15	14,9
		Jamais	7	6,9
		N/A (absence ou arrêt de rapport sexuel)	16	15,8
		Continuité des rapports sexuels	Non	7
Acceptabilité du préservatif	Acceptabilité/ Tolérance du port de préservatif	Non au début mais ça va maintenant	7	7,0
		Oui mais pas comme avant	21	21,0
		Oui comme d'habitude	44	44,0
		N/A (Pas de partenaire, arrêt de rapport sexuel)	21	21,0
		Non	21	21,2
	Oui	70	70,7	
	Sans avis	8	8,1	



Perception du port du préservatif	Négative	23	22,8
	Positive	67	66,3
	Sans avis	11	10,9

\* **mariage civil : ce sont des partenaires sexuels qui sont dans un foyer dont le lien est reconnu par l'état civil.**

\* **\*concubinage : ce sont des partenaires sexuels qui sont en union dans un foyer dont le lien est autre que celui de l'état civil (dot, religion, etc.)**

\*\*\***célibataire regroupe ceux qui sont dans une relation libre (veuvage, désunion, sans partenaire fixe), mais reconnaissent un (une) partenaire sexuel avec qui, ils entretiennent des rapports sexuels.**

## 2. Lien des facteurs associés et l'usage régulier du préservatif dans les rapports sexuels intraconjugaux

Les célibataires utilisaient régulièrement mieux le préservatif (75,9%) que ceux qui sont en couple dans le foyer (61,5%).

Les patients n'ayant pas de désir de grossesse utilisaient régulièrement le préservatif (73,1) que ceux qui avaient le désir d'enfants (61,1%).

Dans les foyers où il existait une différence de statut sérologique, les partenaires négatifs (67,3%) faisaient l'usage régulier du préservatif que ceux qui sont positifs (54,2%)

**Tableau II** : usage régulier du préservatif dans les rapports sexuels intraconjugaux durant les 6 derniers mois

Variable		Port régulier du préservatif	Port irrégulier du préservatif	Effectif de la variable étudiée	<i>P</i> ( $\alpha=5\%$ )
Situation maritale <b>N=81</b>	Célibataire	22 (75,9)	7 (24,1)	29 (35,8)	<0,30
	Vie en couple*	32 (61,5)	20 (38,5)	52 (64,2)	
Statut sérologique du partenaire sexuel <b>N=62</b>	Négatif	24 (67,3)	14 (36,7)	38 (61,3)	<0,50
	Positif	13 (54,2)	11 (45,8)	24 (38,7)	
Partage du statut sérologique avec le partenaire <b>N=79</b>	Oui	39 (63,9)	22 (36,1)	61 (77,2)	<0,90
	Non	11 (61,1)	7 (38,9)	18 (22,8)	

Nombre d'enfants du patient <b>N=83</b>	Patient sans enfant	9 (50)	9 (50)	18 (21,7)	
	Patient avec un enfant et plus	44 (67,7)	21 (32,3)	65 (78,3)	<0,20
Désir d'enfant <b>N=80</b>	Désir d'enfants	33 (61,1)	21 (38,9)	54 (67,5)	
	Pas de désir d'enfants	19 (73,1)	7 (26,9)	26 (32,5)	<0,30
Nombre d'années de suivi dans les soins <b>N=85</b>	Suivi moins de 3 ans	18 (64,3)	10 (35,7)	28 (32,9)	
	Suivi plus de 3 ans	36 (63,2)	21 (36,8)	57 (67,1)	<0,95
Acceptation /Tolérance du port du préservatif <b>N= 83</b>	Non	14 (77,8)	4 (22,2)	18 (21,7)	
	Oui	39 (60)	26 (40)	65 (78,3)	<0,20
Perception de l'usage du préservatif comme néfastes pour la santé <b>N=80</b>	Oui	15 (78,9)	4 (21,1)	19 (23,8)	
	Non	36 (59)	25 (41)	61 (76,2)	<0,20

**\*Vie en couple : prend en compte ceux qui sont mariés à l'état civil et ceux qui sont dans une relation de concubinage.**

## Discussion

Les résultats de l'étude ont montré que le dépistage du VIH chez les patients interrogés n'avait pas mis un terme à leur relation sexuelle. Ainsi, les rapports sexuels dans le foyer continuent d'être pratiqués chez 72% des personnes interrogées. Le préservatif introduit dans la relation conjugale est utilisé mais pas régulièrement. L'usage n'était régulièrement constant que chez 53,5% des personnes. Ce taux était identique à ceux rapportés par Yaba et al., (2013) et Deuba et al., (2018).

L'étude a identifié des facteurs qui ont influencé l'usage du préservatif. Ainsi dans le foyer conjugal, le fait d'être célibataire ou d'être informé du statut partenaire ou d'avoir une différence de statut étaient plus associés à

l'utilisation constante du préservatif. Cependant, tous ces facteurs ne se sont pas révélés significativement liés à une utilisation régulièrement constante du préservatif. Par contre, avoir le désir d'enfants ou être de même statut sérologique que le partenaire étaient plutôt associés à une utilisation non constante du préservatif mais le lien n'était pas significatif. Enfin la durée du suivi dans les soins n'avait pas affecté l'usage constant ou non constant du préservatif. Au total aucune des variables étudiées n'est associée statistiquement significative à un usage régulièrement constant du préservatif. Si l'on fait un raisonnement par analogie avec le sexe sans condom qui serait lié à certains nombres de paramètres tels que la non divulgation du statut entre partenaire, l'absence du dépistage du partenaire, la discrimination et la stigmatisation (Wagner et al. , 2016) ;(Yaba et al., 2013), l'on pourrait prédire une forte utilisation du préservatif dans cette étude puisque sur tous les sites de prise en charge des actions comme le partage du statut entre partenaire, le dépistage du couple, la lutte contre la discrimination et la stigmatisation sont menées pour une meilleur insertion sociale des personnes vivant avec le VIH surtout qu'au niveau national, le niveau de discrimination et de stigmatisation a globalement diminué et les taux dépistage et de partage du statut entre partenaire sexuel se sont améliorés dans le pays (PNLS, 2019). Cependant l'on doit être prudent, l'amélioration de ces indicateurs ne corroborent pas forcément à l'utilisation du préservatif. En effet lorsque le partage du statut sérologique au sein du couple est largement fait et que la proportion de statut seroconcordant est élevée, les rapports sexuels non protégés deviennent fréquents comme l'ont fait remarqué Chakrapani et al., (2010) ; Cook et al.(2018) ; Fetene et al., (2018) et Tadesse et al., (2019) dans les résultats de leurs études. Mais l'usage du préservatif semble être plus complexe et ne peut être associé voire lié qu'à ces paramètres étudiés.

En effet, l'usage régulier ou irrégulier du préservatif semble être déterminé par les circonstances selon lesquelles les problèmes et les besoins du couple évoluent (Schiltz et al., 1999). Ces circonstances peuvent prendre des significations très différentes et répondent à des logiques particulières (Musinguzi et al. , 2015).

En matière de prévention, les personnes les plus concernées tentent de rétablir un certain équilibre en intégrant et en adaptant les consignes de prévention à partir de leurs besoins, de leur désir mais aussi de leurs difficultés. Schroder et al., en 2007 ont montré l'influence de l'humeur sur le port du préservatif. En effet en 1999, Schiltz et al., écrivaient que pour les personnes vivant avec le VIH qui retrouvent une existence où le temps de vivre et le bien-être reprennent leurs droits, la question de la prévention est centrale. Ces personnes conçoivent des stratégies de réduction des risques qui auront leur propre rationalité et qui ne seront pas forcément conformes aux normes établies.

Il ne s'agit pas pour la personne infectée de faire délibérément courir un risque à son partenaire sexuel, mais il s'agit plutôt d'un processus d'adaptation et d'arbitrage du couple face à plusieurs risques (Bunnell et al., 2005) dont les résultats sont instables, et au centre duquel vont jouer plusieurs paramètres : le désir d'enfant, l'état de santé, le niveau d'influence du sujet dans le foyer, le vœu de partager la vie de l'autre, la crainte de la solitude, le mode de vie. D'où le maintien rigoureux et constant d'un comportement protecteur devient très difficile (Delor et al., 1998 ; Schroder et al., 2007 ; Reis & Gir, 2010) et la prise de risque devient fréquente ce qui justifie l'usage irrégulier du préservatif chez ces personnes conscientes de la transmission du VIH à travers des conseils de prévention qu'elles reçoivent sur les sites de prise en charge. Ainsi, protéger son (sa) partenaire contre le VIH place l'homme et la femme dans des situations différentes. Et chacun selon son pouvoir d'influence dans le ménage impose sa volonté (Reis & Gir, 2010).

Dans cette étude, l'usage régulier du préservatif était meilleur dans le couple où le client interrogé est un homme (78,6%) qu'une femme (56,1%). L'influence du sexe masculin sur l'usage régulier de ce dispositif de barrière se justifie : primo sur les sites se sont les préservatifs masculins qui étaient distribués, secundo parce qu'il est généralement porté par l'homme. Alors sa négociation semble être d'autant plus étroite lorsque la femme se trouve en situation de vulnérabilité sociale et économique (Toska et al., 2017). L'usage du préservatif peut être décidé unilatéralement ou imposé par un des partenaires et cela donnerait une mauvaise perception de son utilisation comme c'était le cas dans cette étude pour 21,2 % des patients interviewés qui en faisaient usage contre leur gré. Mais selon les auteurs Schiltz et al., (1999) ; Myer et al., ( 2002) ; Ngure et al., (2012) ; Deuba et al., (2018) plusieurs logiques prévalent à l'intérieur des couples stables où la question de la protection du partenaire constitue un thème particulièrement problématique qui s'étend non seulement à l'utilisation du préservatif mais encore à l'incertitude qui entoure un large éventail de conduites érotiques, comme par exemples:

-Dans un foyer où un des partenaires n'a pas un bon état de santé, l'usage systématique de préservatif peut être la règle pour une prévention de l'infection chez la personne négative. Ce qui ne reflète plus la situation actuelle. Aujourd'hui, en Côte d'Ivoire, avec l'accès au traitement ARV, le PNLIS (2019) a rapporté un recul de la morbidité chez ces patients et une amélioration de leur état de santé ce qui pourrait expliquer le relâchement de l'usage du préservatif.

-Aussi, le désir d'enfants exprimés par 62% des patients justifierait une utilisation irrégulière du préservatif car un couple qui désire d'enfants trouverait absurde de réaliser ce rêve en faisant un usage régulier de ce dispositif de barrière qui l'empêcherait d'enfanter (Sarkar, 2008).

-A l'extrême, l'abandon de toute protection peut être permanent et accepté par les deux partenaires parfaitement informés de la présence du VIH dans leur relation. Dans ce cas deux situations peuvent expliquer l'abandon du port du préservatif : soit le couple recherche un compromis plus ou moins acceptable avec un des partenaires qui supporte mal les frustrations associées à l'usage du préservatif car l'image du préservatif peut être mal perçue par le partenaire dans les actes sexuels (Exaveryal., 2012) comme c'est le cas dans l'étude pour 22,8% des sujets interrogés. Ou soit le couple manifeste un idéal d'amour dans une relation sexuelle sans barrière, sans contrainte comme le stipule l'adage du mariage : « unis pour le bonheur et le pire ». Cela traduit le désir de privilégier la qualité de la relation amoureuse et de négliger les risques de transmission et de surinfections.

Aujourd'hui, les connaissances des populations sur l'infection par le VIH ont évolué et l'usage du préservatif suivant certainement cette évolution, semble être dépassé. En effet, concernant les facteurs influençant la prise de risque, le traitement antiretroviral n'est pas épargné comme Sarna et al., (2009) et Liu et al., (2014) ont fait remarquer dans les études. En effet, le traitement antiretroviral hautement actif a modifié les attitudes des personnes vivant avec le VIH dans le sens d'une plus grande prise de risque. Tous ces patients interrogés dans cette étude sont sous des traitements antiretroviraux. Ces personnes ne se sentaient plus comme des malades se donneraient à des comportements et de pratiques sexuelles libres (Tadesse et al., 2019). Ainsi le préservatif semble être abandonné ou son usage dans le foyer devenait plus occasionnel que régulier.

## **Conclusion**

Les données de cette étude sont issues exclusivement des déclarations des patients qui sont suivis sur un site de prise en charge où les conseils de prévention sont dispensés. En plus, les informations recueillies étaient plus en rapport avec l'intimité des patients. A cet effet la sincérité de ces déclarations ne peut être prouvée. Cependant les résultats obtenus sont superposables à ceux trouvés par d'autres auteurs cités dans cette étude.

Les résultats de l'étude ont montré que les personnes vivant avec VIH et éduquées au port de préservatif affirment l'introduire dans leur relation sexuelle intraconjugale. Mais son usage régulier est émaillé de nombreuses difficultés.

Les facteurs individuels, de situation matrimoniale, de reproduction, de dépistage, de divulgation du statut, de comportement sexuel dans le foyer, d'acceptabilité du préservatif qui y sont associés, ne sont pas statistiquement liés à l'usage régulier du préservatif. C'est ce qui expliquerait la difficulté de synthèse des études qui s'attachent à isoler les déterminants liés à l'usage systématique du préservatif.

Néanmoins, l'usage du préservatif serait plutôt déterminé par les problèmes et les besoins des individus qui l'utilisent. La difficulté de son utilisation régulière résulterait de la complexité et de la variabilité de ces problèmes et besoins vécus ou ressentis par les usagers mais aussi de la perception et la représentation de la prévention de la transmission sexuelle par les personnes infectées par le VIH sous traitement antiretroviral.

Des études plus poussées sur les besoins de sexualité des personnes vivant avec le VIH permettront de mieux établir des liens pour l'usage régulier du préservatif.

### References:

1. Bunnell, R.E., Nassozi J., Marum, E., Mubangizi, J., Malamba, S., Dillon, B., et al., (2005). Living with discordance: knowledge, challenges, and prevention strategies of HIV-discordant couples in Uganda. *AIDS Care*.
2. Chakrapani, V., Newman, P. A., Shunmugam, M., & Dubrow, R. (2010). Prevalence and contexts of inconsistent condom use among heterosexual men and women living with HIV in India: implications for prevention. *AIDS patient care and STDs*, 24(1), 49–58. doi:10.1089/apc.2009.0214
3. Cook, C. L., Staras, S., Zhou, Z., Chichetto, N., & Cook, R. L. (2018). Disclosure of HIV serostatus and condomless sex among men living with HIV/AIDS in Florida. *PloS one*, 13(12), e0207838. doi:10.1371/journal.pone.0207838
4. Delor, F. et Schiltz, M.A. (1998). Séropositifs. Trajectoires identitaires et rencontres du risque. In: *Sciences sociales et santé*. Volume 16, n°4, pp. 107-111. [visité le 10/06/2019]. En ligne : [https://www.persee.fr/doc/sosan\\_0294-0337\\_1998\\_num\\_16\\_4\\_1780](https://www.persee.fr/doc/sosan_0294-0337_1998_num_16_4_1780)
5. Deuba, K., Kohlbrenner, V., Koirala, S., Ekström, A. M., & CAT-S group (2018). Condom use behaviour among people living with HIV: a seven-country community-based participatory research in the Asia-Pacific region. *Sexually transmitted infections*, 94(3), 200–205. doi:10.1136/sextrans-2017-053263
6. Direction de l'Informatique et de l'Information Sanitaire (DIIS). (2018). *Rapport annuel VIH 2017*. Abidjan, Côte d'Ivoire : Ministère de la santé et de l'hygiène publique (MSPH)
6. Exavery, A., Kanté, A.M., Jackson, E., Noronha, J., Sikustahili, G., Tani, K., Mushi, H.P., Baynes, C., Ramsey, K. & Hingora A., Phillips JF. (2012). Role of condom negotiation on condom use among women of reproductive age in three districts in Tanzania. *BMC Public Health*, 20;12:1097. doi: 10.1186/1471-2458-12-1097.

7. Liu, H., Su Y, Zhu, L., Xing, J., Wu, J. & Wang, N. (2014). Effectiveness of ART and condom use for prevention of sexual HIV transmission in serodiscordant couples: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 4;9(11):e111175. doi:10.137.
8. Musinguzi, G., Bastiaens, H., Matovu, J. K., Nuwaha, F., Mujisha, G., Kiguli, J., ... Wanyenze, R. K. (2015). Barriers to Condom Use among High Risk Men Who Have Sex with Men in Uganda: A Qualitative Study. *PloS one*, 10(7), e0132297. doi:10.1371/journal.pone.0132297
9. Myer, L., Mathews, C., & Little, F. (2002). Condom use and sexual behaviors among individuals procuring free male condoms in South Africa: a prospective study. *Sex Transm Dis.*, 29(4):239-41.
10. Ngure, K., Mugo, N., Celum, C., Baeten, JM, Morris, M, Olungha, O, Olenja, J, Tamoo, H, & Shell-Duncan, B. (2012). A qualitative study of barriers to consistent condom use among HIV-1 serodiscordant couples in Kenya. *AIDS Care*, 24(4):509-16. doi:10.1080/09540121.2011.613911.
11. Onayade, A.A., Abiona, T.C., Ugbala, C., Alozie G., Adetuyi, O. (2008). Determinants of consistent condom use among adolescents and young adults attending a tertiary educational institution in Ile-Ife, Nigeria. *Niger Postgrad Med J.* , 15(3):185-91.
12. Programme commun des Nations Unies sur le VIH/sida (ONUSIDA). (2017). *En finir avec le sida; progresser vers les cibles 90-90-90*. Genève, Suisse : ONUSIDA. [Visité le 26/12/2018]. En ligne [https://www.unaids.org/sites/default/files/media\\_asset/20170720\\_en-finir-avec-le-sida\\_synthese.pdf](https://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/20170720_en-finir-avec-le-sida_synthese.pdf).
13. Programme National de Lutte contre le Sida (PNLS). (2019). *Analyse de la situation épidémiologique et de la réponse au VIH en Côte d'Ivoire. Revue à mi-parcours du PSN 2016-2020*. Abidjan, Côte d'Ivoire: Ministère de la santé et de l'hygiène publique (MSPH)
14. Reis RK, Gir E. (2010). Living with the difference: the impact of serodiscordance on the affective and sexual life of HIV/AIDS patients. *Rev Esc Enferm USP*.
15. Sarna, A., Chersich, M., Okal, J., Luchters, S.M.F., Mandaliya, N.K., Rutenberg et al. (2009). Changes in sexual risk taking with antiretroviral treatment: influence of context and gender norms in Mombasa, Kenya, *Culture, Health & Sexuality*, 11:8, 783-797, DOI: 10.1080/13691050903033423
16. Sarkar, N.N. (2008). Barriers to condom use. *Eur J Contracept Reprod Health Care*. 2008; 13(2):114-122
17. Schiltz, M.A., Meystre-Agustoni, G., Delor, F, Pierret, J, Adam, P., Bouhnik, A.D. et al. (1999). Vie sexuelle et Prises de risques chez les

- personnes vivant avec le VIH/sida. Dans Collection Sciences sociales et Sida (dir.)
18. Séropositivité, vie sexuelle et risque de transmission du VIH. Paris, France : Agence Nationale de Recherches sur le Sida (ANRS); 72p-112p [visité le 12/08/2018]. En ligne : [https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB\\_7174.P001/REF.pdf](https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_7174.P001/REF.pdf)
  19. Schroder, K.E., et Johnson, C.J., Wiebe, J.S. (2007 Apr). An event-level analysis of condom use as a function of mood, alcohol use, and safer sex negotiations. *Arch SexBehav.*;38(2):283-9.
  20. Tadesse, W. B., & Gelagay, A. A. (2019). Risky sexual practice and associated factors among HIV positive adults visiting ART clinics in public hospitals in Addis Ababa city, Ethiopia: a cross sectional study. *BMC public health*, 19(1), 113. doi:10.1186/s12889-019-6438-5
  21. Toska, E., Pantelic, M., Meinck, F., Keck, K., Haghighat, R., Cluver, L. (2017). Sex in the shadow of HIV: A systematic review of prevalence, risk factors, and interventions to reduce sexual risk-taking among HIV-positive adolescents and youth in sub-Saharan Africa. *PLoS One*. 2017;12(6):e0178106. Published 2017 Jun 5. doi:10.1371/journal.pone.0178106
  22. Wagner, G. J., Bogart, L. M., Klein, D. J., Green, H. D. Jr., Mutchler, M. G., McDavitt, B., & Hilliard, C. (2016). Association of Internalized and Social Network Level HIV Stigma With High-Risk Condomless Sex Among HIV-Positive African American Men. *Archives of sexual behavior*, 45(6), 1347–1355. doi:10.1007/s10508-015-0641-y
  23. Yaba, W., Msellati, P. et Chippaux, J.P. (2013). Comportements sexuels et usage du préservatif chez les personnes vivant avec le VIH/sida au Gabon. *Santé Publique*, (Vol. 25), p. 839-847. DOI 10.3917/spub.136.0839



# Study of Different Rates of Application of Pendimethalin and Acetochlor on Weed Infestation and Grain Yield of Fababean

*Hajjaj B.,  
Tantaoui H.,  
El Oualkadi A.,*

National Institute of Agronomic Research, Tangier, Morocco

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p246 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p246](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p246)

---

## Abstract

A fababean weed control trial was conducted during the 2016-2017 growing season. The aim of this study is to investigate the effect of two pre-emergence herbicides Pendimethalin and Acetochlor on weed infestation in a fababean crop. Dominant weed botanical families in the experimental site belong to Asteraceae and Poaceae. Results showed that the improvement of fababean grain yield depends on the weed control efficacy. Treatment with Pendimethalin at 1228 g/ha widely decrease fababean weed infestations recording 91.7% and 90.56 respectively on visual efficacy rating and weed biomass reduction. Acetochlor at 1050 g/ha recorded the lowest efficacies 53.3% and 62.1% respectively on visual efficacy rating and weed biomass reduction. Plots treated with Pendimethalin at 1228 g/ha recorded the best yields with an average of 3.32 tons / ha.

---

**Keywords:** Weed Infestation, Fababean, Pendimethalin, Acetochlor, Efficacy, Biomass, Morocco

## Introduction

Food legumes are second in crop rotation in Morocco after cereals (Elalaoui, 2000). Food legumes cover an area of 201 000 hectares (MAPMDREF, 2017). Fababean is the most important food legume, it covers an area of 82 800 ha with a production of 26 560 tons (MAPMDREF, 2017). These crops play several agronomic, nutritional and economic roles (Daoui *et al.*, 2015), as they contribute to the improvement of the soil structure and enrichment through the symbiotic fixation of atmospheric nitrogen and they improve the quality of the human and animal food ration because of their high protein content. In Morocco, fababean production is concentrated in two main areas; Sais region and the Pre-Rif region (Ouazzane, Chefchaouen, Taounate,

Taza) and in the central western region of the country (Chaouia, Abda and Dokkala) (Fatemi *et al.*, 2005). Weeds are a serious constraint to fababean productivity in Morocco especially orobanche and dicotyledonous weeds (Zemrag, 1994; Zemrag, 1997; Zemrag, 1999; Hajjaj 2010; Baye, 2012; Guennouni, 2012; Bouhache and Benmansour, 2014 ; Dahan *et al.*, 2016; Hajjaj *et al.*,2016, Tanji A. 2001; Tanji, 2013; Tanji A. 2018). Indeed, weeds compete with crops using water, nutrients and lights (Spitters and Van Den Bergh, 1982). Dicotyledonous weeds are a serious problem in fababean in Morocco because of the scarcity of registered broadleaf herbicides on this crop (Ezzahiri *et al.*, 2014). Surveys carried out in different regions of Morocco have shown that dominant weed botanical families found in food legumes are *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Apiaceae*, *Brassicaceae* and *Poaceae* (Baye, 2015). Pendimethalin in pre-emergence is recommended to control dicotyledonous weeds and could be followed by a post-emergence herbicide which control grass weeds (Fluazifop butyl, Haloxyfop and Cycloxydime) (Baye, 2015). Pendimethalin and Acetochlor are two pre-emergence herbicides that may reduce weed infestation in fababean depending on rates of application and the nature of weed flora infestation. No studies have been conducted on weed efficacy of these herbicides in the Ouazzane region. This study aims to evaluate different doses of Pendimethalin and Acetochlor on weed infestation in fababean in the Ouazzane region, Morocco.

## Material And Methods

A trial of weed control of fababean was conducted in Ouazzane region during 2016-2017 growing season. Two pre-emergence herbicides were tested (Table 1). Treatments were carried out using a Backpack herbicide sprayer with nozzle delivering a 3 bar jet. The spray volume per hectare is 200l. The experimental design was a random block with tree repetitions. The distance between the blocks is 2 meters and the distance between plots was 1meter. Each block contained 4 elementary plots, 3 plots of which are treated with the herbicides tested (Table 1) and one untreated control plot. The size of the elementary plots was 2m x 5m (10m<sup>2</sup>). Pre-emergence herbicides were applied three days after fababean sowing on November 07, 2016. Observations were made on January 11, 2017. Observations concerned visual rating of efficacy on a scale ranging from zero to 100% (where 0% is ineffective while 100% is a total destruction of weeds) and percentage of dry biomass reduction. Weed dry biomass reduction percentage =  $[\text{weed dry biomass weight in control plots} - \text{weed dry biomass weight in treated plots}] \times 100 / [\text{weed dry biomass weight in control plots}]$ . Calculation of dry weed biomass were made by collecting weeds in each plot using a quadrat of 1m x 1m. Samples were dried in a drying oven at 75 ° C for 48 hours. Then, dry plant material in each plot was weighed with a precision balance. Statistical analyzes were performed with SPSS

software version 21.0 using the analysis of variance (ANOVA). The difference among treatment means was compared by Tukey's test at  $p \leq 0.05$ .

**Table 1:** Applied herbicides in experimental site

Herbicide treatments	Herbicide active ingredient	rate of application (g/hectare)
Treatment 1	Pendimethalin	614
Treatment 2	Pendimethalin	1228
Treatment 3	Acetochlor	1050

## Results And Discussion

### 1. Weed flora

A floristic survey at the trial site revealed 18 species belonging to 11 botanical families, of which 88.9% are annuals. The dicotyledons contribute 66.6% and the monocotyledons 33.3%. Dominant weed botanical families in the experimental area are *Asteraceae* and *Poaceae* as they contribute more than half of the species diversity in the experimental site (Table 2). Others studies reported that *Asteraceae* and *Poaceae* contribute in total by 26.7 % in Chaouia region (Taleb and Maillet, 1994). This shows the importance of weed infestation of these two botanical families in Ouazzane region.

### 2. Effect on visual efficacy rating

Statistical analysis revealed significant differences in the efficacy of treatments on fababean weeds. Pendimethalin at 1228 g/ha gave the best efficacy recording 91.7% of weed control (Table 3). Thus, the efficacy of Pendimethalin at 1228 g/ha was different from all other treatments. Acetochlor at 1050 g/ha and Pendimethalin at 614 g/ha recorded lower efficacies with respective efficacies of respectively 53.3% and 63.3%. Others authors reported that Pendimethalin at 1050 g/ha recorded 93.3% of weed control in Meknes region of Morocco (Bouhache and Benmansour, 2014), this result confirms our observation in Ouazzane region. Furthermore, other study in Doukkala region (Morocco) tested the association of Pendimethalin at 600 g/ha with Acetochlor 840 g/ha. However, the observed efficacy of that treatment did not exceed 70% weed control (Tanji, 2012).

**Table 2:** Weed flora in experimental site

Scientific Names	Botanical families	Life cycle
<i>Anacyclus maroccanus</i> Ball	<i>Asteraceae</i>	Annual
<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Primulaceae</i>	Annual
<i>Arisarum vulgare</i> Targ.-Tozz.	<i>Araceae</i>	Perennial
<i>Avena sterilis</i> L.	<i>Poaceae</i>	Annual
<i>Bromus rigidus</i> Roth	<i>Poaceae</i>	Annual
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Annual
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Annual

<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Convolvulaceae</i>	Perennial
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	Annual
<i>Gallium tricornutum</i> Dandy	<i>Rubiaceae</i>	Annual
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	<i>Poaceae</i>	Annual
<i>Malva parviflora</i> L.	<i>Malvaceae</i>	Annual
<i>Phalaris brachystachys</i> Link	<i>Poaceae</i>	Annual
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	<i>Poaceae</i>	Annual
<i>Plantago afra</i> L.	<i>Plantaginaceae</i>	Annual
<i>Ridolfia segetum</i> Moris	<i>Apiaceae</i>	Annual
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Annual
<i>Vicia</i> spp.	<i>Fabaceae</i>	Annual

**Table 3:** Effect on visual efficacy rating at 60 DAT\*

Treatments	Efficacy (%)
Pendimethalin at 614 g/ha	63.3a
Pendimethalin at 1228 g/ha	91.7b
Acetochlor at 1050 g/ha	53.3a
$P\alpha=0,05$	<0,00

Significant differences within the same column and means followed by the same letter do not differ at  $P\alpha \leq 0.05$  according to Tukey's test.

\* DAT: days after treatment

### 3. Effect on weed dry biomass reduction

Statistical analysis revealed significant differences between treatments (table 4). Plots treated with Pendimethalin at 1228 g/ha showed the best efficacy recording 90.56% of weed dry biomass reduction compared to weed dry biomass in the control plots. Plots treated by Pendimethalin at 614 g/ha and Acetochlor at 1050 g/ha showed medium weed dry biomass reduction recording only 74.20% and 62.10% respectively. Compared to another study conducted in Tadla region of Morocco in 2010 (Baye, 2012), Pendimethalin at 1200 g/ha showed only 70% of weed dry biomass reduction in a fababean weeding trial. This low efficacy can be explained by the nature of weed flora species since weed infestations differ in agricultural regions of Morocco. Therefore, it is important to adapt rates of application of Pendimethalin in different region according to weed infestation.

**Table 4: Effect on weed dry biomass reduction**

Treatment	Weed dry biomass reduction (%)
Pendimethalin at 614 g/ha	74.20 a
Pendimethalin at 1228 g/ha	90.56 b
Acetochlor at 1050 g/ha	62.10 a
$P\alpha = 0.05$	0.001

*Significant differences within the same column and means followed by the same letter do not differ at  $P\alpha \leq 0.05$  according to Tukey's test.*

#### 4. Effect on grain yield

**Table 5: Effect of treatments on total yield of fababean (tons/ha)**

Treatment	Grain yield (tons/ha)
Pendimethalin at 614 g/ha	1.77b
Pendimethalin at 1228 g/ha	3.32a
Acetochlor at 1050 g/ha	1.52bc
control	1.24c
$P\alpha=0,05$	<0,00

*Significant differences within the same column and means followed by the same letter do not differ at  $P\alpha \leq 0.05$  according to Tukey's test.*

Statistical analysis revealed significant differences between grain yields of treated plots (Table 5). Results show grain yield superiority of plot treated with Pendimethalin at 1228 g/ha recording 3.32 tons / ha. The lowest yield is recorded by the control with 1.24 tons/ha. Grain yields of Acetochlor at 1050 g/ha and Pendimethalin at 614 g/ha treatments are also low, recording respectively 1.52 and 1.77 tons/ha. Despite the fact that grain yield recorded by Pendimethalin at 614 g/ha is greater than recorded untreated control grain yield, nonetheless grain yield of Pendimethalin at 614 g/ha remains low compared to the potential of the crop. In addition, it is important to mention that the calculation of correlation coefficient between treatment efficacies and recorded fababean grain yield showed a coefficient of 0.891: highly significant. This means that grain yields are higher as the weed control efficacies of the treatments increase.

#### Conclusion

This study has shown that the improvement of fababean grain yields is closely related to good weed control. Indeed, Pendimethalin at 1228 g/ha gave the best fababean grain yield recording 3.32 qx/ha and allows to reduce weed infestation by recording 91.70% and 90.56% respectively on visual efficacy rating and weed biomass reduction. Pendimethalin at 1228 g/ha can be recommended to farmers in Ouazzane region. This study should be repeated

at different sites and with different soils to evaluate Pendimethalin and Acetochlor effects on different weed infestation situations.

### References:

1. Baye Y. (2012). Possibilités de désherbage chimique des légumineuses alimentaires en irrigué. Proc. 8ème Congrès de l'AMPP, Rabat. Pages : 445-454.
2. Baye Y. (2015). Mauvaises herbes des légumineuses alimentaires : Espèces rencontrées, impact sur le rendement et moyens de lutte. Guide pratique pour la protection phytosanitaire des céréales et des légumineuses alimentaires. INRA-Maroc éditions 2015. Pages : 54-56.
3. Bouhache M, and Benmansour S (2014). Possibilités de désherbage chimique de la féverole (*Vicia faba* var. *minor*) conduite en irrigué et en bour. Revue Marocaine de Protection des Plantes 6 : 51-62.
4. Dahan R., Kradi C., Mentag R., Bamouh A., El Asri M., Mouaaid A., Tirazi R. et Haddasakr E.M. (2016). Guide pratique pour le conseil agricole : lentille, pois chiche et fève. INRA Edition 2016.
5. Daoui K., Karrou M., Mrabet R., Fatemi Z., and Oufdou K. (2015). Fababean Fertilization in Morocco. Better Crops/Vol. 99 (2015, No. 4). Pages: 12-13.
6. Elalaoui A. C. (2000). Mécanisation de la culture des Légumineuses alimentaires au Maroc. Bulletin de Transfert de technologie en agriculture N°64.
7. Ezzahiri B., Bouhache M. and Mihi M. (2017). Index Phytosanitaire Maroc, 304p.
8. Fatemi Z. E. A., Sakr B. and Abbad A. F. (2005). Amélioration génétique de la fève et féverole. La création variétale à l'INRA méthodologie, acquis et perspectives. INRA éditions 2005. 171 p.
9. Guennouni A. (2012). Orobanche, principal ennemi des légumineuses au Maroc. Agriculture du Maghreb N°57. Pages : 93-95.
10. Hajjaj B. (2010). Diagnostic de la situation du désherbage chimique des céréales et légumineuses dans la région de Sidi El Aidi (Chaouia) et Jemaa shaim (Abda). Proc. 7ème congrès de l'Association Marocaine de Protection des Plantes. Pages : 357-364.
11. Hajjaj B., Bouhache M, Mrabet R., Taleb A. and Douaik A. (2016). Efficacité de quelques séquences d'herbicides contre les mauvaises herbes du pois chiche et de la féverole conduits en semis direct. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (2016) 4 (3). Pages : 37-47.

12. MAPMDREF (2017). Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, MAROC. Division des statistiques.
13. Spitters C.J.T. and Van Den Bergh J.P. (1982). Competition between crop and weeds: A system approach. In *Biology and ecology of weeds*. W. Holzner and N. Numata (eds.) 1982. Dr W. Junk Publishers, The Hague. ISBN 90 6193 682 9.
14. Taleb A. and Maillet J. (1994). Mauvaises herbes des céréales de la Chaouia (Maroc), Aspect floristique. *Weed Research*, 1994. Volume 34. Pages : 345-352.
15. Tanji A (2012). Contribution au désherbage chimique des légumineuses alimentaires. Proc.8ème Congrès de l'AMPP, Rabat. Pages : 409-419.
16. Tanji A (2013). Légumineuses alimentaires, gestion intégrée des adventices. *Agriculture de Maghreb* 71. Pages : 60-61.
17. Tanji A. (2001) Adventices de la fève non irriguée dans la province de Settat. *Revue Al Awamia* N°103. Pages : 71-81.
18. Tanji A. (2018) Fève et féverole, quoi de neuf pour le désherbage. *Agriculture de Maghreb* N°114. Pages : 70-73.
19. Zemrag A. (1994). Lutte chimique contre les adventices dans une culture de fève. *Compte rendu des journées des légumineuses alimentaires*. Mehdia du 05 au 07 Octobre. Pages : 253-256.
20. Zemrag A. (1997). Les acquis de recherche en matière de désherbage : cas des légumineuses alimentaires. Association marocaine de Malherbologie, Journée nationale sur la problématique du désherbage des grandes cultures, Meknès, 26 février 1997. Pages : 15-28.
21. Zemrag A. (1999). L'orobanche, monographie et gestion dans la culture des légumineuses alimentaires. *Bulletin de transfert de technologie en agriculture Maroc* N°66.

## **Validation of HPLC-UV Patulin Determination Method in Traditional Juices From Côte d'Ivoire**

***Kpan Kpan Kouakou Gains,***

Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Laboratoire Central (LCAE), Côte d'Ivoire

***Kouacou Kouassi William Dominique,***

UFR Sciences des Structures de la Matière et de la Technologie,  
Université Félix Houphouët, Côte d'Ivoire

***Kouakou Konan Jean-Marie,***

***Yao Brou Lazare,***

Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Laboratoire Central (LCAE), Côte d'Ivoire

***Trokourey Albert,***

UFR Sciences des Structures de la Matière et de la Technologie,  
Université Félix Houphouët, Côte d'Ivoire

***Dembele Ardjouma,***

Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Laboratoire Central (LCAE), Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p253 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p253](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p253)

---

### **Abstract**

**Object:** The need to reduce dietary mycotoxins exposure, requires development of efficient analytical methods to assess mycotoxins level in food. The purpose of this study was to validate HPLC-UV method for patulin determination in traditional juices made of dry Guinea sorrel flowers or ginger rhizomes. **Material and Methods:** Patulin was extracted with ethyl acetate and purified with sodium bicarbonate solution (14 g/L). Elution of patulin was realised in isocratic mode with mobile phase consisting of acetonitrile-water (10/90 : v/v). Patulin was detected at 276 nm (UV). An amount of patulin was added to neutral portions of juices and the recovery rates were estimated after extraction. **Results:** The retention time was 5.03 min and the coefficient of determination of the calibration range (100 - 1500 µg/L) was 0.9994. Detection and quantification limits were respectively 1.4 µg/L and 4.6 µg/L for the two matrices. The recovery rates were 75.09 ± 0.27% and 75.27 ± 0.64% respectively for ginger and Guinea sorrel juices. Patulin was detected in 55% of ginger juice and 70% of Guinea sorrel juice. Patulin contents of



15% of ginger juice and 40% of Guinea sorrel juice were above the maximum level of patulin (50 µg/L) allowed in juices. **Conclusion:** This method may be used for patulin detection in these traditional juices because its recovery rates were acceptable and limit of quantification (4.6 µg/L) was largely below the maximum level of patulin (50 µg/L) allowed in juices.

---

**Keywords:** HPLC, Patulin, *Hisbiscus Sabdariffa*, *Zingiber Officinale*

## Introduction

Mycotoxins are secondary metabolites produced by toxigenic strains of several mould species belonging to *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Byssochlamys*, *Alternaria* genera. Even at low levels of micrograms per litre or per kilogram (ppb), these substances may be harmful to humans and animals. Their toxicity is expected on vital organs such as liver, kidneys, lungs and immune system. They are also able to reduce human performance by affecting growth, and disrupting the animal's reproduction (Chapeland-Leclerc et al., 2005; Galtier et al., 2006; AFSSA, 2006).

Unfortunately, toxigenic fungi exist in nature and can contaminate food and food products (Huybrechts et al., 2013). The presence of these fungi in food may lead to the contamination of primary foodstuffs and their derived products with mycotoxins. According to the Food and Agriculture Organization (FAO), about 25% of crops are contaminated with mycotoxins (FAO, 2004).

Among these mycotoxins, patulin (4-hydroxy-4H-furo [3,2-c] pyran-2(6H) one) is problematic for fruit juice, as this mycotoxin is frequently found in fruit products, and particularly in apple juice. It is synthesized by several mouldy species belonging to *Penicillium*, *Aspergillus*, *Byssochlamys* genera. But these mycotoxin is mainly produced by *Penicillium expansum* (Shephard and Leggott, 2000). The British Committee for the Mutagenicity of Chemicals in Food, Consumables and the Environment has classified patulin as mutagenic agent (United Kingdom Committee on Toxicity, Mutagenicity and Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment, 1992). The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) admitted, that patulin can cause embryotoxicity with toxicity to surrogate mother. Studies have also concluded that patulin is genotoxic even if its carcinogenicity has not been demonstrated (FAO, 1995). In West Africa and particularly in Côte d'Ivoire, "Bissap", a traditional juice made of dry Guinea sorrel flowers (*Hisbiscus sabdariffa*) and "Gnamankou", another traditional juice made of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes, are very well appreciated during celebrations (wedding, baptism, birthday etc.) and ordinary meals. In view the high consumption of these juices and the need of precautionary principle application, these drinks must carefully be

examined to secure consumers. Otherwise, these juices must be subject to strict regulation in relation to their mycotoxins content, and particularly patulin which is major mycotoxin found in juices.

Achieving level of patulin in Guinea sorrel and ginger juices requires efficient analytical methods able to detect lower amounts of patulin in these juices. Previous analytical methods were elaborated for patulin detection in apple juice and its derivatised products (Herry and Lemetayer, 1996; Brause et al., 1996 ; Shephard and Leggott, 2000 ; Matthew et al., 2005), and have not yet been sufficiently tested on traditional juices made of Guinea sorrel and ginger. That situation constitutes a loss of income, or even a challenge to be taken up in order to contribute to the valorisation of traditional juice made of *H. sabdariffa* and *Z. officinale* juices.

Thus, the purpose of this study was to apply the high performance liquid chromatographic method (HPLC-UV), initially intended for patulin determination in apple juice, to Guinea sorrel and ginger juices to evaluate the effectiveness of this method on these matrices.

## **Material and methods**

### **Solvents and reagents**

The solvents and reagents used were acetic acid (100%) NORMAPHUR (Leuven, Belgium), sodium acetate (99.5%) SCHARLAU (Sentmenat, Spain), sodium carbonate (99.7%) MERCK (Darmstadt, Germany), acetonitrile HPLC CHEM-LAB (Zedelgem, Belgium), sodium sulphate anhydrous (99.2%) ANALAR NORMAPHUR (Leuven, Belgium). Ultra pure water was obtained using ELGA device (High Wycombe, England).

### **Apparatus**

A SHIMADZU HPLC system (Tokyo, Japan) equipped with DGU-20A5 degasser, LC-20AT pump, SIL-20A automatic sampler, TRAY tank, CTO-20A oven and SPD-20A UV/VIS detector, was used to detect patulin. An analytical balance SHIMADZU (Tokyo, Japan) and a rotary evaporator BUCHI (Switzerland) were respectively used for weighing reagents and evaporating undesirable solvents. To measure and adjust the pH of the prepared solutions, NAHITA pH meter (Berain, Spain) was used. The prepared solutions were homogenized by means of NAHITA agitator (Berain, Spain).

### **Calibration standards**

The standard for 4-Hydroxy-4H-furo [3,2-c] pyran-2(6H)-one (patulin) ( $\geq 98.0\%$ ) was provided by TRILOGY (Washington, USA). The initial concentration of the standard was  $25.2 \pm 1.96 \mu\text{g/mL}$  in acetonitrile.

### **Samples collecting**

Two types of juice were analysed, namely Bissap, juice obtained by infusing the dry flowers of Guinea sorrel, and "Gnamankou" extracted from crushed ginger rhizomes. The juice samples were collected in sales outlets located in the commune of Treichville (Abidjan). The volume of each sample was 500 mL. These samples were stored at - 4°C before analysis.

### **Preparation of solutions**

The buffer solution (pH = 4) used for dissolving patulin residues was consisted of 16.4 mL of acetic acid solution (0.2 mol/L) and 3.6 mL of sodium acetate solution (0.2 mol/L). Acetonitrile content of patulin standard (330 µL) was totally evaporated and patulin was recovered with 2500 µL of the buffer solution. The final solution obtained was stored at 5°C. The sodium carbonate solution (14 g/L) for patulin extraction, was obtained dissolving 1.4 g of sodium carbonate into 100 mL of ultrapure water.

### **Liquid - Liquid Extraction (LLE) of Patulin**

The method used to determine patulin is based on ISO 8128 (ISO, 1993) and modified to be adapted to laboratory conditions. This ISO method is specific to apple juice, concentrated apple juice, and other beverages containing apple juice.

A volume of 5 mL of juice was extracted with 3 successive portions of 5 mL ethyl acetate for 1 minute by heavy agitation using vortex shaker. The combined organic phases were extracted with 2 mL aqueous sodium carbonate solution (1.4 g/100 mL) using separating funnel. The aqueous phase was separated and immediately extracted with 5 mL of ethyl acetate after one minute homogenization.

The combined organic phases were dried with 2 g of sodium sulphate anhydrous and filtered on Whatman filter N°4. Then 5 drops of acetic acid were added to neutralize sodium carbonate. The extract was evaporated at 40°C using a rotary evaporator. The residue was dissolved in 500 µL of the buffer solution (pH = 4). The sample was filtered through PTFE disc filter with 0.45 µm porosity and the final solution was collected in a vial and injected into the chromatographic system.

### **Instrumental analysis**

The detection of patulin in fruit juices and standard solutions was realised using HPLC system quipped with LICHROSORB 100 RP-18 column (5 µm, 250 x 4 mm ID). Elution was carried out in isocratic mode using mobile phase consisting of acetonitrile/water (10:90; v/v) with a flow rate of 1 mL/min. The oven temperature and wave length were respectively set at 40°C

and 276 nm (Brause et al., 1996). Injection volume was 20 µL and the analysis took 10 min.

### Specificity

Specificity of the method was established using different dilutions (100, 250 and 500 µg/L) of patulin standard. These solutions were injected into the HPLC in ascending order, and the standard dilution solution was injected into the HPLC under the same conditions as the standard solutions. The comparison of different chromatograms led to identify patulin pic and its retention time.

### Linearity

Linearity was determined using five (06) dilutions (0 ; 100 ; 250 ; 250 ; 500; 500 ; 1000 and 1500 µg/L) of patulin standard solution in sodium acetate buffer. These solutions were injected in ascending order into the HPLC system. The simple linear regression test was performed on the concentrations of the standard solutions and the associated peak areas, to assess the relationship between the peak areas and the patulin content of the standard solutions. This test was performed using XLSAT PRO 7.5 software.

### Accuracy

This analytical parameter was evidenced by the recovery rate (RT) which is the percentage of the difference between the patulin content (after extraction) of a fortified portion of juice sample and the patulin content of another unfortified portion of the same juice sample. Portions of Bissap and Gnamankou were fortified with patulin standard to obtain 50 ; 100 and 150 µg/L of patulin. Then, patulin was extracted from 5 mL of each fortified juice portion, after a rest period. The same extraction method was applied to 5 mL of each type of unfortified juice. The recovery rate was expressed as follows:

$$RT (\%) = (C_f - C) / C_a \times 100 \text{ (CEAEQ, 2015)}$$

Where

RT : recovery rate (%);

$C_f$  : patulin of content of the fortified juice portion (µg/L);

$C$  : patulin content of the unfortified juice portion (µg/L);

$C_a$  : estimated patulin content of the fortified juice portion (µg/L).

The patulin contents of the juices were determined using following formula:

$$C = (C_0 \times V_f \times F) / (V_j \times RT)$$

Where

$C$  : patulin content of juice (µg/L);

$C_0$  : patulin content obtained from the calibration curve (µg/L);

F : dilution Factor  
 V<sub>f</sub> : final volume of the extract (mL);  
 V<sub>j</sub> : volume of juice used for extraction (mL);  
 RT : Recovery Rate (%).

**Fidelity**

Accuracy was assessed through repeatability which was obtained through ten successive injections of solutions of 100 µg/L and 250 µg/L patulin, which belong to the calibration range. Repeatability was also applied to a Gnamankou sample. The coefficients of variation were determined with the following formula:

$$RSD (\%) = 100 \sigma_{(n-1)} / \bar{x} \text{ (Feinberg, 1995)}$$

RSD : relative standard deviation;

$\sigma_{(n-1)}$  : standard deviation ;

$\bar{x}$  : Average.

**Sensitivity**

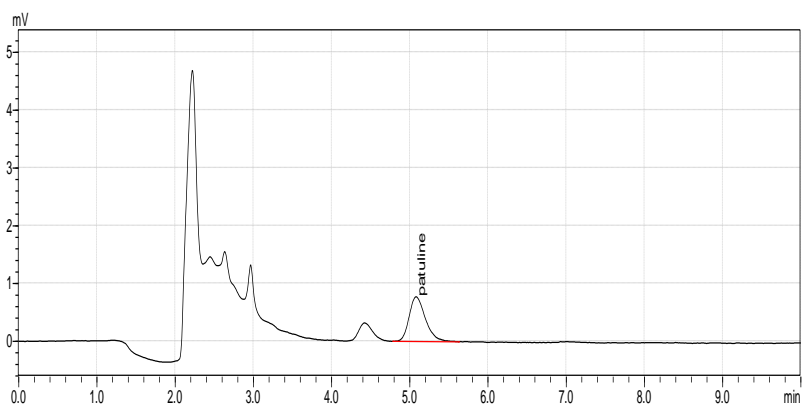
The solution with the lowest patulin content (100 µg/L) in the calibration range was injected 10 times in into the chromatographic system and then the standard deviation ( $\sigma_{n-1}$ ) was determined. The detection limit (LOD) was assimilated to  $3\sigma_{n-1}$  when the limit of quantification was  $10\sigma_{n-1}$  (Institut National de Santé Publique du Québec, 2013).

**Results and discussion**

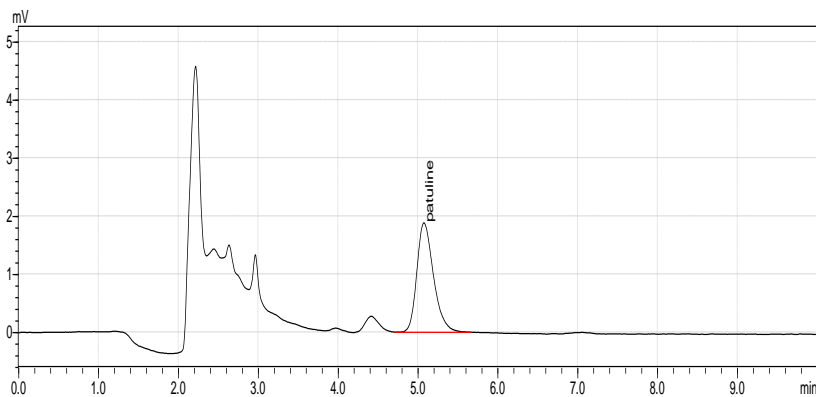
**Results**

**Specificity**

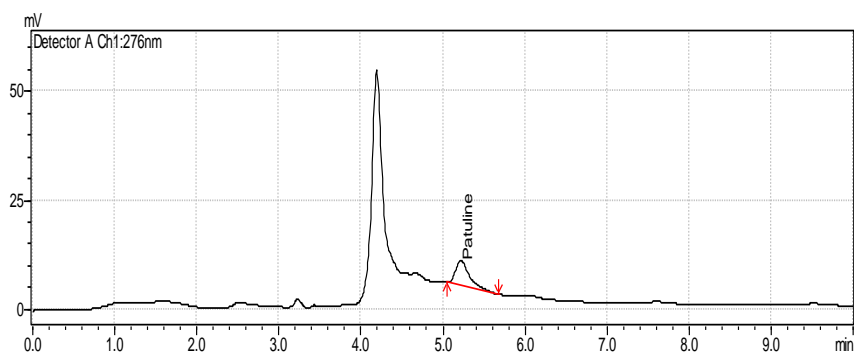
On the chromatograms of patulin standard solutions (100; 250; 500 µg/L) and juices the peak of patulin was distinguished. This peak appeared at  $5.03 \pm 0.02$  min (Figure 1-4).



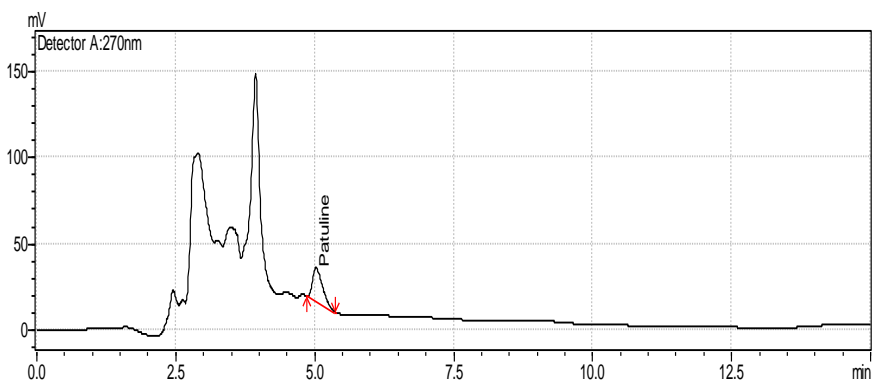
**Figure 1:** Chromatogram of patulin standard (100 µg/L)



**Figure 2:** Chromatogram of patulin standard (250 µg/L)



**Figure 3:** Chromatogram of Bissap extract



**Figure 4 :** Chromatogram of Gnamankou extract

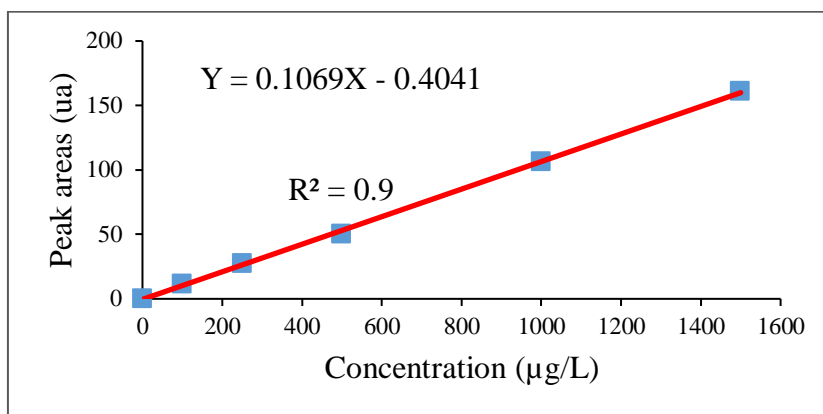
### Linearity

The coefficient of determination ( $R^2$ ) of the linear regression was 0.9994. The value of probability associated with the Fisher F test was less than 5% ( $p = 0.001$ ) (Table 1).

**Table 1:** Evaluating the information brought by the variables

Source	Degree of Freedom	Sum of squares	Mean square	Fisher's F	Pr > F
Model	1	19450.809	19450.809	6300.358	< 0.0001
Residuals	4	12.349	3.087		
Total	5	19463.158			

The equation of the model was  $Y = 0.1069X - 0.401$  (Figure 5)



**Figure 5:** Linear regression line between patulin concentrations and peak areas

**Accuracy**

For the Bissap, the recovery rate ranged from 74 % to 76 % with an average of  $75.27 \pm 0.64\%$ . The recovery rate varied between 74.67 and 75.59 % with an average of  $75.09 \pm 0.27\%$  for Gnamankou (Table 2).

**Table 2:** Recovery rates for Bissap and Gnamankou

Analytical parameter	Type of juice	Patulin level in fortified juice (µg/L)		
		50	100	150
Recovery rates (%)	Bissap	74	76	75.8
	Gnamankou	75	75.59	74.67

**Fidelity and Sensitivity**

The coefficients of variation were 0.4 % and 1.91% respectively for 100 µg/L and 250 µg/L of patulin standard. For the juice (Gnamankou), the coefficient of variation was 3% (Table 3).

**Table 3:** Repeatability parameters for patulin standards

Patulin standard	Injection number	Peak area (ua)	Mean peak area	Standard deviation	RSD (%)
100 µg/L	1	10.489	10.489	0.049	0.470
	2	10.480			
	3	10.492			
	4	10.549			
	5	10.557			
	6	10.449			
	7	10.446			
	8	10.551			
	9	10.474			
	10	10.586			
250 µg/L	1	26.259	26.259	0.501	1.907
	2	26.193			
	3	25.634			
	4	26.054			
	5	26.158			
	6	26.059			
	7	25.834			
	8	25.944			
	9	24.536			
	10	25.965			

RSD : Relative standard deviation

Concerning the sensitivity, the detection limit (LOD) and quantification limit (LOQ) were 1.39 µg/L and 4.63 µg/L respectively (Table 4).

**Table 4:** Sensitivity parameters

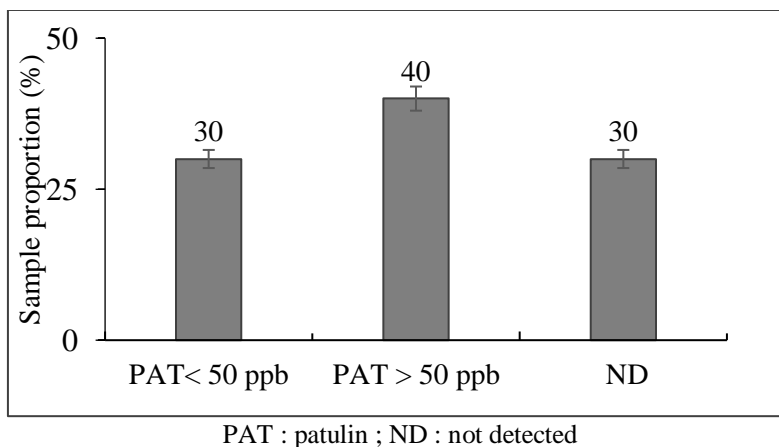
Injection number	Concentrations (µg/L)	LOD (µg/L)	LOQ (µg/L)
1	98.49432	1.39	4.63
2	98.41134		
3	98.52804		
4	99.05872		
5	99.13501		
6	98.12706		
7	98.09813		
8	99.08382		
9	98.35984		
10	99.41346		
Standard deviation	0.463		

### Patulin contents of the juices

Thirty (30) samples of juice (15 samples of each type of juice) were analysed, and patulin was found in 70% of Bissap samples and in (55%) of Gnamankou samples.



Maximal and minimal contents of patulin was respectively 5.41 $\mu$ g/L and 68.87  $\mu$ g/L for Gnamankou, while patulin average content for this juice was 32.82  $\mu$ g/L. Patulin was detected in 55% of Gnamankou samples, and the contents of 15% of these samples were above the maximum level of patulin (50  $\mu$ g/L) allowed in juice by Food and Drug Administration (FDA) (Figure 6).



**Figure 7:** Comparison of patulin content of Bissap to the maximum level of patulin (50 $\mu$ g/L) allowed in juice

## Discussion

Patulin retention time of  $5.03 \pm 0.02$  min is relatively short. This relative short time can allow several analyses within a short time. That is essential for laboratories involved in food safety, which usually must provide analytical results within short time. This retention time confirms those obtained by Barreira et al. (2010) who detected patulin around 5 min using high performance liquid chromatography.

The linearity of the method is satisfactory because the coefficient of determination ( $R^2 = 0.9994$ )  $> 0.98$  which is the guide value for linear regression in chromatographic methods (HPLC) (Blanchin, 2010). The method is linear in the calibration range (0; 100; 100; 250; 500; 1000 and 1500  $\mu$ g/L).

The average recovery rate of  $75.27 \pm 0.64\%$  for Bissap and  $75.09 \pm 0.27\%$  for Gnamankou respect the reference range which is 70 to 130% according to Blanchin (2010). Consequently, these recovery rates are acceptable. These recovery rates are significantly similar to those obtained by Stray (1978) and Tanner and Zanier (1976) (Shephard and Leggott, 2000). These authors obtained respective recovery rates of  $78.4 \pm 7.3\%$  and  $81.4 \pm 15\%$ . However, recovery rates of this study are lower than the value (96%) obtained in the collaborative study between AOAC International, International Union of Pure and Applied Chemistry, and the International Fruit Juice Union

(Brause et al., 1996). Other studies, including the works of Herry and Lemetayer (1996) on the detection of patulin in apple juices and products derived, led to recovery rates ranging from 90.4 -104%.

These differences between the recovery rates of previous studies and the present study may be due to the nature of the juice and extraction protocols. Unlike apple juice, traditional ginger juice is substantially rich in starch, which is visible when the juice is left to sufficiently rest. According to Amani et al (2004), ginger starch contains 0.18% protein for starch grain sizes between 6.43 and 38.56  $\mu\text{m}$ . However, some studies suggested that patulin binds to proteins contained in solid residues, and patulin content of the liquid phase decreases over time as the result of the interaction between this mycotoxin and the solid elements of the juices (Brackett and Marth, 1976).

As analytical protocol concerned, insufficient separation of the organic phase from the aqueous phase, loss of patulin during evaporation of extraction solvent and insufficient extraction time may be the reasons of lower value of recovery rate.

Repeatability is satisfactory in so far as the coefficients of variation (0.47% and 1.907%) associated with this study are included the range of repeatability variation coefficient (10-20%) recommended by Directive 2002/657/EC (EC, 2002).

The detection limit (LOD) (1.4  $\mu\text{g/L}$ ) shows high sensitivity of the method. The limit of quantification (LOQ) (4.6  $\mu\text{g/L}$ ) is acceptable as this value is largely below the maximum limit of patulin in juices (50  $\mu\text{g/L}$ ) (USFDA, 2004). Under the same chromatographic conditions like those of this study, the LOQ of ISO 8128 (10  $\mu\text{g/L}$ ) is almost twice the LOQ of the present study (ISO, 1993). By modifying the composition of the mobile phase (water-acetonitrile (99:1)), and using a stationary phase consisting of C18 Micropak column with a flow rate of 1 mL/min, Gökmen et Acar (1998) obtained LD < 5  $\mu\text{g/L}$  of palutin for apple juice. Herry and Lemetayer (1996) achieved LOQ of 10  $\mu\text{g/L}$  for patulin in apple wax from France. The variations observed between the LOQ of the present study and those of previous studies may be due to the difference between the matrices. The interference of the matrix components on a specific molecule, generally differs from one matrix to another matrix. In addition, the sensitivity of analytical methods sometimes depends on the operator and the analytical method chosen. Thus, different modes for LOD and LOQ determination remain in the literature (Alankar and Vipin, 201; CEAEQ, 2015; Vassault et al., 2010). These different ways of LOD and LOQ determination affects the value of these parameters.

The proportion of Bissap samples contaminated by patulin (77%) is higher than those of Gnamankou samples (55%). The quantity of Bissap samples (40%) which patulin levels were above the norm, was higher than those of Gnamankou (15%). The presence of patulin in Bissap and

Gnamankou confirms the results of Aké et al. (2001) who also reported the presence of this mycotoxin in 18% of the juices marketed in Côte d'Ivoire. This contamination of Gnamankou and Bissap by patulin suggests that the flowers of *H. sabdariffa* and the rhizomes of *G. officinale* must be submitted to Good Agricultural Practices such as drying and post-harvest storage to minimize the presence of moulds in these matrices. The level of patulin must be controlled in traditional juices before marketing.

## Conclusion

The validation parameters measured were satisfactory for the two types of juice. The quality of the linearity was demonstrated by the high determination coefficient ( $R^2$ ) of 0.9994. The average recovery rate of  $75.27 \pm 0.64\%$  for Bissap and  $75.09 \pm 0.27\%$  for Gnamankou was quite high. The limit of quantification which was  $4.6 \mu\text{g/L}$  is very satisfactory as it is largely below the maximum limit of patulin ( $50 \mu\text{g/L}$ ) allowed in fruit juices. The quantity of patulin found in the juices ( $5.41 \mu\text{g/L}$  to  $716.10 \mu\text{g/L}$ ) shows the ability of the method to detect small and large amount of patulin in the traditional juices concerned.

Although today, liquid chromatography coupled with mass spectrometer (LC-MS or LC-MS/MS) is undergoing major development in the determination of mycotoxins, the validation of this patulin determination method for Bissap and Gnamankou, is an asset for laboratories, especially for those who do not have access to LC-MS because of the high cost of this device.

## References:

1. Chapeland-Leclerc, F., Papon, N., Thierry, N., & Villard, J. (2005). Moisissures et risques alimentaires (mycotoxicoses). *Revue Française des Laboratoires* ; 2005(373) : 61-66.
2. Galtier, P., Loiseau, N., Oswald I.P., & Puel, O. (2006). Toxicologie des mycotoxines : dangers et risques en alimentation humaine et animale. *Bulletin Académie Vétérinaire France* ; 159(1):5-13.
3. AFSSA. 2006. Évaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale. *Rapport synthétique* ; 82p.
4. Huybrechts, B., Tangni, E.K., De bongnie, P., Geys, J., & Callebaut, A. (2013). Méthodes analytiques de détermination des mycotoxines dans les produits agricoles : une revue. *Cahier Agriculture* ; 22(3) : 202-2015.
5. FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2004). *Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003*. FAO Food and Nutrition paper 81; FAO, Rome, Italy.

6. Shephard, G.S., Leggott, N.L., (2000). Chromatographic determination of the mycotoxin patulin in fruit and fruit juices. *Journal of Chromatography A* ; 882 (2000) : 17-22.
7. United Kingdom Committee on Toxicity, Mutagenicity and Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. 1992. Annual Report, HMSO, London.
8. FAO (Food and Agricultural Organization, World Health Organization). (1995). Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. 44th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Tech. Report Series, Vol. 859, WHO, Geneva.
9. Herry, M.P., & Lemetayer, N. (1996). Liquid chromatographic determination of patulin in French apple ciders. *Journal of AOAC International* ; 79(1996) : 1107.
10. Brause, A.R., Poids lourds, M.W., Thomas, F.S., & Page, SW. (1996). Détermination de la patuline dans le jus de pomme par chromatographie en phase liquide: étude collaborative. *Journal of AOAC International*; 79(2): 451- 455.
11. Matthew, M.M., Olga, I.P-Z., & Randy, WW. (2005). Comprehensive review of patulin control methods in foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*; 1(2005): 8-21.
12. ISO 8128-1. (1993). Apple juice, apple juice concentrates and drinks containing apple juice - Determination of patulin content - Part 1: Method using high-performance liquid chromatography.
13. CEAEQ (Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec). (2015). Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie, DR-12-VMC, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 29 p.
14. Feinberg, M. (1995). Validation interne des méthodes d'analyse. *Techniques de l'ingénieur*, Paris, France, P224 : 1-23.
15. Institut National de Santé Publique du Québec. (2013). Comparaison des limites de détection déterminées par répétabilité et par reproductibilité. Rapport, 12 p.
16. Barreira, M., Alvito, P., & Almeida, C. (2010). Occurrence of patulin in apple-based-foods in Portugal. *Food Chemistry* ; 121(3) : 653-658.
17. Blanchin, M-D. (2010). Validation des méthodes d'analyse. *Journées Qualité et Chimie 2010 : Une démarche qualité au service de la chimie*, Autrans - 14 octobre 2010, 40p.
18. Amani, N'G.G., Tech, F.A., & Coulibaly, A. (2004). Propriétés physico-chimiques de l'amidon de gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe) de Côte d'Ivoire. *TROPICULTURA* ; 22(2) : 77-83.

19. Brackett, R.E., & Marth E.H. (1979). Ascorbic acid and ascorbate cause disappearance of patulin from buffer solutions and apple juice. *Journal of Food Protection* ; 42(11) : 864-866.
20. EC (European Commission). (2002). Implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results. *Official Journal of the European Communities*; L221/8-L221/36.
21. USFA (United States Food and Drug Administration). (2004). Compliance policy guide. Compliance policy guidance for FDA staff. Sec. 510.150. Apple juice, apple juice concentrates, and apple juice products. Adulteration with patulin.
22. Gökmen, V., & Acar, J. (1998). Incidence of patulin in apple juice concentrates produced in Turkey. *Journal of Chromatography A*; 815(1) : 99-102.
23. Alankar, S., & Vipin. BG. (2011). Methods for the determination of limit of detection and limit of quantitation of the analytical methods. *Chronicles of Young Scientists*; 2(1) : 21-25.
24. Vassault, A., Hulin, A., Chapuzet, E., Arnaud, J., Giroud, C. & les membres du sous-groupe 2 analytique de la SFBC. (2010). Vérification/validation des performances d'une méthode d'analyse. *Annal Biologie Clinique* ; 68 (1) : 247-294.
25. Aké, M., Eba, B., Malan, K.A., & Atindehou, E. (2001). *Sciences des Aliments* 21(2):199-206

# Water Consumption and its Determinants Among Women in Ghana: 2008 Demographic and Health Survey

*Clement Kubreziga Kubuga, PhD*

*Ambrose Atosona, MPhil*

Nutritional Sciences Department,  
University for Development Studies, Tamale, Ghana

*Victor Mogre, PhD*

Department of Human Biology,  
University for Development Studies, Tamale, Ghana

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p267 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p267](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p267)

---

## Abstract

Water is one of the most critical nutrients for humans in ensuring good health and well-being. Interestingly, majority of the vulnerable subpopulations of women in Ghana do not meet the daily recommended water intake set by the Ghana's Ministry of Health yet the socio-economic/ demographic factors and dietary patterns influencing water intake are lacking. This study investigated the socio-economic/ demographic factors and dietary patterns influencing water intake. A total of 1,548 women with water and food intake data from the 2008 Ghana Demographic Health Survey (GDHS), which is a representative nationwide cross-sectional study, was used. 83% of the women did not meet the recommended daily water intake. Of four dietary patterns ('Beverage & sugary based', 'Meat based', 'Indigenous- tuber based' and 'Indigenous- grain based') emerging, *meat based* dietary pattern, seasonality, body mass index (BMI), and alcohol consumption emerged as key determinants of water intake. In summary, seasonality, dietary patterns and some key socio-economic/ demographic factors were identified as determinants of water intake. The identified determinants can serve as a basis for nutrition intervention and policies for women in Ghana.

---

**Keywords:** Water Intake, Women, Ghana

## Introduction

Water is one of the most critical nutrients for humans (Jéquier & Constant, 2010; Kleiner, 1999; Manz, Wentz, & Sichert-Hellert, 2002), short term inadequacy or absence of it can be lethal. Several countries and

multinational organizations have developed water intake recommendations based on national estimates of water intake to ensure adequate water intake at population level (EFSA Panel on Dietetic Products & Allergies, 2010; Electrolytes & Water, 2005; Gibson & Shirreffs, 2013; Organization, 2005). The Institute of Medicine (IOM) recommends 3.3 and 2.3 liters of total water intake per day for men and women respectively while the European Food Safety Authority (EFSA) recommends 2.5 liters of water for men and 2.0 for women (Gandy, 2015). World Health Organization (WHO) on the other hand, recommends 2.2 liters for females and 2.9 liters for males in sedentary temperate environments (Grandjean, 2004). Total water needs can be met by plain drinking-water, beverages, and moisture from foods (Campbell, 2004; Kant, Graubard, & Atchison, 2009; Vieux, Maillot, Constant, & Drewnowski, 2016). Generally, it is suggested that plain water and beverages supply much more of total daily water than food moisture (Drewnowski, Rehm, & Constant, 2013a, 2013b; Stern, Piernas, Barquera, Rivera, & Popkin, 2014). Additionally, the overall percentage of water intake or water in foods vary between countries and seasons, depend on food types and dietary patterns (Gandy, 2015).

Many countries use only plain water recommendations as water in food is not always available in food composition tables and unavailability of metabolic water (Gandy, 2015). These issues point to the unreliability of total water intake data in population surveys (Gandy, 2015). In Ghana, total water intake is currently lacking and no dietary reference values exist. With limited information on total water intake, the Ministry of Health of Ghana recommends drinking at least 8 glasses of water a day (GSS, 2009). Using this recommendation, only 17% of the vulnerable subpopulation of women meet the recommended daily water intake (GSS, 2009). Interestingly, socio-economic/ demographic factors and dietary patterns influencing water intake among Ghanaian women have not previously been explored at the national level. This study utilized the 2008 Ghana Demographic and Health Survey (GDHS) survey data to investigate the socio-economic/ demographic factors and dietary patterns influencing water intake.

## **Materials and Methods**

### **Study design and subjects**

This paper analysed the 2008 GDHS data which is nationally representative. The survey aimed to collect, analyse, and disseminate information on housing and household characteristics, education, maternal health and child health, nutrition, family planning, gender, domestic violence, knowledge and behaviour related to HIV/AIDS (GSS, 2009).

The survey used a two stage sample design based on the 2000 Population and Housing Census to produce estimates for key indicators in

Ghana. The first stage involved selection of sample, a total of 412 clusters. The second stage of selection involved a systematic sampling of 30 households in each cluster with the aim of ensuring adequate numbers of completed individual interviews. A total of 12,323 households were selected. From these sampling units 11,778 households were interviewed, giving a response rate of 99%.

In half of the households selected for the interview/survey, all eligible women aged 15-49 and all eligible men aged 15-59 were interviewed with the Women's and Men's Questionnaires, respectively. A total of 4,916 women aged 15-49 and 4,568 men aged 15-59 from 6,141 households were interviewed (GSS, 2009). The response rate for the interview for the men and women were 96% (of 4,769) and 97% (of 5,096), respectively. Ethical approval for the study was obtained from ICF Macro Institutional Review Board (IRB) in Calverton, Maryland, USA and the Ghana Health Service Ethical Review Committee in Accra, Ghana. Details of the GDHS research design and methods have been published elsewhere (GSS, 2009).

### **Water and food consumption assessment**

The survey used three types of questionnaires: the household questionnaire, the men's questionnaire and the women's questionnaire. The women's questionnaire was used to obtain information on all women (15–49 yrs). This study used the data gathered from the women's questionnaire. The women's questionnaire included questions on women typical water consumption and food consumption during the day and night preceding the day of the interview. They were specifically asked: *How many glasses of water do you drink in one day on average?* The food intake questions were only asked to women who had children under the age of 3 years and were living together. In extracting this category of women, Authors had a total of 1548 women in all. Water intake was in glasses, qualitative responses on women were obtained based on their answers ('yes' for consumption or 'no' for non-consumption) to a pre-determined list of food items.

### **Statistical analysis**

Data analyses were carried out using SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.). Distribution of women typical water intake by socio-economic/ demographic factors and dietary patterns was examined by Pearson chi-square test. Dietary patterns of the women were identified by subjecting food items reported in SP 1 to principal component analysis (PCA) as the extraction procedure.

Multivariable logistic regression was used to examine the relationship between socio-economic/ demographic determinants, dietary patterns (SP 1) of women and typical water consumption. All the studied covariates were



simultaneously adjusted in the multiple regression model. Researchers modelled the probability of inadequate water intake ( $\leq 7$  cups of water/day) as the outcome of interest. For the determinants of water intake, consumption in the whole study population was used for the purposes of simplicity. However, the analysis adjusted for sub strata (pregnancy status). Key covariates used included: Number of household members, month of interview, age, body mass index (BMI), religion, ethnicity place of residence, region of residence, wealth index, kind of union, and consumption of alcohol. Statistical significance was set at  $P < 0.05$ . The results are presented as coefficients with their corresponding p-values. Coefficients have been used as they are easy to interpret.

**Table 1.** Determinants of inadequate water intake by Ghanaian women: The 2008 Ghana Demographic and Health Survey

Variable	n(%)	Estimate	SE	P-value
<b>Age in years</b>				
15-25	568(36.8)	0.4	0.3	0.216
26-35	687(44.5)	0.2	0.3	0.513
36-49	288(18.7)		Ref	
<b>Body mass index (BMI)</b>				
Underweight	115(7.6)	1.9	0.6	0.002
Normal weight	1018(67.3)	1.1	0.3	0.000
Overweight	293(18.7)	0.5	0.3	0.119
Obese	97(6.4)		Ref	
<b>Wealth quintile</b>				
Lowest	474(30.7)	-0.3	0.5	0.578
Second	346(22.4)	-0.2	0.4	0.514
Middle	260(16.9)	0	0.3	0.911
Fourth	175(17.8)	0.1	0.3	0.762
Highest	188(12.2)		Ref	
<b>Kind of union</b>				
Monogamy	1142(78.8)	-0.1	0.3	0.646
Polygamy	308(21.2)		Ref	
<b>Number of household members</b>				
$\leq 4$ members	573(37.1)	-0.3	0.2	0.098
$> 4$ members	970(62.9)		Ref	
<b>Pregnancy status</b>				
Not pregnant	1437(93.1)	0.5	0.3	0.168
Pregnant	106(6.9)		Ref	
<b>Religion</b>				
Christians	1043(71.0)	0.3	0.6	0.634
Islam	311(21.2)	-0.5	0.7	0.499
Traditionalist/other	115(7.8)		Ref	
<b>Region of residence</b>				
Southern Ghana	1032(66.9)	0.1	0.5	0.841
Northern Ghana	511(33.1)		Ref	
<b>Place of residence</b>				
Urban	526(34.1)	-0.5	0.3	0.064
Rural	1017(65.9)		Ref	

## Results

### Socio-economic/ demographic factors distribution and water intake

Table 1 (second column) indicates the distribution of the socio-economic/ demographic factors of women. Key highlights of essence is that majority of the households (62%) had a membership of >4, most of the households (31%) belong to the poorest quintile. Majority of the women (67%) had a normal BMI while most of the women (66%) lived in rural areas. 20% of the women consume alcohol and a small fraction of the women (7%) were currently pregnant.

**Table 1.** Continued

Variable	n(%)	Estimate	SE	P-value
<b>Month of interview</b>				
September	608(39.4)	1.1	0.3	<.0001
October	617(40.0)	0.7	0.2	0.008
November	318(20.6)		Ref	
<b>Ethnicity</b>				
Akan	597(38.7)	-0.6	0.7	0.350
Ga/Dangme	69(4.5)	-1	0.8	0.206
Ewe	202(13.1)	-1.1	0.7	0.112
Guan	42(2.7)	0.7	1.2	0.570
Mole-Dagbani	386(25.0)	-0.1	0.7	0.920
Grussi	91(5.9)	-0.6	0.8	0.497
Gruma	93(6.0)	0.6	1.2	0.646
Other	62(4.0)		Ref	
<b>Consumes alcohol</b>				
No	1228(79.6)	0.7	0.2	0.008
Yes	314(20.4)		Ref	
<b>Dietary patterns of Ghanaian women</b>				
<b>Beverage &amp; sugary based</b>				
tertile 1	498(33.6)	-0.1	0.3	0.773
tertile 2	490(33.0)	0.2	0.2	0.455
tertile 3	495(33.4)		Ref	
<b>Meat based</b>				
tertile 1	487(32.8)	0.4	0.2	0.087
tertile 2	501(33.8)	0.6	0.2	0.017
tertile 3	495(33.4)		Ref	
<b>Indigenous- tuber based</b>				
tertile 1	495(33.4)	0.3	0.3	0.184
tertile 2	493(33.2)	0.3	0.2	0.185
tertile 3	495(33.4)		Ref	
<b>Indigenous- grain based</b>				
tertile 1	494(33.3)	0.3	0.3	0.239
tertile 2	497(33.5)	-0.2	0.2	0.495
tertile 3	492(33.2)		Ref	

Dietary patterns were derived from 17 food items/groups: Dark green leafy vegetables ; Bread, rice, noodles, grains/cereals foods; Potatoes, cassava, or other tubers; Meat (beef, pork, lamb, goat); Pumpkin, carrots, squash; eggs; Mangoes, papayas, other vitamin A foods; Other fruits; Liver, kidney, heart, other internal organs; Fish or shellfish (fresh or

dried); Beans, peas, lentils, legumes and nuts; Cheese, yogurt, other milk products; Oil, fats, butter, products made from them; Tea or coffee; Chocolates, sweets, candies, and pastries; Tinned, powdered or fresh milk

On water intake by sociodemographic characteristics distribution (Table 2), there were no significant differences between pregnant and non-pregnant women, household size, ethnicity, kind of union, and alcohol usage. Older women, women from richer households, and women from urban residencies were more likely to have adequate intake of water daily than younger women, women from poorer households, and women from urban residencies respectively ( $p < 0.05$ ). Overweight and obese women were more likely to meet the recommended daily intake of water than normal and underweight women. Dietary patterns indicate that women in the upper tertiles of *meat based* and *indigenous-grain based* dietary patterns were more likely to meet the recommended daily intake of water than those in the lower tertiles ( $p < 0.05$ ). Interestingly, women interviewed in November were more likely to meet the recommended daily intake of water than those interviewed in September and October.

**Table 2.** Number and proportion of Ghanaian women's water consumption by sociodemographic characteristics and dietary patterns: The 2008 Ghana Demographic and Health Surveys

	Water Intake		p-value
	≤7 cups (n=1,274) n (%)	>7 (n=269) n (%)	
<b>Age in years</b>			
15-25	491(86.4)	77(13.6)	0.005
26-35	558(81.2)	129(18.8)	
36-49	225(78.1)	63(21.9)	
<b>Body mass index (BMI)</b>			
Underweight	105(91.3)	10(8.7)	<.0001
Normal weight	872(57.6)	146(9.7)	
Overweight	218(85.7)	65(14.3)	
Obese	59(60.8)	38(39.2)	
<b>Wealth quintile</b>			
Lowest*	397(83.8)	77(16.2)	0.012
Second*	294(85.0)	52(15.0)	
Middle*	223(85.8)	37(14.2)	
Fourth*	219(79.6)	56(20.4)	
Highest	141(75.0)	47(25.0)	
<b>Kind of union</b>			
Monogamy	943(82.6)	199(17.4)	0.860
Polygamy	253(82.1)	55(17.9)	
<b>Number of household members</b>			
<4 members	463(80.8)	110(19.2)	0.161
>4 members	811(83.6)	159(16.4)	
<b>Pregnancy status</b>			
Not pregnant	1188(82.7)	249(17.3)	0.687
Pregnant	86(81.1)	20(18.9)	

<b>Religion</b>			
Christians	856(82.1)	187(17.9)	
Islam	264(84.9)	47(15.1)	0.498
Traditionalist/other	94(81.7)	21(18.3)	
<b>Region of residence</b>			
Southern Ghana	853(82.7)	179(17.3)	
Northern Ghana	421(82.4)	90(17.6)	0.896
<b>Place of residence</b>			
Urban	418(79.5)	108(20.5)	
Rural	856(84.2)	161(15.8)	0.021

\*P-values based on the Pearson chi-square test.

**Table 2. Continued**

	Water Intake		p-value
	≤7 cups (n=1,274)	>7 (n=269)	
	n (%)	n (%)	
<b>Month of interview</b>			
September	523(86.0)	85(14.0)	
October	514(83.3)	103(16.7)	<.0001
November	237(74.5)	81(25.5)	
<b>Consumes alcohol</b>			
No	1025(83.5)	203(16.5)	
Yes	248(79.0)	66(21.0)	0.062
<b>Beverage &amp; sugary based</b>			
tertile 1	408(81.9)	90(18.1)	
tertile 2	419(85.5)	71(14.5)	0.125
tertile 3	400(80.8)	95(19.2)	
<b>Meat based</b>			
tertile 1	410(84.2)	77(15.8)	
tertile 2	425(84.8)	76(15.2)	0.037
tertile 3	392(79.2)	103(20.8)	
<b>Indigenous- tuber based</b>			
tertile 1	412(83.2)	83(16.8)	
tertile 2	409(83.0)	84(17.0)	0.869
tertile 3	406(82.0)	89(18.0)	
<b>Indigenous- grain based</b>			
tertile 1	432(87.5)	62(12.6)	
tertile 2	394(79.3)	103(20.7)	0.002
tertile 3	401(81.5)	91(18.5)	
<b>Ethnicity</b>			
Akan	498(83.4)	99(16.6)	0.123

Ga/Dangme	57(82.6)	12(17.4)
Ewe	155(76.7)	47(23.3)
Guan	34(81.0)	8(19.0)
Mole-Dagbani	318(82.4)	68(17.6)
Grussi	72(79.1)	19(20.9)
Gruma	83(89.3)	10(10.7)
Other	56(90.3)	6(9.7)

\*P-values based on the Pearson chi-square test.

### Determinants of water intake

Determinants of water intake are presented in Table 1. Women who were not consuming alcoholic beverages, were interviewed in September or October, were in the upper tertiles of the meat based dietary pattern, and were either underweight or had normal BMI were at risk of not meeting the recommended daily intake of water of 8 glasses or more per day.

#### Discussion

In this national representative sample, younger women, women from low income households, and poorer places of residence were associated with inadequate water intake. This finding is similar to other studies: which indicate higher water consumption for women in their 40s as compared to those in their 20s (Rosinger & Herrick, 2016), and higher risk of inadequate water intake in Lower-income adults as compared to higher-income adults (Brooks, Gortmaker, Long, Craddock, & Kenney, 2017). This buttresses the notion that socioeconomic disparities in inadequate water intake are related to differences in water intake (Brooks et al., 2017), which may point to unequitable access to portable water. The socio economic status though vital, did not remain significant in the multiple logistic regression.

The association of underweight women not meeting and overweight/obese women meeting their daily recommended intake may suggest that people who take less/more food or other nutrients turn to do same for water (Bankir, Perucca, Norsk, Bouby, & Damgaard, 2017). The results further indicate that seasonality is a key determinant for water intake as women interviewed in November, which is relatively a dryer and warmer month across the country, turn to take in more water than those interviewed in September and October which are relatively moist.

Our findings on consumption of alcoholic beverages being a determinant of adequate water intake is similar to some findings in Japan, Germany, and Spain on the contribution of fluids to total food intake (Guelinckx et al., 2015). The diuretic effect of alcohol might be a contributive factor for water intake in this dietary pattern. Although this finding is positive for alcohol, considering the negative health risks associated with alcohol consumption, excessive intake of alcohol should not be encouraged. Dietary

patterns are associated with water intake; it is thus not surprising that individuals in the middle tertile of the meat based dietary pattern turn to consume less water.

The strengths of this study include the use of a nationally representative sample. Additionally, it serves as a possible basis for studies on total water intake and the association between water intake and development of diseases. To the best of our knowledge this is the first study to investigate the socio-economic/ demographic factors and dietary patterns influencing water intake of Ghanaian women at the national level.

Authors acknowledge limitations in our study. The Ghana demographic and health survey was not originally designed for detailed water intake assessment as such only quantitative data on plain water intake were obtained. However, Ghana's Ministry of Health recommendation on the number of glasses of water intake per day accommodated for this limitation. The current findings are based on old data set (10 years) though it is the latest national data with water intake for women, it is possible it may not represent current intakes. Further studies are needed to confirm the present findings and to ascertain whether or not water intake has changed over the past decade. The application of this results may be limited to settings similar to Ghana.

## **Conclusion**

Seasonality, some key socio-economic/demographic factors and dietary patterns were identified as determinants of water intake. These findings are hoped to provide scientific bases to guide interventions, recommendations, and policy programs targeted at women in Ghana. Additionally, it serves as a model for further research and a possible basis for studies on total water intake and the association between water intake and development of diseases.

## **References:**

1. Bankir, L., Perucca, J., Norsk, P., Bouby, N., & Damgaard, M. (2017). Relationship between sodium intake and water intake: The false and the true. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 70(Suppl. 1), 51-61.
2. Brooks, C. J., Gortmaker, S. L., Long, M. W., Craddock, A. L., & Kenney, E. L. (2017). Racial/ethnic and socioeconomic disparities in hydration status among US adults and the role of tap water and other beverage intake. *American journal of public health*, 107(9), 1387-1394.
3. Campbell, S. (2004). Dietary Reference Intakes: Water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. *Clinical Nutrition Insight*, 30(6), 1-4.
4. Drewnowski, A., Rehm, C. D., & Constant, F. (2013a). Water and beverage consumption among adults in the United States: Cross-

- sectional study using data from NHANES 2005–2010. *BMC Public Health*, 13(1), 1068.
5. Drewnowski, A., Rehm, C. D., & Constant, F. (2013b). Water and beverage consumption among children age 4–13y in the United States: analyses of 2005–2010 NHANES data. *Nutrition journal*, 12(1), 85.
  6. EFSA Panel on Dietetic Products, N., & Allergies. (2010). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal*, 8(3), 1459.
  7. Electrolytes, I. o. M. P. o. D. R. I. f., & Water. (2005). DRI, dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate: National Academy Press.
  8. Gandy, J. (2015). Water intake: validity of population assessment and recommendations. *European journal of nutrition*, 54(2), 11-16.
  9. Gibson, S., & Shirreffs, S. M. (2013). Beverage consumption habits “24/7” among British adults: association with total water intake and energy intake. *Nutrition journal*, 12(1), 9.
  10. Grandjean, A. (2004). Water requirements, impinging factors and recommended intakes. ILSI North America, Hydration: Fluids for Life.
  11. GSS. (2009). Ghana Demographic and Health Survey 2008. (pp. 1-483): Ghana Statistical Service - GSS, Ghana Health Service - GHS, and ICF Macro.
  12. Guelinckx, I., Iglesia, I., Bottin, J., De Miguel-Etayo, P., Gonzalez-Gil, E., Salas-Salvado, J., . . . Bardosono, S. (2015). Intake of water and beverages of children and adolescents in 13 countries. *European journal of nutrition*, 54(2), 69-79.
  13. Jéquier, E., & Constant, F. (2010). Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(2), 115.
  14. Kant, A. K., Graubard, B. I., & Atchison, E. A. (2009). Intakes of plain water, moisture in foods and beverages, and total water in the adult US population—nutritional, meal pattern, and body weight correlates: National Health and Nutrition Examination Surveys 1999–2006. *The American journal of clinical nutrition*, 90(3), 655-663.
  15. Kleiner, S. M. (1999). Water: an essential but overlooked nutrient. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(2), 200-206.
  16. Manz, F., Wentz, A., & Sichert-Hellert, W. (2002). The most essential nutrient: defining the adequate intake of water. *The Journal of Pediatrics*, 141(4), 587-592.
  17. Organization, W. H. (2005). *Nutrients in drinking water*: Geneva: World Health Organization.

18. Rosinger, A., & Herrick, K. A. (2016). Daily Water Intake Among US Men and Women: 2009-2012: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics.
19. Stern, D., Piernas, C., Barquera, S., Rivera, J. A., & Popkin, B. M. (2014). Caloric beverages were major sources of energy among children and adults in Mexico, 1999–2012. *The Journal of Nutrition*, 144(6), 949-956.
20. Vieux, F., Maillot, M., Constant, F., & Drewnowski, A. (2016). Water and beverage consumption among children aged 4–13 years in France: analyses of INCA 2 (Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2006–2007) data. *Public Health Nutr*, 19(13), 2305-2314.



# **Caracterisation des Services Ecosystemiques dans la Reserve de Biosphere Transfrontaliere du W (RBTW) au Nord-Benin**

***Bernadette Sabi Lolo Ilou,***

***Ismaila Toko Imorou,***

Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi (UAC)

***Toussaint Vigninou,***

Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR),  
Université d'Abomey-Calavi (UAC)

***Omer Thoma,***

Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi (UAC)

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p278 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p278](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p278)

---

## **Résumé**

La Réserve de Biosphère Transfrontalière du W fournit d'importants services aux populations riveraines. Les services écosystémiques sont les bénéfiques que les êtres humains tirent des écosystèmes. Cette notion permet de mieux comprendre l'interdépendance entre les écosystèmes et les sociétés humaines. Le but de cette recherche est de caractériser les services écosystémiques dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W (RBTW) suivant les villages, les groupes socioculturels, les groupes socioprofessionnels et le genre. La formule de Schwartz a été utilisée pour déterminer la taille de l'échantillon des groupes socioculturels et socioprofessionnels. La caractérisation des services écosystémiques a été faite à partir de l'Analyse Factorielle de Correspondance et de la Classification Hiérarchiques Ascendante (CHA). Dans la RBTW, 237 services écosystémiques ont été identifiés. Les 32 services écosystémiques les plus sollicités ont été regroupés en 11 catégories notamment les PFNL, les produits médicinaux, les bois, les produits agricoles et les produits de chasse. La CHA a conduit à la répartition des villages en quatre groupes. La caractérisation des services écosystémiques dans la RBTW a montré que les services d'approvisionnement sont les plus exploités. L'utilisation des services écosystémiques ne dépend pas seulement des groupes socioculturels et socioprofessionnels mais aussi du genre. La commercialisation des produits issus des services écosystémiques de la RBTW contribue efficacement à l'augmentation des revenus annuels des ménages.

---

**Mots clés:** Services Écosystémiques, Diversité, Groupes Socioculturels, Utilisation, RBTW, Bénin

---

## **Characterization of Ecosystemic Services in the "W" Transboundary Biosphere Reserve (WTBR) in Northern Benin**

*Bernadette Sabi Lolo Ilou,*

*Ismâïla Toko Imorou,*

Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi (UAC)

*Toussaint Vigninou,*

Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR),  
Université d'Abomey-Calavi (UAC)

*Omer Thoma,*

Laboratoire de Cartographie (LaCarto), Université d'Abomey-Calavi (UAC)

---

### **Abstract**

The W Transboundary Biosphere Reserve provides important services to local populations. Developed and widely disseminated by the Millennium Ecosystem Assessment, ecosystem services are the benefits that humans derive from ecosystems. This notion provides a better understanding of the interdependence between ecosystems and human societies. The aims of this research is to characterize ecosystem services in the W Transboundary Biosphere Reserve (WTBR) according to villages, socio-cultural and socio-professional groups, gender. Schwartz's formula was used to determine the sample size of sociocultural and socio-professional groups. The characterization of ecosystem services was made from Correspondence Factor Analysis and Hierarchical Ascending Classification (CHA). In the WTBR, 237 ecosystem services have been identified. The 32 most used ecosystemic services were grouped into 11 categories including NTFPs, medicinal products, woods, agricultural products and hunting products. CHA has led to the distribution of villages into four groups. The characterization of ecosystem services in the RBTW has shown that supply services are the most exploited. The use of ecosystem services does not only depend on socio-cultural and socio-professional groups, but also on gender. The commercialization of

WTBR's ecosystem services products effectively contributes to the increase in household annual incomes.

---

**Keywords:** Ecosystem Services, Diversity, Socio-Cultural Groups, Use, RBTW, Benin

## **Introduction**

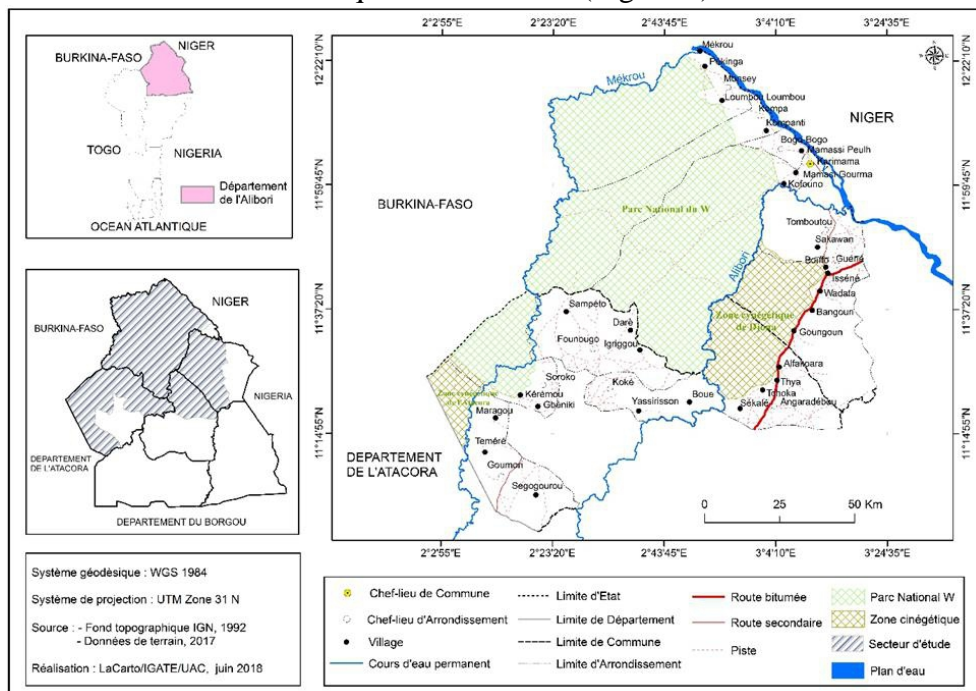
Les services écosystémiques sont des avantages tirés des ressources naturelles par les communautés. Ils sont cruciaux pour la survie et le développement des sociétés humaines. Le concept de service écosystémique est devenu le modèle incontournable du lien entre le fonctionnement des écosystèmes et le bien-être humain (Fisher *et al.*, 2009). Le développement de la notion de service écosystémique n'est pas un phénomène nouveau. En Afrique et au Bénin, plusieurs études ont porté sur l'évaluation des services écosystémiques. On peut citer, entre autre, les travaux de Gnangle (2017), Sabi Lolo *et al.* (2017), Diatta *et al.* (2016), Dieng *et al.* (2016), Mensah *et al.* (2016), Sabi Lolo (2015), Bene *et al.* (2015), Baba Cheick (2013), Daniel *et al.* (2012), Malan Garba (2009). Ces différentes études ont abordé la diversité, l'utilité et la contribution des services écosystémiques aux revenus des ménages d'une part, la séquestration du carbone et l'impact des feux de végétation sur les services écosystémiques d'autre part. Dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W (RBTW), plusieurs études sont menées sur l'évaluation de la biodiversité et la dégradation des ressources naturelles ; mais peu ont abordé le concept de services écosystémiques. Or, les services rendus par les aires protégées en générale et la RBTW en particulier peuvent être classées parmi les quatre catégories de services écosystémiques définies par le MEA (2005). Véritable support de biodiversité, la RBTW est une source fondamentale de ressources alimentaires et médicinales pour les communautés riveraines et les animaux (services d'approvisionnement). Elle participe, à travers la diversité de ses écosystèmes, au maintien d'une flore et d'une faune sauvage diversifiée et de leurs habitats (service de soutien). La RBTW joue un rôle dans la régulation du climat par la fixation et le stockage du carbone (service de régulation). Enfin, grâce à ses sites naturels (chute de Koudou, rapides de Barou) et ses sites sacrés (Kouta gando, Kouta kaba, Gando), la RBTW confère une valeur culturelle, cultuelle et esthétique appréciée par tous (service culturel).

Malgré la diversité des services écosystémiques dans la RBTW et leurs importances tant pour les communautés riveraines que pour les animaux, cette réserve subit des dégradations d'ordres naturel et anthropique. Si aucune mesure hardie n'est prise, la RBTW risque de perdre tout son patrimoine. Dans une région qualifiée de bassin cotonnier, la RBTW apparaît comme un îlot de verdure, un véritable refuge pour les derniers grands fauves du département.

Ainsi, pour attirer l’attention des différents acteurs sur l’importance, la valeur économique et le devenir des services écosystémiques dans la RBTW, il urge alors de caractériser ces services.

### 1. Cadre d’étude

Le cadre d’étude se localise dans le département de l’Alibori au Nord-Bénin. Il est situé entre 11°10’ et 12°23’ de latitude nord et entre 1°60’ et 3°13’ de longitude est. Il prend en compte 24 villages administratifs répartis dans 11 arrondissements et quatre communes (Figure 1).



**Figure 1 :** Localisation du cadre d’étude

La RBTW bénéficie d’un climat de type soudanien caractérisé par deux saisons contrastées avec une pluviosité moyenne annuelle comprise entre 850 mm et 1000 mm (ASECNA, 2016). Le cumul de l’ETP pour les 6 mois de la saison sèche est égal à 861,76 mm et représente 52,80 % du total annuel (ASECNA, 2016). La température moyenne mensuelle tourne autour de 28,10 °C avec une valeur maximale de 38,75 °C (avril) et une valeur minimale de 16,21 °C (décembre). Le secteur d’étude est influencé par deux masses d’air au cours de l’année : l’alizé maritime et l’alizé continental encore appelé harmattan. La période d’harmattan coïncide avec la récolte du coton, de la paille, de certains PFNL et du passage des feux de végétation. Les principaux cours d’eau de la RBTW sont le Mékrou (480 km), l’Alibori (338 km) et leurs

différents affluents notamment Kpako, Kompa Gorou, Kokodianguou, Bédarou, Djiga, Konékoga, Poumon, etc.

Les espèces floristiques fréquemment utilisées par les populations riveraines de la RBTW sont *Adansonia digitata* *Sclerocarya birrea*, *Lannea microcarpa*, *Vitellaria paradoxa* *Parkia biglobosa* et enfin *Faidherbia albida*. Toutes ces espèces offrent des services écosystémiques de quantité et de qualité. .)

La faune de la RBTW est composée de presque toutes les espèces des savanes soudaniennes d’Afrique occidentale à l’exception de la girafe et des élans de derby. (Programme Parc W ECOPAS, 2005). L’abondance et la diversité de cette faune sont les principales causes du braconnage dans la RBTW.

La population riveraine de la RBTW est passée de 153 580 habitants en 2002 (INSAE/RGPH 3, 2002) à 441 623 habitants en 2012 (INSAE/RGPH 4, 2013). Les populations autochtones sont en majorité des Baatombou (34%), des Peulh (21%), des Dendi (20%), des Mokolé (6%) (INSAE/RGPH 4, 2013). Ils sont agriculteurs. L’effectif total des ménages agricoles est de 83475 (INSAE/RGPH 4, 2013) soit 78 % de la population des terroirs riverains.. La chasse est pratiquée dans les terroirs villageois et zones cynégétiques. La coupe de paille est l’une des récentes activités autorisées dans l’aire protégée par les autorités après la délivrance des permis de coupes. Elle constitue l’une des principales sources de revenus des paysans.

## **2.Méthodes**

### **2.1 Echantillonnage**

Sur la base des critères tels que localités riveraines de la RBTW, groupes socioculturels, groupes socioprofessionnels et accessibilité relative des villages, 24 villages administratifs répartis dans 11 arrondissements ont été choisis dans les quatre communes du département de l’Alibori, riveraines de la RBTW.

La formule de Schwartz (1995) a été utilisée pour déterminer la taille de l’échantillon des groupes cibles. Sur la base de cette formule, 475 personnes composées de 125 Dendi, 120 Baatombou, 95 Peulh, 82 Mokolé et 53 Gourmantché ont été interrogées.

Selon l’importance des groupes socioprofessionnels et socioculturels, deux types de choix ont été opérés : le choix raisonné et le choix aléatoire. Pour les groupes socioprofessionnels et socioculturels ayant un effectif limité, le choix a été raisonné. Par contre, le choix a été aléatoire pour les groupes socioprofessionnels et socioculturels majoritaires. La technique de boule de neige qui consiste à interroger les acteurs à tour de rôle l’un référent l’autre jusqu’à saturation a été utilisée.

## 2.2 Collecte des données

Les enquêtes socioéconomiques et socio-anthropologiques et les observations directes ont permis de caractériser les services écosystémiques de la RBTW. Les enquêtes ont été menées suivant l'approche d'Analyse Socioéconomique selon le Genre (ASEG), basée sur l'âge, le sexe et les marginalisés des groupes socioculturels et socioprofessionnels.

Des entretiens structurés ont été réalisés à l'aide de questionnaires auprès des ménages dans les terroirs villageois. Un questionnaire a été administré individuellement aux différentes catégories des populations. Cette technique d'entretien individuel a été complétée par un focus group dans chaque village. La matrice d'orientation stratégique (MOS) a permis aux populations de déterminer les services écosystémiques les plus importants au cours des focus group. Les principaux aspects abordés dans les questionnaires sont : les caractéristiques des systèmes de productions, les modes d'utilisation, la complexité et la dynamique des services écosystémiques.

Des entretiens semi-structurés (individuels et de groupe) ont été réalisés avec des personnes ressources (chefs traditionnel, chefs religieux, etc.) sur la base d'un guide d'entretien afin de mieux connaître les formes d'utilisation des services écosystémiques par les populations.

Un guide d'entretien a été administré aux autorités politico-administratives, aux gestionnaires du Parc W, aux éco-gardes et aux membres des AVIGREF.

Enfin, des observations participantes à travers une grille d'observation ont permis d'identifier in situ les différents services écosystémiques dans la RBTW.

## 2.3 Traitement des données

L'importance des services écosystémiques a été appréciée à travers le taux de réponse (Seastrom, 2001), la valeur d'importance et la valeur consensuelle (Byg et Balslev, 2001). Ces trois paramètres ont été utilisés pour réaliser les différents tableaux et figures.

### ✓ Taux de réponse

Le taux de réponse au niveau des enquêtés par catégorie de services écosystémiques a été calculé par la formule (Seastrom, 2001) suivante :

$$T = ns/N \times 100$$

T : taux de réponse des enquêtés (%) ;

ns : nombre d'enquêtés ayant fourni une réponse pour un service écosystémique s ;

N : nombre de personnes interrogées dans cette catégorie ;

T varie entre 0 et 100%. Les valeurs proches de 0 indiquent que beaucoup d'enquêtés ont une connaissance très limitée d'un service écosystémique. Par

contre, les valeurs proches de 100 indiquent que beaucoup d'enquêtés ont une bonne connaissance d'un service écosystémique.

✓ **Valeur d'importance des services écosystémiques**

La valeur d'importance (IV) des services écosystémiques est la proportion d'enquêtés qui considèrent une activité comme un service écosystémique. Elle varie de 0 à 1. Elle est déterminée par la formule (Byg & Balslev, 2001) suivante :

$$IV = nis/n$$

nis : nombre d'enquêtés qui considèrent un service ou un bien comme un service écosystémique ;

n : nombre total d'enquêtés ;

IV varie entre 0 et 1. Les valeurs proches de 0 indiquent que très peu d'enquêtés ont une bonne connaissance d'un service écosystémique. Par contre, les valeurs proches de 1 indiquent que beaucoup d'enquêtés ont une bonne connaissance d'un service écosystémique.

✓ **Valeur consensuelle du choix des services écosystémiques**

La valeur consensuelle (UCs) du choix des services écosystémiques mesure le degré de concordance du choix des services écosystémiques effectué par les enquêtés. Elle est calculée par la formule (Byg et Balslev, 2001) suivante :

$$UCs = 2ns/n-1$$

ns : nombre d'enquêtés ayant choisi le service écosystémique s et n le nombre total d'enquêtés.

UCs varie entre 0 et 4. Les valeurs proches de 0 indiquent que très peu d'enquêtés s'accordent sur le choix d'un service écosystémique. Par contre, les valeurs proches de 4 indiquent que beaucoup d'enquêtés sont d'accord sur le choix d'un service écosystémique.

Par ailleurs, l'analyse des préférences des populations aux services écosystémiques a été faite à partir d'une Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) sur la base de différentes matrices de données constituées par les services et plusieurs variables notamment le paramètre démographique, les groupes socioculturels et socioprofessionnels.

La catégorisation des terroirs villageois sur la base des services écosystémiques extraits de la RBTW par les populations riveraines a été réalisée en utilisant successivement l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) et la Classification Hiérarchiques Ascendante (CHA). La Classification Hiérarchiques Ascendante (CHA) a été faite sur les axes factoriels de l'AFC dans le but de former des groupes homogènes de terroirs villageois.

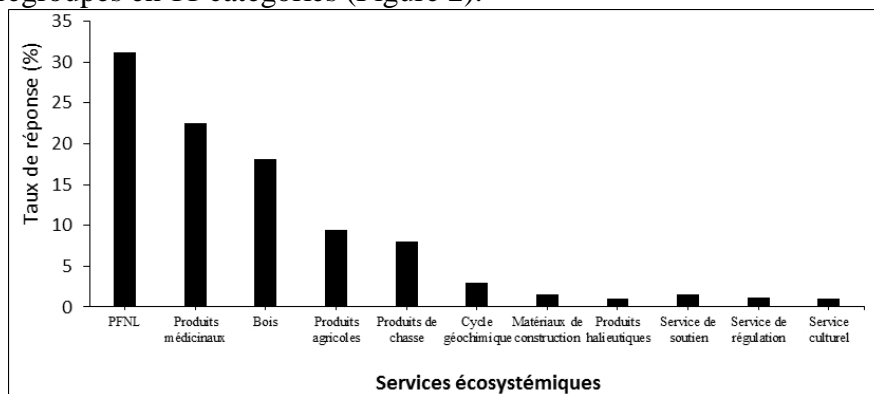
Les différentes analyses statistiques ont été faites dans le logiciel R 3.4.3 (R Development Core Team, 2017).

### 3. Résultats

La caractérisation des services écosystémiques dans la RBTW a concerné les quatre catégories de services écosystémiques : les services d’approvisionnement, culturels, de régulation et de soutien. Elle a été faite suivant les villages, les groupes socioculturels, les groupes socioprofessionnels et le genre.

#### 3.1 Diversité des services écosystémiques dans la RBTW

Dans la RBTW, 237 services écosystémiques (SE) ont été identifiés parmi lesquels, 32 sont les plus sollicités. Ces 32 services écosystémiques ont été regroupés en 11 catégories (Figure 2).



**Figure 2:** Catégories de services écosystémiques tirés dans la RBTW

Il ressort de l’analyse de la figure 2 que les produits forestiers non ligneux (PFNL) (31 %), suivis des produits médicinaux (22,5 %) et du bois de feu (18,2 %) sont les plus sollicités dans la RBTW. Les PFNL regroupent les fruits de *Tamarindus indica*, *Adansonia digitata*, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Borassus aethiopum*, *Vitex doniana*, *Lannea microcarpa*, *Detarium microcarpum*, *Balanites aegyptiaca*, *Ximenia americana*, *Opilia amentacea*, *Diospyros mespiliformis*, *Hexalobus monopetalus*, *Moringa oleifera* et *Sarcocephalus latifolius* ; les légumes-feuilles notamment les feuilles de *Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Moringa oleifera*, *Vernonia colorata*, *Vernonia cinerea*, *Vernonia amigdalina*, *Ceiba pentandra*, *Guiera senegalensis*, *Vitex simplicifolia*, *Cassia tora* et *Sesamum indicum* ; les légumes-fleurs de *Bombax costatum* ; les feuilles fourragères ; les champignons ; le miel et la paille.

Quant aux produits médicinaux, ils sont d’origine végétale (racines, écorces, feuilles, fruits, gommes, épines, etc.) et animale (squelettes, cornes, crottes, peaux, mues, graisses, sécrétions : bile, venin, urine, etc.).

Concernant le bois de feu, il intervient dans la production de l’énergie domestique, et est constitué des espèces ayant un pouvoir calorifique élevé



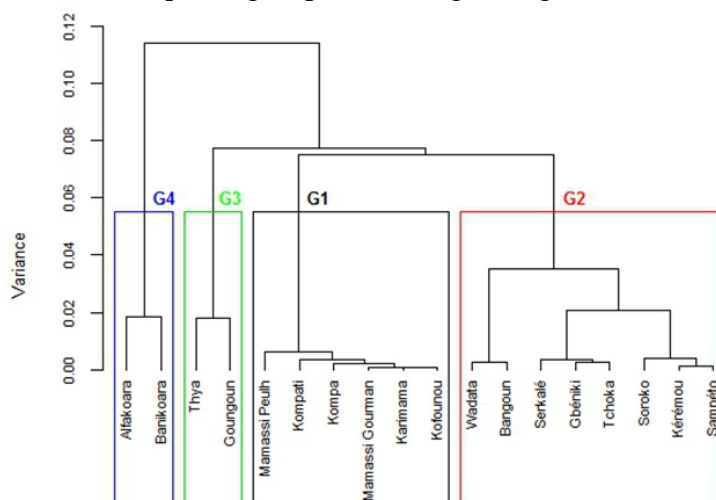
(*Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Detarium microcarpa*, *Terminalia avicennioides*).

Par ailleurs, les produits agricoles (9,41 %) sont issus des spéculations cultivées dans les terroirs villageois ou dans la zone tampon du Parc W. Les produits de chasse (7,99 %) sont composés de la viande boucanée, des œufs (pintades, francolins, python de séba et tortues), de différents oiseaux (francolins et pintades).

Le cycle géochimique (eau), les matériaux de construction (sable, argile et gravier), les produits halieutiques (huîtres, poissons et mollusques), les services culturels, de régulation et de soutien contribuent chacun pour moins de 5 %.

### 3.2 Caractérisation des services écosystémiques suivant les terroirs villageois

Les villages riverains de la RBTW ont été caractérisés selon l'utilisation des services écosystémiques. Le dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante des villages sur la base des services écosystémiques a donné quatre groupes de villages (Figure 3).

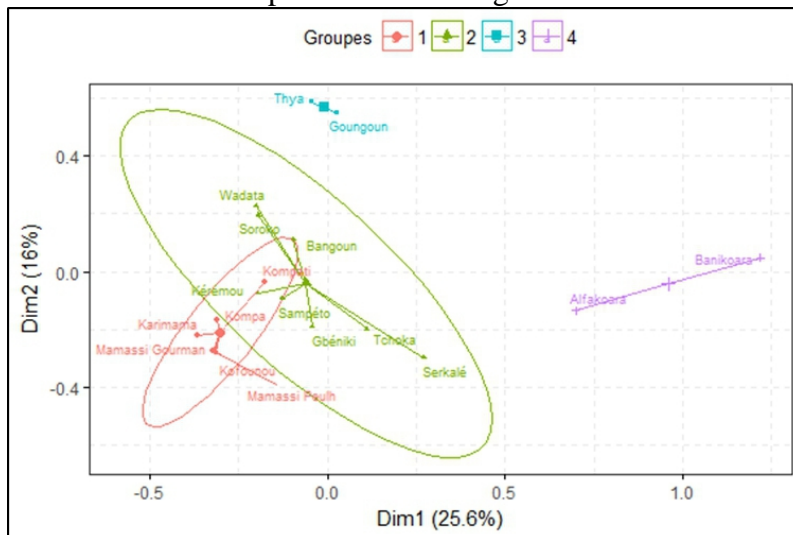


**Figure 3 :** Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante des villages

La classification hiérarchique a conduit à la répartition des villages en quatre groupes (figure 3). Le groupe 1 est composé des villages à forte exploitation des éléments du cycle géochimique, les racines, les habitats naturels, les sites rituels et l'eau des sources. Le groupe 2 est composé de villages dans lesquels la population exploite fortement les bois de feu et de charpente, la paille et les cailloux. Quant au groupe 3, il est composé des villages dans lesquels les services comme l'argile, l'éducation, les feuilles et la protection sont les plus exploités. Le groupe 4 est composé des villages dans

lesquels les services tels que les crottes, les peaux, les cornes et la viande boucanée sont les plus utilisés.

La projection de ces quatre groupes de villages sur le plan formé par les axes factoriels 1 et 2 est présentée sur la figure 4.

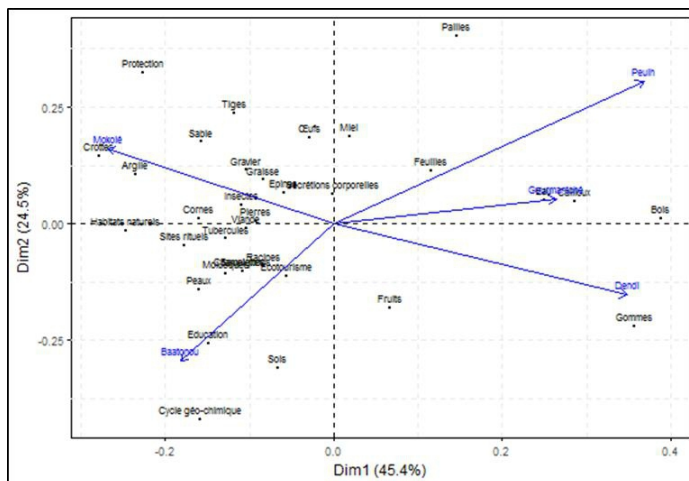


**Figure 4 :** Projection des quatre groupes de villages dans le plan factoriel 1 x 2

L'analyse factorielle montre que cinq axes factoriels contrôlent 73,08 % de la variance commune dont 41,6 % pour les deux premiers axes (Figure 4). Les services qui ont une forte contribution dans la formation de l'axe factoriel 1 sont les crottes, les peaux, les mollusques, les cornes, les squelettes et la viande boucanée. Sur l'axe factoriel 2, les services tels que l'argile, l'éducation, les feuilles, la protection et l'eau des sources présentent les plus fortes contributions. Le groupe 1 est composé des villages à forte exploitation des éléments du cycle géochimique, les racines, les habitats naturels, les sites rituels et l'eau. Le groupe 2 est composé de villages dans lesquels la population exploite fortement les bois, la paille et les cailloux.

### 3.3 Caractérisation des services écosystémiques suivant les groupes socioculturels

La caractérisation des services écosystémiques suivant les groupes socioculturels présents dans les terroirs riverains de la RBTW est présentée sur la figure 5.

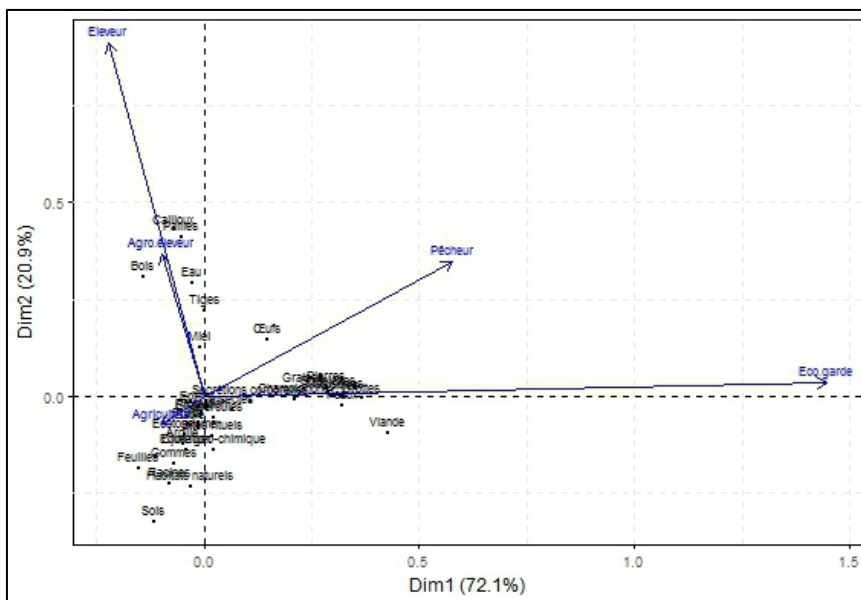


**Figure 5 :** Services écosystémiques selon les groupes socioculturels riverains de la RBTW

La prise en compte des deux premiers axes factoriels a permis de mettre en évidence 69,9 % des variations dans l’analyse de la préférence des groupes socioculturels pour certains services écosystémiques de la RBTW (Figure 5). La projection des groupes socioculturels sur le plan formé par les axes factoriels 1 et 2 a permis de noter que les Mokolé exploitent beaucoup plus les matériaux de construction (argile, sable, gravier), les produits médicinaux (crottes, graisse, sécrétions, cornes, épines, pierres) et les habitats naturels. Les Dendi exploitent en majorité les bois de feu et de charpente, les gommages végétales et les fruits. Quant aux Baatombou, ils s’intéressent plus aux éléments du cycle géochimique, aux services éducatifs et écotouristiques, aux racines, aux peaux et aux mollusques. Les services les plus exploités par les Peulh sont les feuilles et la paille. Concernant les Gourmantché, ils s’intéressent plus aux services relatifs aux eaux de sources et aux cailloux.

### 3.4 Caractérisation des services écosystémiques suivant les groupes socioprofessionnels

La caractérisation des services écosystémiques suivant les groupes socioprofessionnels présents dans les terroirs riverains de la RBTW est présentée sur la figure 6.

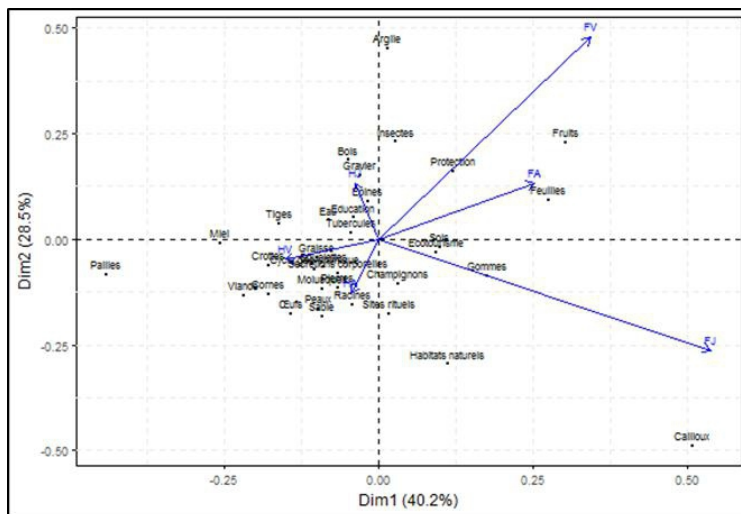


**Figure 6:** Services écosystémiques selon les groupes socioprofessionnels dans la RBTW

De l'analyse factorielle des interactions entre les groupes socioprofessionnels et les services écosystémiques, les deux premiers axes factoriels expliquent 93 % de la variance contenue dans les données initiales (Figure 6). Le positionnement des groupes socioprofessionnels sur les axes factoriels a permis de noter que les éco-gardes ont une grande préférence pour les cornes, les crottes, les peaux, la viande boucanée, les squelettes, la graisse, les champignons, les mollusques et les pierres. Quant aux éleveurs, ils exploitent plus les pailles, les tiges, le miel et les eaux de source alors que la préférence des agriculteurs est orientée vers les racines, les produits agricoles, les sols, le cycle géochimique, les gommes et les habitats naturels. Les agro-éleveurs s'intéressent plus aux bois de feu et de charpente et aux tubercules tandis que les pêcheurs exploitent plus les œufs et les sécrétions corporelles (Figure 6).

### 3.5 Caractérisation des services écosystémiques selon le genre

La caractérisation des services écosystémiques selon le genre est présentée sur la figure 7.



**Figure 7 :** Services écosystémiques selon le genre dans la RBTW

L'analyse factorielle a montré que les deux premiers axes factoriels expliquent 68,7 % de la variance contenue dans la matrice de données pour mieux analyser les interactions entre le genre et les services écosystémiques tirés de la réserve (Figure 7). La projection des modalités du genre sur le plan factoriel formé par les axes 1 et 2 a révélé que les jeunes femmes ont une grande préférence pour l'extraction des cailloux et des gommes végétales tandis que les vieilles ont une grande préférence pour l'exploitation de l'argile et des insectes. Par ailleurs, les femmes adultes ont une grande préférence pour l'exploitation des cornes, des feuilles et des fruits. Quant aux jeunes hommes, ils s'intéressent aux matériaux de construction (argile et gravier), aux insectes, aux sols et aux services éducatifs. Les hommes adultes ont une forte appréhension des habitats naturels, des sites rituels, des bois de feu et de charpente, des tubercules, des mollusques, des œufs, du sable et des pierres. Concernant les vieux, ils sont plus spécialisés dans l'exploitation des cornes, de la viande boucanée, de la paille, des tiges, du miel et des éléments du Cycle géochimique.

#### 4. Discussion

Les services d'approvisionnement sont les plus diversifiés. La RBTW regorge une diversité de produits forestiers non ligneux (PFNL) (fruits à gousse, à pulpe, à baie et à noix, légumes-feuilles, légumes-fleurs, feuilles fourragères, champignons, bambous, pailles, écorces, miel), de produits médicinaux (racines, écorces, feuilles, fruits, gommes, épines, squelettes, cornes, crottes, peaux, mues, grasses, bile, venin, urine) et de produits agricoles (maïs, mil, sorgho, niébé, igname, riz, arachide et coton). Ces résultats confirment ceux obtenus au Bénin et dans la sous-région par Gnganglè

et *al.* (2017), Diatta et *al.* (2016), Dieng et *al.* (2016), Mensah et *al.* (2016), Sabi Lolo et *al.* (2017), Bene et *al.* (2015) et Gnanglè (2005), pour qui la nature offre aux populations une multitude de services écosystémiques qui contribuent à leur bien-être.

La diversité des services écosystémiques dans la RBTW peut s'expliquer par la diversité des écosystèmes, l'hétérogénéité de la végétation, la diversité des groupes socioculturels qui ont diverses connaissances de ces services et la présence de l'aire protégée. Plusieurs auteurs notamment Djibril Abdoulaye *et al.* (2018) et Toko Imorou (2005) sont parvenus à la même conclusion selon laquelle la région soudanienne du Bénin présente une diversité d'espèces, d'écosystèmes et de paysages. La diversité de paysages est aussi le fruit d'un effort des populations. Cissé et *al.* (2018) ont démontré que dans le bassin versant de Boura, les connaissances ethnobotaniques des populations contribuent à la sauvegarde des espèces ligneuses à travers les parcs agroforestiers. Cette diversité d'espèces conservées est le fruit d'un système traditionnel d'exploitation des terres dans lequel des végétaux ligneux pérennes sont délibérément conservés en association avec les cultures (Wala et *al.*, 2005). Les résultats obtenus montrent que les arbres occupent une place importante dans la satisfaction des besoins des populations.

Les populations riveraines de la RBTW utilisent les services écosystémiques à diverses fins et de différentes manières. Les résultats de la présente recherche ont révélé que les populations exploitent beaucoup plus l'eau et le bois dans la commune de Karimama. En effet avec la faible couverture du réseau hydraulique, le commerce de l'eau est une activité rentable durant la période de saison sèche. A Kandi, c'est plutôt les habitats naturels et les services magiques et les matériaux de construction qui sont les plus utilisés. Signalons que dans cette commune les activités sur la promotion de l'écotourisme ont été exécutées. Dans la commune de Banikoara, ce sont les services qui ont un rapport avec les sols qui sont les plus sollicités. Longtemps considérée comme la première commune productrice de coton, les activités relevant de la production sont très valorisés. Enfin, les cycles géochimiques et la gomme sont très sollicités dans la commune de Malanville.

La caractérisation des services écosystémiques selon les groupes socioculturels a permis de constater que la forte sollicitation des matériaux de construction (argile, sable, gravier), des produits médicinaux (crottes, graisse, sécrétions, cornes, épines, pierres) et des habitats naturels par les Mokolé a pour fondement la disponibilité de ces biens et services dans la zone cynégétique de la Djona. Les Dendi exploitent en majorité les bois de feu et de charpente, les gommages végétales. Les Dendi sont majoritairement installés dans les communes frontalières et ces produits font objet d'un commerce transfrontalier. Les Baatombou s'intéressent aux services qui ont un rapport avec les sols à cause du développement de la culture du coton dont Banikoara

est la première commune productrice. En outre, ils utilisent aussi les racines, les peaux et les mollusques car ils existent de nombreux tradithérapeutes dans ce groupe socio-culturel. Les services les plus exploités par les Peulh sont les plantes fourragères (*Afzelia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis*, *Prosopis africana*) et la paille qui sont la base de l'alimentation de leurs bétails et de la construction de leurs cases. Enfin, les Gourmantché sollicitent beaucoup plus les services relatifs aux eaux de sources et aux cailloux à cause de leurs vertus médicinales.

La caractérisation des services écosystémiques selon les groupes socioprofessionnels a permis de noter que les Eco-gardes ont une forte préférence pour les cornes, crottes, peaux, viande, mollusques, squelettes, graisse, champignons et pierres car ils connaissent la valeur culturelle de ses objets. Quant aux éleveurs, ils exploitent plus les pailles, tiges et eau dont ils se servent pour l'alimentation de leur bétail. Les producteurs ont une forte préférence pour les racines, sols et habitats naturels, les feuilles, œufs et tubercules tandis que les pêcheurs exploitent plus l'eau et bois dans la réserve. Ses résultats ont aussi permis de noter que les groupes socioculturels utilisent les différents services selon leurs professions. Ces résultats confirment ceux de Maddison (2006) qui propose que pour une évaluation, il vaut mieux considérer l'expérience plutôt que leur âge.

La caractérisation des services écosystémiques selon le genre a permis de comprendre que les hommes adultes ont une forte appréhension aux habitats naturels et sites rituels mais aussi aux bois, tubercules, mollusques. Quant aux jeunes hommes, ils s'intéressent aux argiles et insectes mais aussi aux graviers tout comme les jeunes femmes qui ont une forte préférence pour l'extraction des cailloux et l'éducation. Les vieilles ont une forte préférence pour l'exploitation de l'argile et des insectes. Les femmes adultes ont une forte préférence pour l'exploitation de cornes, feuilles, fruits. L'exploitation des fruits comme le karité, le néré et leurs dérivés servent non seulement dans l'alimentation des ménages mais aussi dans les produits cosmétiques et médicaux et l'embellissement des habitations. Les revenus issus de la vente permettent aux femmes rurales de se prendre en charge et de subvenir aux besoins de leurs ménages (alimentation, habillement, scolarisation et santé). Ces résultats corroborent ceux obtenus par Dah-Dovonon et Gnanglé (2006), Sokpon et Yabi (2006) qui ont démontré que les ménages ruraux tirent entre 36 % et 46 % de leurs revenus des produits du karité.

## **Conclusion**

La classification des services écosystémiques de la RBTW a été adoptée suivant les terroirs villageois, les groupes socioculturels et socioprofessionnels, et selon le genre. Cette classification a permis de constater que les services d'approvisionnement sont le plus diversifiés et

parmi eux, les PFNL sont les plus utilisés. La diversité des usages est fonction des professions et cela amène les populations à avoir différentes perceptions des services écosystémiques. Cette diversité d'usages des services écosystémiques de la RBTW entraîne de fortes pressions sur ceux-ci. Ces pressions génèrent des conflits nés de l'utilisation concurrente des ressources naturelles.

### References:

1. Baba Cheick A. K., 2013. Economic valuation of ecosystem services around a multiple purpose dam: challenges and opportunities for PES implementation and land use management. A case study of Sakabansi dam in north Benin. Master thesis, University of Dresden, 40 p.
2. Bene A. & Fournier A., 2015. Réflexion sur la notion de services écologiques : étude de cas à Kotoudéni (Burkina Faso). *Vertigo*, Paris : Avancées cinématographiques, 15 (3), 18 p.
3. Byg A. & Balslev H., 2001. Diversity and use of palms in Zahamena, eastern Madagascar. *Biodiversity and Conservation* 10: 951–970.
4. Dah-dovonon, Z.J. et Gnanglè, P.C., 2006. Évaluation des potentialités de développement de la filière karité dans les départements de l'Atacora et de la Donga. *GTZ/ProCGRN*, 93p
5. Daniel T.C. A., Muharb A., Arnberger O., Aznar J.W., Boyd K.M.A., Chan R., Costanza T., Elmqvist C.G., Flint G.H., Gobster A., Grêt-Regamey R., Lave S., Muhar M., Penker M.G., Ribe T., Schauppenlehner T., Sikor I., Soloviy M., Spierenburg K., Taczanowska J., Tame A., von der & Dunk., 2012. Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda, *Proceedings of National Academic Science* 109, 23, pp. 8812–8819.
6. Diatta A. A., Ndour N., Manga A., Sambou B., Faye C. S., Diatta L., Goudiaby A., Mbow C. & Dieng S.D., 2016. Services écosystémiques du parc agroforestier à *Cordyla pinnata* (Lepr. ex A. Rich.) Milne-Redh., dans le Sud du Bassin Arachidier (Sénégal) *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(6): 2511-2525.
7. Dieng S. D., Diop M., Goudiaby A., Niang-Diop F., Faye L. C., Guiro I., Sambou S., Lykke A. M. & Sambou B., 2016. « Caractérisation des services écosystémiques fournis par *Cordyla pinnata* dans la périphérie de la Forêt classée de Patako au Sénégal », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*.
8. Djibril Abdoulaye G., Toko Imorou I., Thomas O., Zakari S., Aouna O., 2018. Evaluation du stock de carbone au-dessus du sol dans la zone cynégétique de la Djona au nord Bénin. Acte de la conférence internationale OSFACO, pp117-133.



9. Fisher B., Turner R. K. & Morling P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68: 643-653.
10. Gnangle R. M., Biaou S. S. H., Gnangle P. C., Balagueman O.R., Raphiou M., Dicko A., Kouagou M., et Natta A.K., 2017 Services écosystémiques fournis par les parcs à karité et leur contribution au bien-être des populations rurales dans la commune de Savè (Centre Bénin) *Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie »* Parakou, Bénin 7 (1) :104-112
11. Gnangle P. C., 2005. Parcs à karité (*Vitellaria paradoxa*) (Gaertn. C. F.) (Sapotaceae) au Bénin:
12. Importance socio-culturelle, caractérisations morphologique, structurale et régénération naturelle. Mémoire de DEA. Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. UAC/FSA. 113 p.
13. INSAE/RGPH 3, 2002. Estimation de la population béninoise: données socio-économiques, Cotonou, Bénin, pp 7-9
14. INSAE/RGPH 4, 2013. Effectifs de la population des villages et quartiers de villes du Bénin. Cotonou, Bénin, pp 4-8.
15. Maddison D., 2006. The perception of and adaptation to climate change in Africa. CEEPA Discussion Paper No. 10. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa, University of Pretoria, South Africa.
16. Malam Garba H. H. 2009. Estimation des valeurs des biens et services produits par les aires protégées : cas du Parc Régional W du Niger Mémoire de fin d'étude diplôme de master en Gestion des Aires Protégées (GAP) 102 p
17. Mensah S., Veldtman R., Assogbadjo A. E., Ham C., Glèlè Kakai R., Seifert T., 2017. Ecosystem service importance and use vary with socio-environmental factors: A study from household-surveys in local communities of South Africa. *Ecosystem service*, 23 : 1-8
18. M.E.A (Millenium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystem and Human well-being. Synthesis, Washington DC, Ed. Island Press, 155 p.
19. Programme Régional Parc W / ECOPAS, 2005. Plan d'Aménagement et de Gestion de la Réserve de Biosphère Transfrontalière W 2006-2010, version finale 228 p
20. Sabi Lolo I. B., Sogbohossou E.A., Toko Imorou I., Houinato M.R.B. & Sinsin B., 2017. Diversité et importance socio-économique des services écosystémiques dans la réserve de biosphère de la pendjari au nord-benin *J. Rech. Sci. Univ. Lomé* (Togo), 2017, 19 (3): 15-28
21. Sabi lolo I. Bernadette., Toko Imorou I., Vigninou T. & Thomas O., 2018. Cartographie des conflits d'usage autour des services

- écosystemiques dans la réserve de Biosphère Transfrontalière du w au Nord-Bénin. Mélanges en hommage au Professeur Thomas O., Septembre 2018, vol.3, ISBN : 978-99919-822-8-1
22. Sokpon N., & Yabi J.A. 2006. Gestion des systèmes de production, de commercialisation et de transformation du karité au Bénin. Rapport technique, 48 p.
  23. Toko Imorou I. 2005. Productivité des pâturages de savanes en relation avec les phénomènes d'érosion naturelle des sols (Dongas) dans le Parc National du W. DEA/ FLASH/ UAC, Bénin, 88 p.
  24. Toko Imorou I., Djogbenou P.C., Arouna O., Sogbossi E.S. & Sinsin B., 2015. Effets de la taille et des régions phytogéographiques sur la diversité floristique et la structure des forêts sacrées au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques (Bénin)*, 19 (1) : 79-97.
  25. Wala K., Sinsin B., Guelly A. K., Kokou K. & Akpagana K. (2005). Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la sous-préfecture de Doufelgou (Togo). *Sécheresse*, 16 (3): 1-8.

## **Apport de L'échographie dans le Diagnostic Anténatal du Syndrome de Prune Belly : À Propos d'un Cas et Revue de la Littérature**

*Meryem Belmajdoub,*

*Hekmat Chaara,*

*Fatima Zehra,*

*Fdili Alaoui,*

*Sofia Jayi,*

*Moulay Abdelilah Melhouf,*

Service de Gynécologie Obstétrique 2,

Centre Hospitalier Universitaire HASSAN 2, Fès, Maroc

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p296 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p296](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p296)

---

### **Résumé**

L'utilisation de l'échographie au premier trimestre de la grossesse et en particulier par voie endovaginale, permet la découverte précoce de mégavessie et donc des syndromes associés. Le syndrome de Prune Belly ou syndrome d'Eagle-Barrett est une malformation complexe rare avec nette prédominance masculine. Il se caractérise par la triade : aplasie ou hypoplasie de la musculature abdominale, dilatations des voies urinaires et cryptorchidie bilatérale. Il s'associe dans 75% des cas, à des atteintes pulmonaires, squelettiques, cardiaques et gastro-intestinales. Nous rapportons le cas d'un syndrome de Prune Belly découvert à 20 semaines d'aménorrhée (SA). À travers ce cas et la lumière d'une revue de la littérature récente, nous soulignerons l'intérêt de l'échographie anténatale dans le dépistage de cette malformation ainsi que les caractéristiques diagnostiques et thérapeutiques de cette entité rare.

---

**Mots-Clés:** Syndrome Prune Belly, Diagnostic Anténatal, Mégavessie, Hypoplasie Paroi Abdominale, Cryptorchidie

# **Contribution of Ultrasound in the Antenatal Diagnosis of Prune Belly Syndrome: A Case Report and a Review of the Literature**

*Meryem Belmajdoub,*

*Hekmat Chaara,*

*Fatima Zehra,*

*Fdili Alaoui,*

*Sofia Jayi,*

*Moulay Abdelilah Melhouf,*

Service de Gynécologie Obstétrique 2,

Centre Hospitalier Universitaire HASSAN 2, Fès, Maroc

---

## **Abstract**

The use of ultrasound in the first trimester of pregnancy and in particular by the endovaginal way helps in the early discovery of megascussy and associated syndromes. Prune-Belly syndrome or Eagle-Barrett syndrome is a rare complex malformation with marked male predominance. It is characterized by the triad: aplasia or hypoplasia of the abdominal musculature, dilations of the urinary tract, and bilateral cryptorchidism. It is associated in 75% of the cases with pulmonary, skeletal, cardiac, and gastro-intestinal disorders. We report the case of Belly plum syndrome discovered at 20 weeks of amenorrhea (SA). Through this case and in the light of a review of the recent literature, we will highlight the importance of antenatal ultrasound in screening for this malformation as well as the diagnostic and therapeutic features of this rare entity.

---

**Keywords:** Prune Belly Syndrome, Antenatal Diagnosis, Megavessie, Abdominal Wall Hypotonia, Cryptorchidism

## **Introduction**

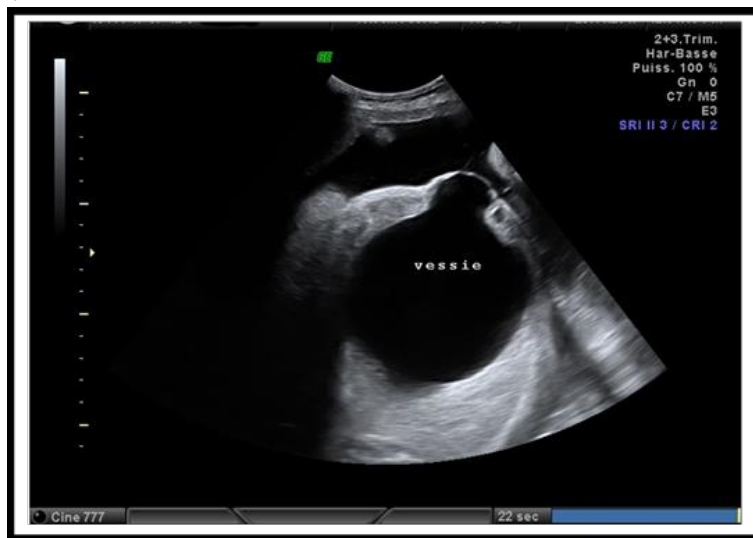
La généralisation de l'échographie au premier trimestre de la grossesse et en particulier par voie endovaginale permet la découverte précoce d'une mégavessie et donc des syndromes associés (Megan et al., 2006). Le syndrome de Prune-Belly est une malformation complexe rare, caractérisé par la triade : aplasie ou hypoplasie de la musculature abdominale, dilatations des voies urinaires et cryptorchidie bilatérale (Aaronson et al., 2001). Il s'associe dans

75% des cas à des atteintes pulmonaires, squelettiques, cardiaques et gastro-intestinales. Il existe également des formes dites incomplètes ou partielles plus fréquentes chez le sexe féminin et qui sont connues sous le nom de Syndrome de Pseudo-Prune Belly. L'évolution de cette entité est caractérisée par plusieurs complications et le pronostic dépend surtout de la sévérité de l'atteinte rénale (Aaronson et al., 2001). Nous rapportons le cas d'un syndrome de Prune Belly découvert à 20 semaines d'aménorrhée (SA) chez une primigeste de 22ans. À travers ce cas et une revue de la littérature récente, nous soulignerons l'intérêt de l'échographie anténatale dans le dépistage de ces malformations ainsi que les caractéristiques diagnostiques et thérapeutiques de cette entité rare.

### **Observation**

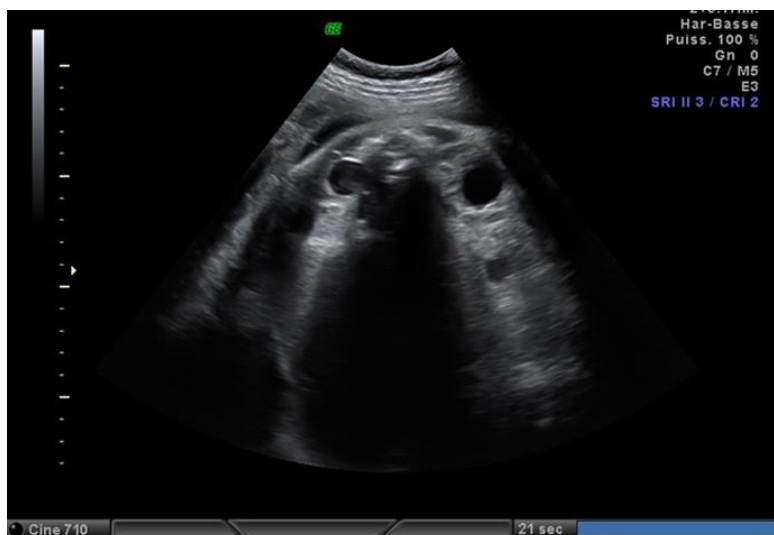
Nous rapportons le cas d'une patiente âgée de 22 ans primigeste, sans antécédents médicaux ou chirurgicaux particuliers, sans notion de mariage consanguin, référée dans notre formation à 18SA, suite à la découverte d'une mégavessie, et dont l'échographie obstétricale a objectivé : une grossesse évolutive avec grosse vessie à parois épaissies et signe de récessus sous vésical, les deux reins sont hyperéchogènes avec des pyelons bien visibles communicants avec les calices, le diagnostic d'une valve de l'urètre postérieure a été suspecté initialement. Un contrôle échographique à 2 semaines (soit à 20SA) a objectivé : la présence d'une mégavessie énorme prenant tout l'abdomen et refoulant le diaphragme (Figure 1), une dilatation pyélo-calicielle avec conservation de la différenciation cortico-médullaire (Figure 2), une paroi abdominale qui paraît très fine ou même absente (Figure 1), le liquide amniotique était en quantité diminuée, le diagnostic d'un syndrome de Prune Belly a été suspecté, une IRM fœtale a été faite revenue en faveur d'une mégavessie fœtale avec dilatation urétéro-pyélo-calicielle bilatérale rentrant probablement dans le cadre d'un syndrome de Prune Belly (Figure 3). Aucune autre malformation n'a été détectée au cours du suivi de la grossesse, ainsi le diagnostic d'un syndrome de Prune Belly a été retenu. À 40 SA, la patiente a accouché par voie basse, un nouveau-né de sexe masculin, pesant 3200 g, avec à l'examen clinique la présence d'une détresse respiratoire cote 5/10, présence d'une paroi abdominale flasque avec perception d'une masse prenant tout l'abdomen, fistule au niveau de l'ouraque ramenant des urines avec cryptorchidie bilatérale (Figure 4). Le nouveau-né a été hospitalisé initialement en réanimation néonatale avec bonne évolution hémodynamique, il a bénéficié d'une échographie abdomino-pelvienne qui a objectivé une importante urétéro-hydro-néphrose bilatérale associée à une mégavessie et une aplasie des muscles abdominaux avec une cryptorchidie, étant le tout compatible avec un syndrome de Prune Belly (Figure 5). Le nouveau-né a été vu par les chirurgiens pédiatres et il a été mis sous

antibiothérapie avec un sondage vésicale vu que la fistule de l'ouraque ramène des urines à l'extérieur avec au bilan biologique absence d'insuffisance rénale. Au cours de la surveillance le nouveau-né a présenté deux épisodes de fièvre avec au bilan infectieux une CRP élevée avec un ECBU (Examen cytobactériologique des urines) positif à *Escherichia coli* pour lequel il a été mis sous antibiothérapie avec bonne évolution. Actuellement le nouveau-né est toujours sous surveillance et il sera candidat à une abdominoplastie avec orchidopexie et reconstruction des voies urinaires en fonction de son évolution.



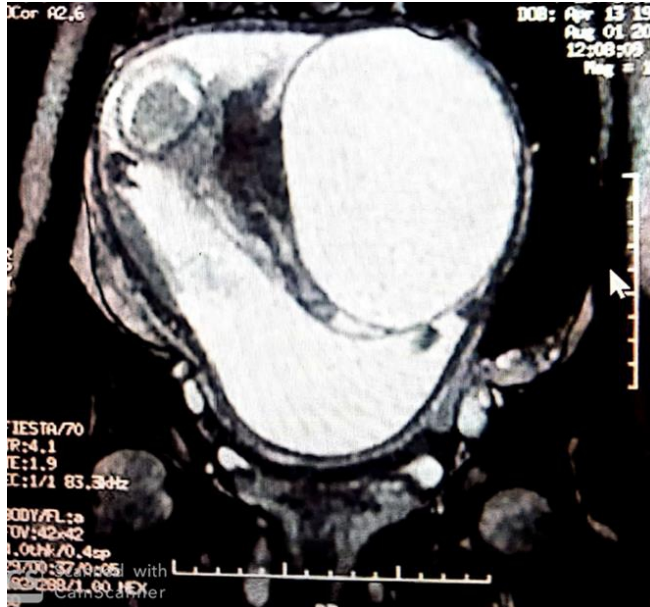
**Figure 1. Echographie anténatale**

Mégavessie énorme prenant tout abdomen avec paroi abdominale amincie.



**Figure 2. Echographie anténatale.**

Dilatation pyélo-calicielle avec conservation de la différenciation cortico-médullaire.



**Figure 3. IRM FOETALE**

Mégavessie énorme prenant tout abdomen avec paroi abdominale amincie.



**Figure 4.** Aspect clinique d'un syndrome de Prune Belly à la naissance avec paroi abdominale flasque et cryptorchidie bilatérale



**Figure 5. Echographie rénale post natale**  
Importante urétéro-hydronéphrose bilatérale avec mégavessie.

## Discussion

Le syndrome de Prune Belly décrit pour la première fois par Frolich en 1839 est une affection rare, dont l'incidence est estimée à 1 cas sur 40 000 naissances (Megan et al., 2006). C'est une malformation complexe et rare, caractérisée par la triade : aplasie ou grande hypoplasie de la musculature abdominale, des anomalies du tractus urinaire et cryptorchidie bilatérale. Cette affection est marquée par une nette prédominance masculine (plus de 95 % des patients) et par la rareté des formes complètes chez la fille et c'est le cas de notre patient qui est de sexe masculin (Megan et al., 2006 ; Aaronson et al., 2001). Cette nette prédominance masculine a fait évoquer une possible participation génétique avec une transmission autosomique récessive liée au sexe (Ramasamy et al., 2005). Cependant, la présence de l'anomalie chez un seul des jumeaux dans deux cas de grossesse gémellaire monozygote rend ce mode de transmission plus difficile à élucider (Maugey-Laulom et al., 2000). Ce syndrome résulte de la défaillance de migration ou différenciation du mésoderme latéral en musculature abdominale et en musculature du tractus urinaire. L'uropathie correspond à une dysfonction ou à une obstruction de l'urètre provoquant une mégavessie et des méga-uretères (Driessen et al., 2014). Une hypoplasie de la prostate est fréquente chez les garçons. Chez les filles, cette séquence associe, à l'uropathie et à l'anomalie de la paroi



abdominale, une atrésie vaginale, recto-vaginale, des fistules recto-vésicales ou un utérus bicorne (Ramasamy et al., 2005 ; Maugey-Laulom et al., 2000).

Le diagnostic prénatal repose sur l'échographie obstétricale capable de détecter les anomalies de l'appareil urinaire associées à l'aspect typique de la paroi abdominale ; ainsi les signes échographiques sont : oligoamnios (fréquemment retrouvé : facteur de mauvais pronostic), dilatation majeure de la vessie occupant tout le contenu de l'abdomen fœtal, dilatation pyélocalicielle unilatérale ou bilatérale, paroi abdominale amincie proéminente en coupes sagittales (Grahame et al., 2011). En post natal, le diagnostic repose essentiellement sur la clinique et l'échographie abdomino-pelvienne complétées par une TDM (Tomodensitométrie) abdomino-pelvienne, une échographie trans-thoracique à la recherche de malformation cardiaque, un bilan rénal pour évaluer la fonction rénale, une échographie des hanches avec radiographie du squelette à la recherche de malformations ainsi qu'un caryotype à la recherche de suppression sur le facteur nucléaire 1-beta (HNF1beta) (Sutton et al., 2000); (Darmon et al., 2002). Notre malade avait la forme complète du syndrome avec notamment tous les éléments de la triade diagnostiquée. Il a bénéficié en post natal d'une échographie abdominopelvienne objectivant une importante urétéro-hydro-néphrose bilatérale associée à une mégavessie et une aplasie des muscles abdominaux avec une cryptorchidie. Une échographie trans-thoracique ainsi qu'une radiographie du squelette ont été faites et elles n'ont pas objectivé d'anomalies. Cependant, jusqu'à 75% des patients présentant ce syndrome associent d'autres malformations, à savoir des malformations pulmonaires, cardiaques, squelettiques, gastro- intestinales et génitales. Ces malformations ont été rapportées avec une incidence de 25% pour les cardiovasculaires, 24% pour les gastro-intestinales, 23% pour les musculo-squelettiques, 58% pour les respiratoires et 15% pour les génitales. Les malformations respiratoires retrouvées sont l'hypoplasie pulmonaire et la malformation adénomatoïde kystique, lesquelles peuvent entraîner différents degrés d'insuffisance respiratoire, raison principale de mortalité néonatale (Routh et al., 2010 ; Fallat et al., 2003).

Le principal diagnostic différentiel inclut les uropathies basses obstructives causées par des valves de l'urètre postérieur, une hypertrophie du détrusor, une agénésie urétrale ou des membranes congénitales urétrales (Writers et al., 2001).

La prise en charge thérapeutique repose essentiellement sur la chirurgie: l'abdominoplastie, l'orchidopexie et la reconstruction des voies urinaires. Pour les patients atteints d'une légère dysplasie de la paroi abdominale, les postures sont acceptables et ne nécessitent pas d'abdominoplastie. Cependant, pour les cas sévères, le traitement chirurgical est discuté au cas par cas. Les pyélostomies, urétérostomies et cystostomies

sont également entreprises pour shunter l'urine temporairement chez certains nourrissons instables qui ne peuvent pas tolérer l'acte chirurgical. Parfois la transplantation rénale est inévitable pour les patients présentant une insuffisance rénale. Quoi qu'il en soit, que le traitement chirurgical soit entrepris ou non, les patients nécessitent des soins médicaux multidisciplinaires permanents et un suivi rapproché (Bankole Sanni et al., 2000 ; Diao et al., 2008). Notre malade a bénéficié juste d'un sondage vésical vu la fistule de l'ouraque qui ramène les urines à l'extérieur avec suivi multidisciplinaire. Le pronostic de ce syndrome varie selon la gravité de l'hypoplasie pulmonaire et des anomalies des voies urinaires. L'hypoplasie pulmonaire est la principale cause de mortalité à la période néonatale. La gravité des anomalies des voies urinaires et la fonction rénale déterminent non seulement la mortalité, mais aussi le pronostic à long terme (Ph. PETIT et al., 2000).

### **Conclusion**

La découverte précoce de mégavessie à l'échographie anténatale nécessite toujours la recherche des syndromes associés et notamment le syndrome de Prune Belly qui est une entité rare et dont la découverte nécessite un suivi particulier à la recherche d'autres malformations associées qui déterminent non seulement la mortalité, mais aussi le pronostic à long terme.

### **References:**

1. Aaronson, I. & Cremin, B. (2001). Prune Belly syndrome in young females. *Urol Radiol*; 1:151.
2. Bankole Sanni, R., Coulibaly Denoulet, D., & Moubiot, ML. (2000). Le traitement du syndrome du ventre en pruneau (prune belly syndrome) au CHU de Treichville. *Ann d'urol*; (32) : 23 –27.
3. Darmon, JC., Janky, E., & Couchy, B. (2002). Syndrome de prune belly à propos d'un cas de récurrence. *Rev Fr gynécol obstét*; 87(3) : 151 – 154.
4. Diao B, et al. (2008). Syndrome de Prune Belly : aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques. *Progrès en Urologie*; 18: 470-474.
5. Driessen, M., Chéreau, E., Aubry, MC., Vibert-Guigue, C., Ruano, R., & Dommergues, M. (2014). Anomalies urogénitales foetales. *EMC Obstétrique/Gynécologie*; 9(1) : 1-20.
6. Fallat, ME., Skoog, SJ., Belman, AB., Eng, G., & Randolph, JG. (2003). The prune belly syndrome: a comprehensive approach to management. *J Urol*; 142:802–805.

7. Grahame, H., Smith, H., & Andrew John Holland (2011). Prune belly syndrome. *Pediatric Surgery International* · December 2011; 10.1007/s00383-011-3046-6.
8. Maugey-Laulom, B., Brun, M., Chateil, JF., & Diard, F. (2000). Diagnostic anténatal des uropathies malformatives. *Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS) Paris* 9 p.
9. Megan, M., Bogart, MD., Holly, E., Arnold, MD., Kenneth, E., & Greer, MD. (2006). Prune Belly syndrome in two children and review of the literature. *Pediatr Dermatol*; 23(4):342—5.
10. Petit, PH., Dacher, J.N., Faure, F., Guys, J.M., Bourliere, B., Portier, F., Le Dosseur, P., Panuel, M., Devred, PH. (2000). Exploration radiologique des troubles mictionnels chez l'enfant. *F.Radiol*; 39(3) : 216- 224.
11. Ramasamy, R., Haviland, M., Woodard, JR., & Barone, JG. (2005). Patterns of inheritance in familial Prune Belly syndrome. *Urology*; 65(6):1227.
12. Routh, JC., Huang, L., Retik, AB., & Nelson, CP. (2010). Contemporary epidemiology and characterization of newborn males with prune belly syndrome. *Urology*; 76:44–48.
13. Writters, I., Theyskens, C., van Hoestenbergh, R., Sierath, P., Gyselaers, W., & Fryns, JP. (2001). Prenatal dignosis of non-obstructive megacystis as part of the megacystis-microcolon-intestinal hypoperistalsis syndrome with favourable potsnatal come. *Prenat Diagn* 2001; 21:701-6.

# **La Contribution Du Port De Pêche Á La Dynamique De La Distribution Spatiale Des Ressources Halieutiques Á Abidjan**

*Aka Koffi Sosthène,*

*N'cho Amalatchy Jacqueline,*

Docteur en géographie, chargé de recherche au Centre de Recherches  
Océanologiques (C.R.O.), Abidjan, Côte d'Ivoire

*Kouman Koffi Mouroufié,*

Maître de conférence à l'Ecole Normale Supérieure (E.N.S.) Abidjan  
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody-Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p305 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p305](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p305)

---

## **Resume**

La construction d'un port en eau profonde a été effective en 1951, suite au percement du canal de Vridi. Il s'est agrandi au fil du temps. Cet instrument primordial, mieux outillé dans l'import-export connaît un démembrement en plusieurs secteurs d'activités dont celui du port de pêche. Cette entité portuaire, quoiqu'embryonnaire en 1963, s'est améliorée et est devenue aujourd'hui l'indispensable pourvoyeur en ressources halieutiques de la ville d'Abidjan et de son hinterland. L'objectif de cette étude est d'analyser le rôle du port de pêche dans la distribution spatiale des produits halieutiques à Abidjan. Ce facteur est essentiel eu égard aux nombreuses sollicitations des différents opérateurs économiques œuvrant dans ce secteur d'activité. L'augmentation de la population de cette cité qui se chiffre à 4.707.000 habitants (I.N.S, 2014) est source d'une consommation accrue de ces denrées riches en protéines animales et à la portée des bourses. Quel dynamisme présente le port de pêche dans la distribution des ressources halieutiques à Abidjan. La revue de littérature et les enquêtes de terrain ont été des méthodes privilégiées pour l'obtention des informations relatives à son fonctionnement, à son organisation auprès des différents acteurs de la filière. Les résultats affichent un dynamisme dans le mode de fonctionnement et dans la distribution qui part des grossistes aux petits détaillants. Cet état de fait lui donne une coloration particulière, élément de structuration spatiale par excellence à travers ces différents relais que sont les chambres froides, les marchés. Des faiblesses subsistent toutefois dans cette vitalité de distribution qu'il convient d'appréhender. Des réseaux de production et de distribution annexes viennent en appoint pour une occupation rationnelle du marché aux

fins de combler la faiblesse du circuit et de satisfaire la demande des populations.

---

**Mot clés:** Côte d'Ivoire, Abidjan, Dynamisme, Port de pêche, Structuration

---

## **The Contribution of Fishing Port to the Dynamics of the Spatial Distribution of Fisheries Resources in Abidjan**

*Aka Koffi Sosthene,*

*N'cho Amalatchy Jacqueline,*

Docteur en géographie, chargé de recherche au Centre de Recherches Océanologiques (C.R.O.), Abidjan, Côte d'Ivoire

*Kouman Koffi Mouroufie,*

maître de conférence à l'Ecole Normale Supérieure (E.N.S.) Abidjan  
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody-Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The construction of a deep port was effective in 1951, following the piercing of the Vridi canal. It has grown over time. This primordial instrument, better equipped in the import-export sector, is dismembered into several sectors of activity including that of the fishing port. This portal entity, although embryonic in 1963, has improved and has become today the indispensable provider of fishery resources in the city of Abidjan and its hinterland. The objective of this study is to analyze the role of the fishing port in the spatial distribution of fish products in Abidjan. This is essential in view of the numerous demands made by the various economic operators and the increased consumption of these foodstuffs, which are rich in animal protein, due to the population increase of 4 707 000 inhabitants (INS, 2014). What dynamism presents the fishing port in the contribution of fishery resources to Abidjan. The literature review and field surveys have been preferred methods for obtaining information on its functioning, its organization with the various players in the sector. The results show a dynamism in the mode of operation and distribution from wholesalers to small retailers. This state of affairs gives it a particular coloring, an element of spatial structuring par excellence through these various relays as cold rooms, markets. Weaknesses remain, however, in this vitality of distribution that should be apprehended. Additional production

and distribution networks add to the rational use of the market. Tangible proposals can be made.

---

**Keyword:** Côte d'Ivoire, Abidjan, Dynamism, Fishing port, Structuring

## **Introduction**

Le port est un lieu aménagé sur le littoral maritime, sur les berges d'un lac ou en certains endroits d'un important cours d'eau. C'est donc une infrastructure construite par l'homme pour recevoir et abriter les navires et leur permettre de charger et de décharger ce qu'ils transportent (CNRLTL, 2012). Celui de la Côte d'Ivoire est bâti en eau profonde sur la lagune Ebrié et sa gestion est assurée par un conseil d'administration réunissant plusieurs partenaires. Le port est la porte d'entrée et de sortie des personnes, des marchandises et des biens. Cette ouverture sur le monde extérieur est synonyme d'échanges d'envergures à tous égards. Sa performance est le reflet économique d'un pays. Celui de la Côte d'Ivoire est une entité à l'intérieur de laquelle se dégagent des spécificités dont celle de la pêche.

Ici, les ressources halieutiques constituent la matière première de ce démembrement portuaire, largement dominées par le poisson dans toute sa composante. La faible production annuelle de 50 294 tonnes (DAP, 2012) et l'augmentation de la population abidjanaise qui s'évalue à 4 707 000 habitants (I.N.S., 2014) riment avec une importation massive qui atteint 260 800t (DAP, 2012). Il faut donc desservir Abidjan et son hinterland en produit halieutique pour sécuriser les populations en protéines animales par le biais du port de pêche. La fonction portuaire est un important facteur de régularité dans l'organisation spatiale des villes en termes de morphologie interne et de profil fonctionnel (DUCRUET, 2005).

Le port de pêche à certes connu des mutations, des aménagements pour remplir pleinement sa fonction qui lui est dévolue. Face à l'évolution accélérée de la population abidjanaise, le port arrive-t-il à desservir convenablement toute la cité ? Autrement dit, quel est le rôle du port de pêche dans la distribution des produits halieutiques dans l'espace abidjanais ? N'existe-t-il pas d'autres filières annexes qui participent aux besoins des populations ? De façon spécifique, ce travail consiste à analyser la dynamique du port de pêche dans son rôle d'organisation et de distribution des produits halieutique dans l'espace abidjanais.

La méthodologie de travail adoptée pour y parvenir est la revue bibliographique, suivie d'une enquête de terrain soutenue.

La première phase correspond à un passage en revue des périodiques, des documents relatifs au port de pêche. Toutefois les statistiques relevant du domaine des pêches ont été feuilletées tant au niveau des espèces capturées que des importations. Aussi, pour élargir le champ de connaissance fallait-il

explorer d'autres horizons pour une nécessité de comparaison et d'approfondissement de certaines notions.

L'enquête de terrain qui constitue la seconde phase est faite d'observations directes, essentielles pour la consolidation des acquis, d'un questionnaire structuré ou semi-structuré. Les interviewes ou entretiens viennent en complément.

Ces différentes composantes ont été administrées à des personnes ressources du port de pêche que sont les administrateurs, les opérateurs économiques de la filière pêche ayant un lien avec l'état des stocks des ressources halieutiques, les statistiques du poisson commercialisé. L'apport des acteurs de la commercialisation (grossistes, demi-grossistes, détaillants), des armateurs a été utile. À cette gamme d'intervenants, il était essentiel de découvrir le mode de sécurisation.

L'organisation de la distribution a été mieux appréhendée par la méthode de suivi d'itinéraire des véhicules frigorifiés dans le cadre du ravitaillement des chambres froides d'Abidjan. Toute cette méthode pour mieux cerner, découvrir l'importance du mode de distribution et l'emprise spatiale des produits halieutiques du port de pêche à Abidjan. Nonobstant, la visite d'autres circuits annexes de diffusion en dehors de l'espace portuaire a été faite pour leur complémentarité dans la desserte de la ville.

Les données recueillies ont été traitées à l'aide d'outils appropriés que sont les logiciels Word et Adobe Illustrator 11.1. L'enquête a connu une durée d'un mois allant du 29 Juillet au 30 avril 2016. Le non-respect du calendrier préétabli de commun accord avec les autorités a constitué un obstacle majeur. Ce devoir peut être charpenté autour de 3 principales parties :

- Présentation du port de pêche et son système organisationnel
- Les captures et l'organisation du mode de distribution
- les apports extérieurs au port de pêche dans le circuit de distribution des produits halieutiques.

## **I - Présentation du port de peche et son systeme organisationnel**

### **1. Présentation du port de pêche**

Le port de pêche d'Abidjan est situé en eau profonde, en lagune Ebrié dont l'accès à la mer se fait par l'entremise du canal de Vridi. De renommée internationale du fait d'un important flux, il s'étend sur une superficie de 200 000m<sup>2</sup> de terre-plein sous douane et 800.000m<sup>2</sup> hors douane avec 1522 mètres linéaire de quai. Il est localisé au Sud du pays à 4°20 latitude nord et 5° longitude ouest comme l'indique la figure 1.

**Figure 1** : Localisation du port de pêche d'Abidjan



Le débouché en lagune est stratégique pour faciliter les opérations, eu égard aux nombreuses houles et marées qui pourraient déranger l'accostage des navires en mer. Avec cette façade maritime de 560km de long, les avantages sont énormes pour créer plusieurs ouvrages de ce type. L'existence d'un grand port de pêche s'impose à ce pays pour le ravitaillement d'Abidjan et de son hinterland en ressources halieutiques. Les mutations, les adaptations, facteurs de dynamisme d'un port font partie de la planification au niveau de la pêche et de la navigation.

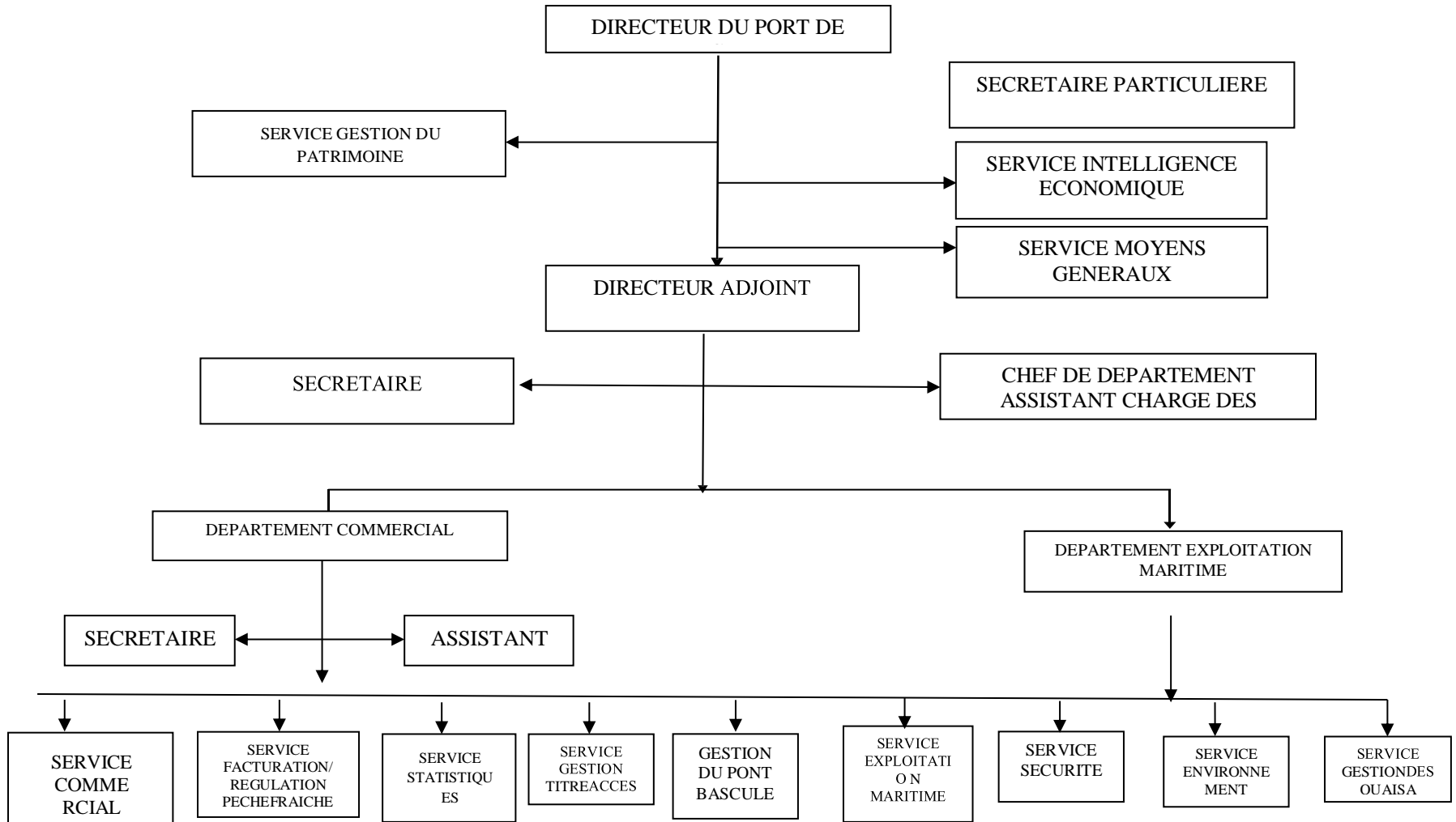
Dans le souci d'une organisation et d'une meilleure distribution des ressources halieutiques, la Côte d'Ivoire s'est dotée d'un premier port de pêche à Abidjan en 1963 avec auparavant une mise en place provisoire d'un quai construit en 1955 sur lequel étaient installés des hangars. L'ascension véritable débute en 1980 avec une amélioration des infrastructures existantes. De ce constat, l'on assiste à une création de richesse basée sur les investissements et tous les emplois générés (travailleurs permanents, saisonniers ).

## **2. Administration ou système organisationnel, un moyen efficient de réussite**

Chaque secteur portuaire est autonome à l'image de sa dénomination "Port Autonome d'Abidjan". Le port est autonome lorsque sa gestion est non assurée par un directeur relevant du ministère, mais par un conseil d'administration réunissant les représentants de la municipalité, de la chambre de commerce, des syndicats, (CNRLTL, 2012). Ce mode de fonctionnement nécessite un climat favorable soutenu par la création d'un forum de rencontres et d'échanges permanents entre les membres. Il existe à cet effet, plusieurs



logiques de gestion de l'espace, laquelle doit être effectuée pour le bien-être de l'homme (Camara, 2008). Le système organisationnel repose sur les hommes à travers une administration évolutive dans le Temps. Du statut de la Direction des Opérations Maritimes et de Sécurité (DOMS), l'on a transité par la Direction des Exploitations (DE) pour être érigé en Direction de Port de Pêche (DPP) (PAA, 2002). Ce patrimoine se compose de plusieurs services pour assurer une meilleure gestion, un meilleur suivi, une sécurité renforcée comme le montre la figure 2.



Abidjan entrevoit 29 milliards pour les travaux d'extension et de réhabilitation. L'expérience québécois a consisté à injecter des capitaux nécessaires, à mettre en place un vaste programme de construction navale afin de rendre les industries rentables et d'améliorer le bien-être des gens (Laurin, 1970)

La direction du port de pêche ivoirien a quant à elle pour mission d'accueillir des navires de pêche et de favoriser le transit des produits de pêche dans les conditions optimales de sécurité et de célérité. En outre, elle doit coordonner les activités des différents intervenants du port de pêche, garantir le suivi mis en œuvre, la politique commerciale tout en prenant en compte le facteur environnemental et le maintien en état des infrastructures. La gestion de l'accès au port et l'application de la réglementation sont en vigueur.

La matière première est le poisson et les autres produits halieutiques. Quelles sont les espèces qui inondent les quais et quel est le mode de répartition ?

## **II- Les Captures Et Organisation Du Mode De Distribution**

### **1. L'évaluation de volume de stock**

Les espèces capturées par la flotte industrielle sont classées selon le type de pêche. Il y a d'une part, les espèces produites par les chalutiers et les sardiniers et d'autre part celles fournies par les thoniers. Hormis le thon qui fait l'objet d'une pêche internationale, les autres produits halieutiques au niveau du poisson les plus pêchés et vendus de 2007 à 2014 sont les suivants : les espèces démersales sont les brochets (*Sphyraena piscatorum*), les capitaines (*Galéoïde decadactylus*), les carpes blanches (*Pomadasys jubelini*), les grondins (*Triga sp*), les loches (*Brotula barbatua*), l'ombrine (*Pseudotolithus senegalensis*), les pageots (*Pagellus coupei*) les raies ordinaires (*Rhinobatos sp*), la sole (*Cynoglossus canariensis*). Il faut également souligner une abondance des espèces pélagiques dominées par le chinchard (*Decapterus punctatus*), la friture ordinaire (*Brachydeuterus auritus*), le hareng (*Sardinella maderensis*), le maquereau (*scomber japonicus*), la sardine (*sardinella aurita*) (PAA, 2014). La représentativité des crevettes et des autres ressources est infime (environ 1/100)

L'évolution cumulée des produits de pêche de 2010 à 2012 se présente comme suite avec une partie active de la pêche industrielle tenant compte des importations.

**Tableau 1** : L'évolution cumulée des produits de pêche au port de pêche d'Abidjan de 2010 à 2012

Années	2010	2011	2012
Le cumul des pêches + importations (tonnes)	644 671	583 529	603 959
Pêche industrielle + importations (tonnes)	611 324	550 363	553 376

Source PAA, 2014

A l'analyse du tableau, le flux de ressources halieutiques est essentiel. Ces denrées transitent par le port d'Abidjan où certaines espèces comme le thon subissent des transformations au plan industriel (1/3). La seule ville d'Abidjan consomme le 1/3 des ressources de pêche. Cet état de fait confirme le dynamisme du port de pêche d'Abidjan dans son rôle économique essentiel (importations, exportations).

De façon générale, la fonction portuaire est un important facteur de régulation dans l'organisation spatiale des villes, en termes de morphologie interne et de profil fonctionnel. Elle instaure une relation paradoxale entre dynamisme urbaine et mobilité de flux (DUCRUET, 2005). Aussi, la ville peut être considérée comme le moteur de l'expansion portuaire (VERLAQUE, 1979). Une corrélation existe donc entre l'évolution de la population citadine et la consommation des ressources halieutiques au vu des besoins en ressources halieutiques. Abidjan a connu une véritable croissance de sa population de 951 216 habitants en 1975, elle est passée à 4 707 000 en 2014 (INS, 1975,2014). La production nationale est comptabilisée en dehors du thon qui fait l'objet d'une pêcherie internationale. La part nationale est de 50 294 tonnes avec une pêche maritime de l'ordre de 29 754 tonnes pour une consommation de 13,92 kg/hbt/an (DAP, 2012). Il faut donc garantir la sécurité alimentaire. Il convient également de découvrir les véritables activités développées et le mode de distribution.

## 2. Organisation du mode de distribution

La distribution des produits halieutiques dans la ville d'Abidjan est un vaste processus avec en amont le port de pêche. Son organisation faite d'hommes et de femmes permet quoique difficile de desservir cette ville et ses environs. Les acteurs de la commercialisation sont les mareyeurs grossistes, les demi-grossistes, les détaillants, les transporteurs. Tout ce dispositif pour pallier au problème de protéines animales en ressources halieutiques à travers les différents marchés, considérés comme les espaces privilégiés. Il s'agit d'une chaîne qui connaît un ajout de valeur marchande à chaque étape de la vente.

### **2.1. Les mareyeurs grossistes organisés en établissement en 2015**

C'est un groupe dynamique de 75 personnes. Elles ont toutes des agréments leur permettant de mener à souhait leurs activités. Seulement une quinzaine arrivent à pratiquer convenablement cette tâche.

Ce nombre réduit s'explique par le fait que ce milieu est difficile d'accès et l'intégration des nouveaux arrivants est pénible au risque de ravir les marchés des anciens du métier. Les grossistes occupent des espaces mieux structurés avec des bureaux et du personnel mieux outillé. Chaque établissement de mareyeurs grossistes emploie en moyenne 10 à 15 personnes de façon régulière.

### **2.2. Les mareyeurs demi-grossistes, un maillon défaillant de la chaîne de commercialisation**

Ils sont moins nombreux, 27 au titre de l'année 2015 à cause d'une certaine instabilité. Ils sont également organisés en établissement et servent d'intermédiaires entre les grossistes et les détaillants. Ils prennent donc les produits halieutiques dominés par le poisson chez les grossistes pour les revendre aux détaillants.

Ce maillon de la chaîne de commercialisation est souvent défaillant pour diverses raisons. L'activité est périodique et les acteurs de ce groupe sont souvent incapables d'acheter la totalité des marchandises des grossistes. Dans ces conditions, les grossistes sont contraints d'écouler la totalité de leurs marchandises en s'adressant directement aux détaillants. La période d'abondance correspond à une marge bénéficiaire faible chez les demi-grossistes.

### **2.3. Les détaillants**

Les détaillants sont les marchands qui s'approvisionnent auprès des demi-grossistes et doués dans la vente au détail. Ils sont les plus nombreux dans la chaîne de distribution et n'ont pas besoin d'agréments pour exercer. Ils se présentent sous diverses formes et ont pour plateforme de vente, le marché situé en zone hors douane. Ils sont très actifs dans la diffusion des produits halieutiques dans la cité et hors. Certains parmi eux font la location des conteneurs frigorifiés déjà installés pour les opérations de vente ; d'autres en disposent déjà installés dans les différentes communes du district d'Abidjan qu'ils approvisionnent directement du port. De ce constat, l'on dénombre deux types de détaillants : ceux des locations de conteneurs et ceux qui livrent directement leurs produits à la grande population consommatrice.

❖ Les détaillants locataires de conteneurs frigorifiés

21 conteneurs frigorifiés ont été identifiés dans le marché du poisson du port. Le faux thon est l'espèce essentielle. Chaque conteneur est créateur d'emplois

avec 5 personnes pour la vente. Les ressortissants burkinabés et nigériens dominent ce marché.

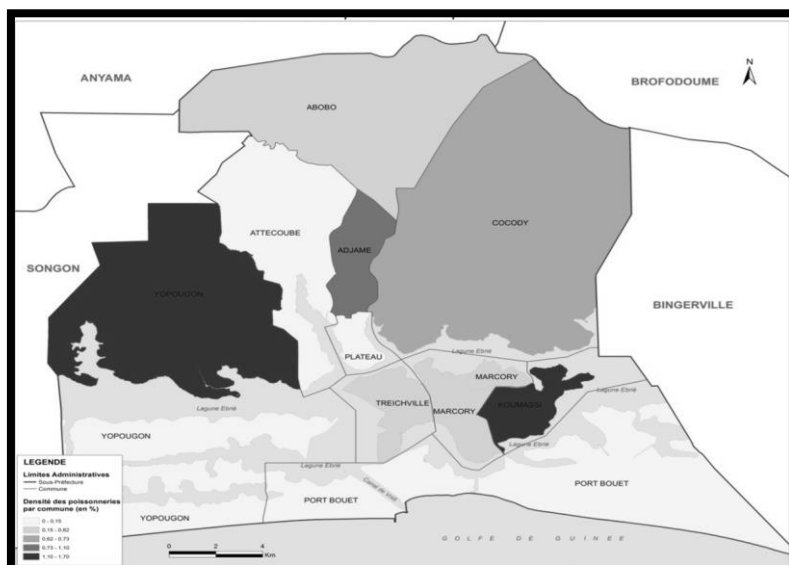
❖ Les détaillants directs

Ils sont regroupés au sein d’une association dénommée ACAMPI (Association Coopérative des Auxiliaires Mareyeurs de la Pêche Industrielle). Elle comporte 101 personnes dont 4 femmes avec 40% de nationaux. Ils ont pour rôle l’achat et la revente du poisson. Toute cette gamme d’activité ne peut aboutir sans les moyens de transport adéquats.

**2.4. Les transporteurs**

Ils assurent la distribution du poisson entre le port de pêche et les centres de distribution. Il est dominé par les véhicules benne. Les transporteurs sont protégés au sein du syndicat National des Transporteurs de Marchandises, Voyageurs de Côte d’Ivoire (SNTMVCI), section port de pêche. Chaque véhicule est autorisé à travailler avec 4 chargeurs. 30 véhicules jouent ce rôle jusqu’au lieu de grande distribution, c’est-à-dire les marchés de poissons en zone hors douane. A la demande des clients, le poisson est conduit en dehors de la plateforme portuaire à destination des communes d’Abidjan ou des villes périphériques comme Grand-Bassam, Dabou, Bingerville...). Les chambres frigorifiées des communes servent de relais auprès desquelles les femmes viennent s’y approvisionner pour le marché. Cela amène à établir la carte de densité des poissonneries par communes (figure 3)

**Figure 3 :** Densité des poissonneries par commune dans la ville d’Abidjan



Source : Nos enquêtes, 2016

AKA ,N’CHO , KOUMAN, 2016

Le poisson du port est mieux structuré dans la distribution. Cependant d'autres acteurs annexes participent au ravitaillement de la ville en itchyofaune, montrant du coup des insuffisances.

### **III. Les Apports Exterieurs Au Port De Pêche Dans Le Circuit De Distribution Des Produits Halieutiques**

Le ravitaillement en produits halieutiques de la ville d'Abidjan connaît un autre circuit de distribution en marge de celui du port. Ces ressources halieutiques proviennent des fleuves, des lagunes, des lacs assortis des barrages hydroélectriques et de la mer pour l'essentiel.

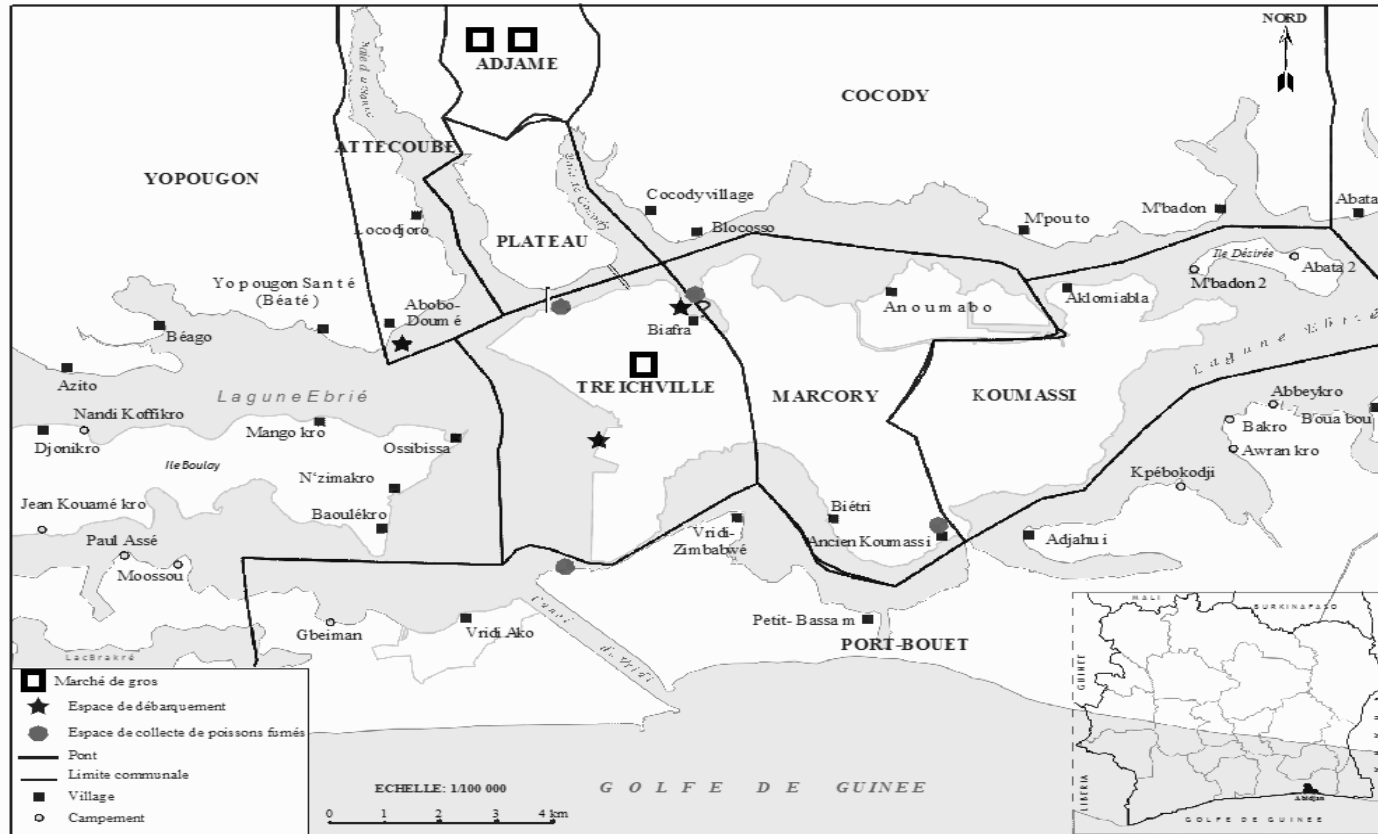
#### 1. Les acteurs et les espèces dominantes

Ce circuit annexe de distribution est animé par les hommes (Nigériens, Burkinabé, Maliens, Ghanéens, Béninois, Togolais). Les femmes des pêcheurs sont impliquées dans le fumage et la livraison des produits dans l'espace Abidjan. Toutefois, les femmes autochtones des villes et villages environnants participent à ce commerce (Dabou, Jacquévilles, Grand-Lahou, Fresco, Bassam, Adiaké, Aboisso...). Cette faune aquatique, diverses et variées est composée de crevettes, d'écrevisses, de crabes et de plusieurs espèces de poissons. L'on y découvre les mêmes espèces du port, mais celle-ci sont dominées par les Ethmaloses (*Ethmalosa fimbriata*), les carpes (*Pomadasys jubelini*), les machoirons (*Chrysischthys*), les capitaines (*Galeoïde decadactylus*), les sardinelles(*Sardinella sp*). Ce circuit de vente parallèle, comparativement à celui du port, a son mode de fonctionnement.

#### 2. L'organisation de la vente

La distribution des produits de pêche est bien organisée à Abidjan. L'on retient une primauté des espaces de débarquement, de collecte et de vente des produits halieutiques (frais et fumés), les marchés de gros du poisson fumé comme le montre la figure 4.

Figure n°4: LOCALISATION DES MARCHES DE POISSONS A ABIDJAN



Source : Enquêtes AKA Sothène 2016

Conception : AKA Sothène

Réalisation : KONAN K.Eugène, 2016



Ainsi se positionne un autre réseau de distribution, au vu de la densité hydrographique du pays. L'on peut mentionner d'autres marchés qui servent de relais comme celui de Siporex qui réceptionne le poisson frais et le poisson fumé d'Abidjan, de Jacquville, de Grand-Lahou, de Dabou. Le grand marché de Koumassi accueille ceux de Bassam, d'Adiaké, d'Aboisso. A ces espaces de relais dans la commercialisation s'adjoignent ceux d'Abobo-doumé, du marché sicobois de Koumassi, le marché de l'académie des mers. Abobo-doumé reçoit également les ressources en provenance du port. A la différence du circuit portuaire, ce sont les pinasses, les pirogues motorisées ou non qui assurent la majeure partie du transport. Il est surtout lagunaire pour desservir la ville. Les véhicules de marque Peugeot (bâchée) et les taxis communaux aident à la commercialisation. Les femmes sont très actives et sont aux différentes étapes de la vente, c'est-à-dire du grossiste au détaillant. La diffusion de ces produits permet d'atteindre tous les marchés de la ville d'Abidjan. Il existe aujourd'hui à cet effet 3 marchés de vente de gros (grossistes) à Abidjan dont 1 à Treichville (avenue 16, rue 40) et 2 à Adjamé (le marché Gouro et celui du forum des marchés). Le marché de gros du quartier Biafra(Treichville) n 'existe plus pour des aménagements urbains. Ils sont localisés sur la figure 3. Ici, les acteurs disposent de gros paniers de 100 à 150kg. Le poisson, une fois acheté est regroupé dans de gros cartons. Les marchés de gros réceptionnent les mêmes marchandises et les revendent par pesées à l'aide de grandes bascules. Les commerçants disposent de grands magasins de stockage (AKA, 2006). Ils vendent certes à Abidjan, mais la majorité de la clientèle vient de l'intérieur du pays : Bondoukou, Tanda, Abengourou, Gagnoa, Daloa, Soubré, Lakota, Divo... Des producteurs aux détaillants, en passant par les grossistes, chacun semble véritablement tirer profit.

## **Conclusion**

Le port de pêche est un maillon utile dans la chaîne des produits halieutiques du territoire ivoirien. Il marque sa particularité à Abidjan au vu de l'effort des acteurs à tous les stades de la vente quoique jalonnés de difficultés. Cette activité semble dynamique à Abidjan tenant compte de son occupation spatiale dans les différentes communes (chambres froides, marchés) pour un rapprochement des populations, dans le souci d'un ravitaillement rationnel. Dans son mode de fonctionnement, ce secteur est mieux structuré. Cependant des filières de distribution annexes dominées par les hommes existent dans ce milieu et les produits sont issus de la pêche artisanale (fleuves, lagunes, lacs, mer). Sa méthode organisationnelle vient en appoint à celle du port mêlée à une concurrence substantielle. Pour un plus grand dynamisme, le port de pêche doit renforcer sa capacité de distribution et la rendre plus accessible.

## References:

1. AKA K. S., (2006) : La pêche lagunaire dans l'agglomération d'Abidjan ; mém. maîtrise, Université Cocody-Abidjan, IGT, 171p
2. CAMARA M. M. B., (2008) : Quelle gestion des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest ; Etude de la complexité de l'espace halieutique en zone littorale sénégalaise ; Doctorat 3<sup>e</sup> Cycle, Géographie Humaine ; Université CHEICK ANTA DIOP de Dakar, Sénégal ; Edition IRD, 399p.
3. CNRLTL, (2012) : Dictionnaire outils et ressources pour un traitement optimisé de la langue lexicographie, 44, avenue de la libération, bp 30687-54063 Nancy Cedex, France.
4. DAP, (2012), Annuaire des statistiques des pêches et de l'Aquaculture ; rapport d'activités Abidjan, 23p.
5. DUCRUET C., (2005) : Dynamiques scalaires et temporelles des villes-ports ; typologie mondiale de 330 trajectoires urbano-portuaires, 1990-2000. Korea Research Institute for human settlements (KRIHS), Gyeonggi-do; pp 431-712, Republic of Korea.
6. I.N.S, (1975): Synthèses des résultants définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), Abidjan 17p.
7. I.N.S, (2014), Synthèses des résultants définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), Abidjan 27p.
8. LAURIN C., (1970) : Oui, le partie Québécois vous offre solution. JL259 A56A46, Québec, Canada, 31p.
9. MIPARH, (2004) : Etude perspective pour la relance du secteur pêche et aquaculture en Côte d'Ivoire de 1990 à 2000 in rapport final volet bilan diagnostic, Coopération Belge, BENETD/Ressources animales, PP 24 -28.
10. PAA/DPP, (2002) : Projet de développement intégré au port de pêche, table ronde sur le port de pêche ; rapport final, 300p.
11. PAA, (2014) : Communauté portuaire ; rapport d'activité, Edition ADA-GROUP, II plateaux vallons, Abidjan –Côte d'Ivoire, <http://www.portabidjan.ci>.
12. VERLAQUE, C., (1979) : Inductions portuaires : le cas Sétois ; 2<sup>nd</sup> Colloque franco-japonais de Géographie in ville et port, développement portuaire, croissance spatiale des villes, environnement littoral ; 25 septembre au 8 Octobre 1978. Paris, Editions CNRS pp 175 -180.

# Étude Ethnobotanique Des Plantes Médicinales Employées Pour Lutter Contre Les Troubles Gastroentérologiques Chez Les Populations Du Département De Gagnoa, Au Centre-Ouest De La Côte d’Ivoire

*Sidio Serge Roland, Doctorant*  
*N’guessan Koffi, Professeur Titulaire*  
Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody Abidjan

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p320 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p320](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p320)

---

## Résumé

Dans le but de contribuer à la connaissance des plantes médicinales et à la valorisation de la médecine traditionnelle, des enquêtes ethnobotaniques ont été menées auprès de 120 tradipraticiens du département de Gagnoa (Côte d’Ivoire). Elles ont consisté à récolter des informations relatives à l’utilisation des organes de plantes pour le traitement des troubles gastroentérologiques. Ainsi, cinquante une (51) plantes médicinales ont été inventoriées ; et réparties en 47 genres et 24 familles d’Angiospermes avec une prépondérance des Fabaceae et des Lamiaceae regroupant chacune 13,7% des espèces recensées. Les parties de plantes recommandées sont utilisées pour la préparation de 150 recettes destinées à lutter contre 20 troubles gastroentérologiques. Les recettes monospécifiques (77,3%) sont dominantes. Les feuilles (42,1%) et les rameaux feuillés (21,6%) sont les organes les plus sollicités. Le mode de récolte prépondérant est l’ébranchage (42,6%) et la décoction (32,7%) est la technique de préparation la plus employée. *Psidium guajava* est l’espèce la plus mentionnée (FC=90%) et la plus sollicitée (VU=3) de cette étude. *Rhygiocarya racemiflora* est la plus polyvalente (NER = 47,6%). L’espèce la plus impliquée dans les recettes médicamenteuses est *Mezoneuron benthamianum* (Cpr=8%). La pathologie hémorroïdaire (FC=85%) et l’ulcère gastroduodéal (FC=82,5%) ont été plus évoqués par les informateurs. Cette étude constitue une source d’informations très précieuse pour les recherches ultérieures dans les domaines de la phytochimie et de la pharmacologie en vue de rechercher de nouvelles substances naturelles.

---

**Mots clefs :** Plantes médicinales, Ethnobotanique quantitative, Indices, Troubles gastroentréologiques, Gagnoa

---

## **Ethnobotanical Study of Medicinal Plants Used to Combat Gastroenterological Disorders in Populations of the Department of Gagnoa, in Central Western Côte d'Ivoire**

*Sidio Serge Roland, Doctorant*  
*N'guessan Koffi, Professeur Titulaire*  
Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences,  
Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody Abidjan

---

### **Abstract**

In order to contribute to a understanding of medicinal plants and to the promotion of traditional medicine, ethnobotanical surveys were conducted with 120 health tradipraticians in the department of Gagnoa (Côte d'Ivoire). They consisted in gathering information on the use of plant organs for the treatment of gastroenterological disorders. Thus, fifty-one (51) medicinal plants were inventoried; and divided into 47 genera and 24 families of Angiosperms with a preponderance of Fabaceae and Lamiaceae, each comprising 13.7% of the species surveyed. The recommended plant parts are used for the preparation of 150 recipes to combat 20 gastroenterological disorders. Single-species recipes (77.3%) are dominant. Leaves (42.1%) and leafy twigs (21.6%) were the most solicited organs. The predominant method of harvesting was pruning (42.6%) and decoction (32.7%) was the most commonly used preparation technique. *Psidium guajava* was the most mentioned species (FC=90%) and the most solicited (VU=3) in this study. *Rhygiocarya racemiflora* was the most versatile (NER = 47.6%). The species most involved in drug receipts is *Mezoneuron benthamianum* (Cpr=8%). Hemorrhoidal pathology (FC=85%) and gastrodudenal ulcer (FC=82.5%) were more frequently mentioned by informants. This study is a very valuable source of information for further research in the fields of phytochemistry and pharmacology to investigate new natural substances.

---

**Keywords:** Medicinal plants, Quantitative ethnobotany, Index, Gastroentrelogic disorders, Gagnoa

## Introduction

De tout temps, à travers le monde entier, les propriétés adoucissantes des plantes médicinales ont contribué à maintenir les hommes en bonne santé. Ce savoir empirique ancestral reste fortement employé par les générations actuelles malgré les progrès de la médecine moderne (Koné et Kamanzi, 2006). L'utilisation traditionnelle des plantes médicinales fait partie des objets de l'Ethnobotanique, discipline scientifique dont le vocable a été créé par Harshberger (1896). Cependant, dans le souci de rendre comparables et reproductibles les résultats des études ethnobotaniques, la quantification y a été introduite (Albuquerque, 2009). S'appuyant sur plusieurs outils techniques quantitatifs, elle transforme le savoir traditionnel local en valeur quantifiable d'utilisation relative et favorise une généralisation plus aisée à une entité entière à partir d'un échantillon étudié. Ainsi l'Ethnobotanique quantitative se présente comme la perception quantitative des relations entre la diversité végétale et culturelle par le calcul d'indices appropriés appliqués à une sous unité et transférables à une unité plus importante. Selon Galeano (2000), ces deux dernières décennies, le regain d'intérêt pour l'Ethnobotanique est de plus en plus considérable depuis l'introduction de la quantification.

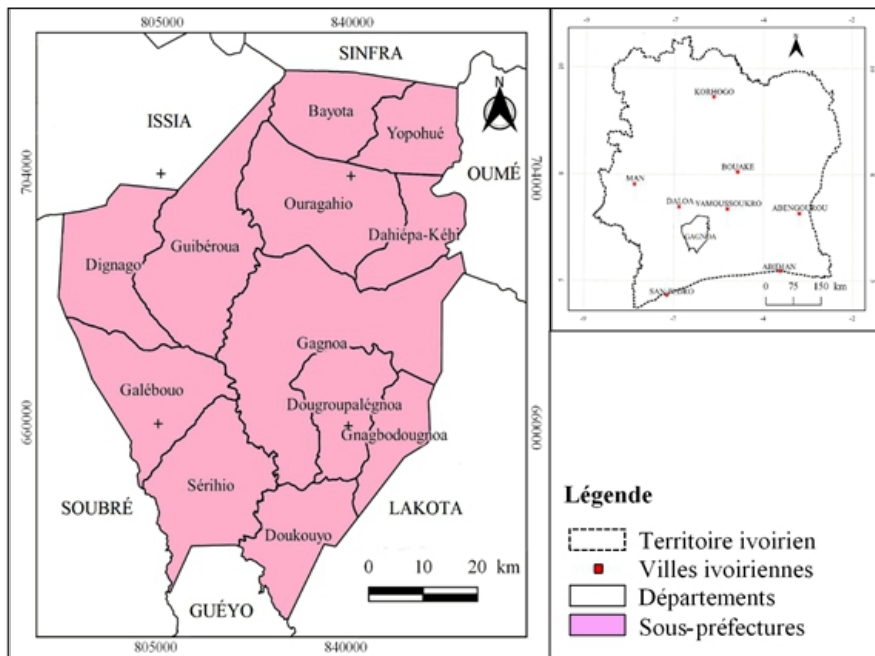
En Afrique, la médecine traditionnelle, sous toutes ses formes, reflète une culture sociale c'est-à-dire un mode de vie, un mode de pensée et donc une facette de la civilisation des peuples qui y vivent. L'Organisation Mondiale de la Santé révèle que près de 80% des populations d'Afrique sont tributaires de la médecine traditionnelle pour satisfaire leurs besoins sanitaires primaires (Who, 2002). En Côte d'Ivoire, pays d'Afrique occidentale, le recours à la médecine traditionnelle fait partie intégrante du patrimoine culturel des différentes communautés ethniques. Elle constitue même un héritage socioculturel au sein de certaines familles, et ce depuis plusieurs siècles.

Au nombre des maux résorbés par la médecine traditionnelle ivoirienne, figurent en bonne place les troubles gastroentérologiques qui constituent une véritable préoccupation populaire eu égard aux fréquentes plaintes de santé qu'ils génèrent (Dalton et Drossman, 1998). Ces troubles sont des modifications pathologiques du fonctionnement des organes du tube digestif et des glandes annexes (Tzeuton, 2000). Des contributions à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales employées contre diverses affections qui s'attaquent à différents systèmes fonctionnels de l'organisme humain ont été apportées. Elles ont permis d'identifier quelques espèces douées de propriétés thérapeutiques favorables au système digestif (Bouquet et Debray, 1974 ; Adjanohoun et Aké-Assi, 1979 ; Vangah-Manda, 1986 ; Zirihi, 1991 ; N'Guessan, 1995 ; Tra Bi, 1997). D'autres études similaires ont été enregistrées : Koné *et al.* (2002) ; Ouattara (2006) ; N'Guessan (2008) ; Dro *et al.* (2013), Béné *et al.* (2016). Cette fois, l'étude est portée uniquement sur

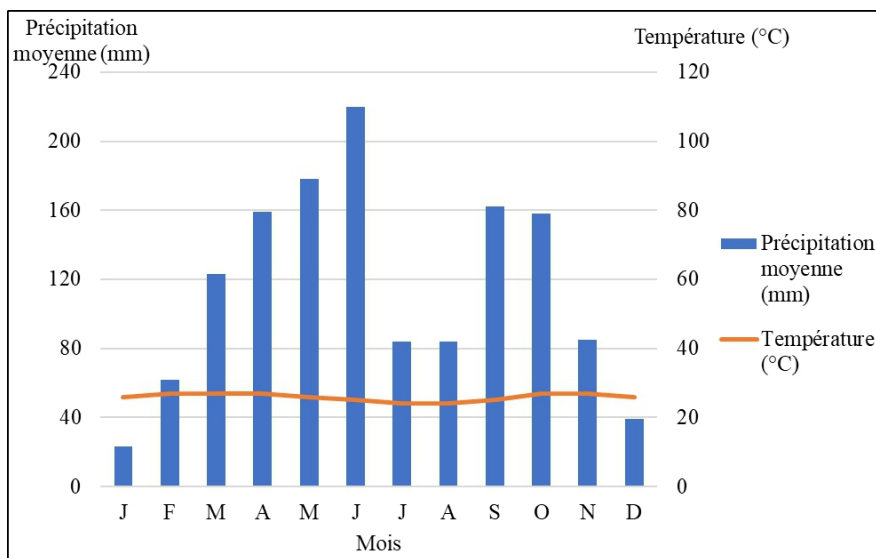
les plantes utilisées pour lutter contre les troubles gastroentérologiques. Elle est menée dans le département de Gagnoa qui renferme peu d'établissements de santé et les revenus financiers des habitants ne satisfont pas amplement leurs besoins vitaux élémentaires (MPD, 2014). De plus ce département n'a jusque-là pas fait l'objet d'étude ethnomédicinale exclusive. Un inventaire ethnobotanique y a été réalisé et une analyse quantitative a été faite à travers des calculs d'indices d'importance culturelle avec pour objectif de valoriser les plantes médicinales bénéfiques au système digestif à partir de résultats mesurables.

### **Milieu D'étude**

Le département de Gagnoa est compris entre 5°40 et 6°10 de latitude Nord et entre 5°50 et 6°20 de la longitude Ouest, selon Andriessse *et al.* (1994). Il s'étend sur une superficie de 2500 km<sup>2</sup> (Anonyme, 2001) et est limité par les départements de Guéyo au Sud, Soubré à l'Ouest, Issia et de Sinfra au Nord, à l'Est Oumé et Lakota (figure 1). Gagnoa est situé dans une zone forestière au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Selon Köppen et Geiger (2011), le climat est de type subéquatorial, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1384 mm et une température moyenne de 26,2 °C. Le diagramme ombrothermique de ce département présente une petite saison sèche qui s'étend sur deux mois (décembre et janvier) et une grande saison pluvieuse allant de février à novembre (figure 2). Le pic des précipitations est enregistré au mois de juin. Gagnoa compte douze sous-préfectures : Bayota, Dahiépa-Kéhi, Dignago, Dougroupalégnoa, Doukouyo, Gagnoa, Galébouo, Gnagbodougnoa, Guibéroua, Ouragahio, Sérihio et Yopohué. La population autochtone est du groupe ethnique Bété, à laquelle s'ajoutent des communautés allochtones et allogènes.



**Figure 1 :** Situation géographique de la zone d'étude (département de Gagnoa, Côte d'Ivoire)



**Figure 2 :** Diagramme ombrothermique du département de Gagnoa (2007 – 2012)  
 Source : [www.climate-data.org/africa/cote-d-ivoire/goh-djiboua/gagnoa-4616/#climate-graph](http://www.climate-data.org/africa/cote-d-ivoire/goh-djiboua/gagnoa-4616/#climate-graph)

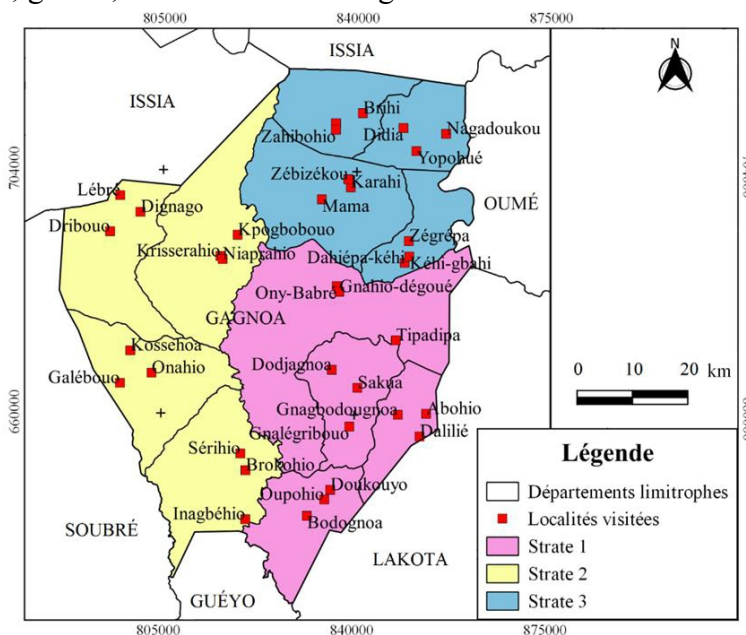
## Matériel Et Méthodes D'étude

### 1. Collecte De Données

Un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié réparti sur la totalité du département a été nécessaire pour avoir une vue d'ensemble sur les utilisations

traditionnelles des plantes de la pharmacopée locale traitant les troubles gastroentérologiques. Pour Daget et Godron (1982), cette technique est appropriée pour des investigations dans une zone géographique étendue, pendant un temps relativement court et avec des moyens limités. Le département de Gagnoa a donc été scindé en trois strates composées chacune de quatre sous-préfectures en tenant compte des subdivisions administratives du département de Gagnoa en communes qui sont Gagnoa, Guibéroua et Ourahahio (figure 3).

Les enquêtes ethnobotaniques ont été menées auprès de 120 guérisseurs et herboristes, soit 40 par strate ; correspondant à un échantillonnage stratifié proportionnel. Les entretiens semi-structurés ont été utilisés, et les renseignements portant sur les noms locaux des plantes utilisées, les différentes parties employées comme drogues, les modes de préparation et d'administration des recettes médicamenteuses ont été recensés. Les espèces de plantes médicinales indiquées par les informateurs ont été photographiées sur des spécimens accessibles dans leur milieu naturel et récoltées pour la confection d'un herbier. Ces espèces ont été ensuite identifiées suivant la classification phylogénétique décrite par APG IV (2016). Les nombres d'espèces, genres, et familles ont été également déterminés.



**Figure 3 :** Présentation des strates et des villages parcourus



## 2. Traitement De Données

### Calcul De Divers Pourcentages

Les pourcentages des organes employées, des techniques de préparation des remèdes, des modes d'administration des médicaments, ont été calculés pour déterminer les usages les plus populaires.

### Calcul d'indices d'importance culturelle

Les Indices d'Importance Culturelle Relative (RCI) ont été calculés pour rendre compte du niveau de connaissance et d'utilisation de ces ressources végétales par les populations. Ces indices reposent sur le principe selon lequel les plantes les plus significatives sont celles qui sont mentionnées par plusieurs informateurs. Elles revêtent de ce fait une importance supérieure à celles qui sont moins ou peu citées. Il s'agit de la fréquence de citations (FC), le niveau d'exploitation relative (NER), le niveau de connaissance (NC), la valeur d'usage (VU) et la contribution de chaque espèce aux recettes médicamenteuses (Cpr). Les données liées aux usages traditionnels des plantes qui paraissent complexes ont été traduites en résultats chiffrables et donc comparables grâce aux calculs des indices d'importance culturelle relative.

La fréquence de citation de chacune des espèces recensées a été calculée selon la formule de **Monnet (2013)** qui se traduit par le rapport entre le nombre de répondants (n) ayant mentionné l'espèce et le nombre total de personnes interrogées (N) au cours de l'enquête. Ce rapport est ensuite multiplié par 100.

$$FC_{(e)} = \frac{n}{N} \times 100$$

La fréquence de citation est considérée par **Schrauf et Sanchez (2008)** comme étant un bon indice pour évaluer la crédibilité des informations reçues.

Le niveau d'exploitation relative (NER) a été obtenu en effectuant le rapport entre le nombre (n) d'affections traitées par une espèce et le nombre total (N) d'affections traitées par l'ensemble des espèces (N'guessan *et al.*, 2015). Ce rapport est ensuite multiplié par 100.

$$NER = \frac{n}{N} \times 100$$

Les valeurs de NER obtenues ont permis de qualifier le niveau d'exploitation des différentes espèces. Les espèces sont réparties selon les catégories suivantes :

- Espèce très bien exploitée si NER est compris entre 75 et 100% ;
- Espèce bien exploitée si NER est compris entre 50 et 75% ;

- Espèce moyennement exploitée si NER est compris entre 25 et 50% ;
- Espèce peu exploitée si NER est compris entre 1 et 25% ;
- Espèce inexploitée si NER = 0.

Selon N'guessan *et al.* (2015), le niveau de connaissance (NC) est le rapport du nombre de personnes reconnaissant l'espèce (N) et le nombre de personnes interrogées (I). Ce rapport est ensuite multiplié par 100. La formule s'établit comme suit :

$$NC = \frac{N}{I} \times 100$$

Des classes d'espèces ont été alors établies :

- Espèce très bien connue si NC est compris entre 75 et 100%
- Espèce bien connue si NC est compris entre 50 et 75%
- Espèce moyennement connue si NC est compris entre 25 et 50%
- Espèce peu connue si NC est compris entre 1 et 25%
- Espèce inconnue si NC = 0%

La valeur d'usage d'une espèce donnée qui permet de déterminer les espèces ayant une grande valeur d'utilisation dans un milieu donné, au sein d'une catégorie d'usage donnée telle que la phytothérapie, est définie par son score moyen d'utilisation au sein de cette catégorie d'usage. Elle a été utilisée pour établir une hiérarchie d'importance au niveau des espèces selon la formule utilisée par Camou-Guerrero *et al.* (2008) :

$$VU = \frac{n \sum S_i}{n_i}$$

Avec S, le score d'utilisation attribué par le répondant i compris entre 1 et 3 et n : nombre de répondants pour la catégorie d'usage donnée. Les espèces très fortement sollicitées sont celles qui ont des VU comprises dans l'intervalle ]2,5 ; 3]. Celles dont les valeurs d'usage sont comprises dans les intervalles ]2 ; 2,5], ]1,5 ; 2] et [1 ; 1,5] sont respectivement dites fortement sollicitée, faiblement sollicitée et très faiblement sollicitée.

Enfin, la contribution de chaque espèce aux recettes médicamenteuses (Cpr) qui permet de connaître la fréquence d'implication d'une plante dans les recettes a été calculée en utilisant la formule de Dassou *et al.* (2014) :

$$Cpr = \frac{\text{Nombre de recettes sollicitant la plante (Nr)}}{\text{Nombre total de recettes (Nt)}} \times 100$$

## **Résultats Et Discussion**

### **1. Composition Floristique**

Les enquêtes ethnobotaniques ont permis de répertorier 51 espèces de plantes pouvant combattre les troubles gastroentérologiques. Ces espèces se répartissent en quarante-sept (47) genres et vingt-quatre (24) familles d'Angiospermes (tableau I). Les Fabaceae et les Lamiaceae regroupant chacune 13,7% des espèces inventoriées, sont les familles dominantes de cette étude. Elles sont suivies des Euphorbiaceae (11,8%). Les travaux de Ouattara (2006), N'Guessan (2008) et Béné (2016) ont plutôt révélé une prépondérance des Euphorbiaceae dans les proportions respectives suivantes : 8,8% 6,3% et 8,5%. Selon Aubreville (1959), la dominance de ces trois familles est généralement observée dans la plupart des zones forestières tropicales.

### **2. Indications Therapeutiques**

Les cinquante une espèces recensées sont employées contre 20 affections gastroentérologiques qui sont : le ballonnement de ventre, la colique, la colopathie, la constipation, la diarrhée, la dyspepsie, la dysphagie, la gastralgie, la gastrite, les hépatites, l'indigestion, les nausées, l'œsophagite, la pathologie hémorroïdaire, les plaies de ventre, le prolapsus anal, l'ulcère gastroduodéal, les vomissements et divers effets thérapeutiques comme l'effet contre la mauvaise haleine et l'effet anthelminthique (tableau I). La pathologie hémorroïdaire et l'ulcère gastroduodéal sont les maladies les plus évoquées avec des fréquences de citation respectives de 85% et 82,5% (tableau II). Ces résultats corroborent ceux de Konan (2012) qui affirme que les dysfonctionnements hémorroïdaires constituent des troubles gastroentérologiques traités régulièrement par les tradipraticiens en Côte d'Ivoire. 31,4% des plantes recensées sont employés pour lutter contre la pathologie hémorroïdaire et 33,3% contre l'ulcère gastroduodéal. Ce qui correspond aux nombres les plus élevés de plantes médicinales utilisées contre une pathologie donnée.

La pathologie hémorroïdaire et l'ulcère gastroduodéal sont suivis par la diarrhée contre laquelle 15 espèces de plantes sont employées, soit 29,4% des plantes répertoriées. Selon le PNDS 2016-2020, les maladies diarrhéiques constituent la deuxième cause de morbidité et de mortalité en Côte d'Ivoire derrière le paludisme (MSHP, 2016). La médecine traditionnelle pourrait donc constituer une alternative viable pour la lutte contre ces maladies et ainsi infléchir la courbe de morbidité et de mortalité dans le pays. Des recherches ethnopharmacologiques approfondies doublées d'une volonté politique pragmatique seraient nécessaires pour aboutir à la mise au point des médicaments traditionnels améliorés efficaces répondant aux normes en la matière pour le bien-être des populations.



A : Rameaux feuillés fruitifères  
de *Sema occidentalis* (Fabaceae).  
Source : Sidio, 2017



B : Rameau feuillé de  
*Griffonia simplicifolia* (Fabaceae)  
Source : Sidio, 2018

**Photo 1** : Deux espèces recensées lors des enquêtes ethnobotaniques

Espèces	Familles botaniques	Nom en langues locales	Organes utilisés	États	Modes de Préparation	Formes médicamenteuses	Modes d'administration	Troubles traités
<i>Adenia lobata</i>	Passifloraceae	Lôgouya likpiyê (Bété)	Fe.	Frais	MAq, Tritn.	Mac, Trit.	Boi, AL.	Hép, Vom.
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Ploulou wouli titi (Bété)	Fe.	Frais	Exp.	Jus	IO.	PH.
<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	Gboulou (Bété)	Fe.	Sec	Décn, Tritn, MAq.	Déc, Trit, Mac.	Boi, Pu.	Ulc, Dia, PH, PV.
<i>Alstonia boonei</i>	Apocynaceae	Tchayi (Bété)	ÉT.	Sec	Décn.	Déc.	Boi.	Cq, Gast, Dp, Cp.
<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae	Gbagbi (Bété)	Fe.	Frais	Décn.	Déc.	BB.	MH.
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Combretaceae	Kêrêkêrê (Malinké)	ÉT.	Sec	Pulv, Décn.	Pâte, Déc.	Pu, Boi.	Cq, Dia.
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Yêrênin (Bété)	RF.	Frais	Tritn.	Trit.	AL.	Œs.
<i>Buchholzia coriacea</i>	Capparidaceae	Lébé (Bété)	Fe, ÉT.	Frais, Sec	Tritn, Pulv.	Trit, Pâte.	Pu.	PH, PA.
<i>Calamus deërratus</i>	Arecaceae	Gbolo (Bété)	Pé.	Frais	Brg.	Bsé.	Mast.	Ind.
<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	Déklé (Bété)	Fr.	Sec	Pulv, Tritn, Décn, SP.	Pulv, Trit, Déc, FI.	Boi, Pu, Abs.	Cp, PH, Ulc, PA.
<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	Badjè (Bété)	Fe.	Frais	MAq, SP.	Mac, FI.	Boi, Abs.	BV, Cons, Ind.
<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae	Zrégbéyi (Bété)	RF.	Frais	MAL.	Mac.	Boi.	Cp, Ulc, Vom.
<i>Citrus latifolia</i>	Rutaceae	Bété kpè (Bété)	Fr.	Frais	Exp.	Jus	Boi.	Cp.
<i>Clerodendrum spendens</i>	Lamiaceae	Libititê (Bété)	Fe.	Frais	Tritn.	Trit.	Pu.	Dia, Ulc.
<i>Clerodendrum volubile</i>	Lamiaceae	Kêtê gnini (Bété)	Fe.	Frais	MAq.	Mac.	Boi.	Dia.
<i>Clerodendrum umbellatum</i>	Lamiaceae	Grakou (Bété)	Fe.	Sec	Tritn, Décn.	Trit, Déc.	Pu.	Cq, PA, PV.
<i>Combretum racemosum</i>	Combretaceae	Goubli youéda (Bété)	Fe.	Sec	Tritn.	Trit.	Pu.	PH,
<i>Deinbollia pinnata</i>	Sapindaceae	Polia grèkou (Bété)	Fe.	Sec	Pulv.	Pd.	Boi.	PH, PV.
<i>Desmodium adscendens var. adscendens</i>	Fabaceae	Kpôkpagôh (Bété)	RF.	Sec	Tritn, Décn.	Trit, Déc.	Pu, Abs, Boi.	BV, Cp, MH, Nau, Ulc, Vom, PH.

Espèces	Familles botaniques	Nom en langues locales	Organes utilisés	États	Modes de Préparation	Formes médicamenteuses	Modes d'administration	Troubles traités
<i>Desmodium velutinum</i>	Fabaceae	Siki-siki (Bété)	RF.	Sec	Pulv, Tritn.	Pd, Trit.	Boi, Pu.	Cons, Ulc, Gasg, PH.
<i>Elaeis guineensis</i>	Arecaceae	Goui (Bété)	Ra.	Sec	Décn.	Déc.	Boi.	Dg.
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Akololo (Agni)	PE.	Frais	Décn, Tritn.	Déc, Trit.	Boi, Pu.	Hép, Dia.
<i>Griffonia simplicifolia</i>	Fabaceae	Kpêtrêkpê (Bété)	Ra.	Sec	Décn.	Déc.	Boi.	PH.
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	Goglou (Bété)	RF.	Frais	Décn.	Déc.	Boi.	Dia, Ind, Ulc.
<i>Harrisonia abyssinica</i>	Simaroubaceae	Gbigou (Bété)	Ra.	Frais	Tritn.	Trit.	Boi, Abs.	Ind, Vom.
<i>Hoslundia opposita</i>	Lamiaceae	Zôkpôlôbôh lékou (Bété)	Fe.	Frais	Tritn, Décn.	Trit, Déc.	Boi, Abs, Pu.	Dia, Ind, Vom, Ulc, PA, PH.
<i>Isolona campanulata</i>	Annonaceae	Têbêkêkêlé (Bété)	RF.	Sec	Décn.	Déc.	Boi.	Cq, Dp, Gast.
<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	Saklé (Bété)	Fe.	Frais	Tritn.	Trit.	Pu.	Vom, PVI.
<i>Mallotus oppositifolius</i>	Euphorbiaceae	Tonn'da (Baoulé)	Ra.	Sec	MAI, Décn.	Mac, Déc.	Boi.	Dia, PVI, Dg
<i>Mareya micrantha</i>	Euphorbiaceae	Gbogbo (Bété)	RF.	Frais	Décn, Tritn.	Déc, Trit.	Boi, IN.	Ulc, Œs, PVI
<i>Mezoneuron benthamianum</i>	Fabaceae	Djêzô kélé (Bété)	Fe.	Sec	Pulv, Décn, Tritn	Pd, Déc, Trit.	Boi, Pu	Cons, Gasg, PH, Ulc.
<i>Microglossa pyrifolia</i>	Asteraceae	Cimoliè (Baoulé)	Fe.	Frais	Décn.	Déc.	Boi.	Gast
<i>Napoleonaea vogelii</i>	Lecithidaceae	Trêh (Bété)	RF.	Frais	Tritn, MAq.	Trit, Mac.	Boi.	Dia
<i>Nauclea latifolia</i>	Rubiaceae	Bati (Malinké)	ÉT.	Sec	Décn.	Déc.	Boi.	Gast, Dp, Dia, Cq
<i>Ocimum gratissimum</i>	Lamiaceae	Klignlinnin (Bété)	RF.	Frais	Décn.	Déc.	Boi.	Gast
<i>Parquetina nigrescens</i>	Apocynaceae	Séréboué (Baoulé)	Fe.	Frais	MAI.	Mac.	Boi.	Vom, Ulc, Hép, Cp
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Vocakpé (Bété)	Fr.	Frais	Râp.	Râpé.	Abs.	Cons.
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Goyavo (Bété)	Fe.	Sec, Frais	Décn, SP	Déc, FI.	BB, Mast.	MH, Dia
<i>Rhygiocarya racemiflora</i>	Menispermaceae	Liglotiti (Bété)	Fe.	Sec	MAq, Décn.	Mac, Déc.	Boi	BV, Gast, MH, Nau, Ulc, Cq, Cp, Dp
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	Kô (Bété)	ET.	Sec	Décn.	Déc.	Boi.	Dia, Cq
<i>Senna occidentalis</i>	Fabaceae	Ziminigêdê (Bété)	Gr.	Sec	Pulv.	Pd.	Boi.	PH.
Espèces	Familles botaniques	Nom en langues locales	Organes utilisés	États	Modes de Préparation	Formes médicamenteuses	Modes d'administration	Troubles traités
<i>Senna podocarpa</i>	Fabaceae	Namantoh (Bété)	RF.	Sec	Tritn, Pulv.	Trit, Pd	Abs, Boi, Pu	Ulc, PH, Gasg, Cons

<i>Sida urens</i>	Malvaceae	Bôh gboudou (Bété)	Ti, RF.	Frais	SP, Décn.	Sève, Déc.	Abs, Boi.	Cp, PH, Ulc.
<i>Solesnostemon monostachyus</i>	Lamiaceae	Dodovêh (Bété)	PE, Fe.	Frais	Tritn	Kao, Trit.	Sup, Pu.	PA, PH.
<i>Tectona grandis</i>	Lamiaceae	Tecké (Bété)	Fe.	Sec	Décn.	Déc.	Boi.	Cq, Dia, Dp, PV.
<i>Tetracera alnifolia</i>	Dilleniaceae	Gbi mihen (Bété)	PE.	Sec	MAq.	Mac.	Boi.	PV, Cq, BV.
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Fabaceae	Kousèkèsèkè (Bété)	ÉT.	Sec	MAq.	Mac.	Boi.	BV, Cp, MH, Ulc. Vom.
<i>Tithonia diversifolia</i>	Asteraceae	Marguérité (Bété)	RF.	Frais	Décn.	Déc.	Boi.	Hép.
<i>Uvaria afzelii</i>	Annonaceae	Gôfôtitî (Bété)	Fe.	Frais	Tritn	Trit.	IN.	Œs.
<i>Xylopiya aethiopica</i>	Annonaceae	Lélé (Bété)	Fr.	Sec	Tritn, Décn.	Trit	Pu, Boi.	PA, PV, PH, Dia, Cq.
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Rutaceae	Gbessi (Bété)	ÉT.	Sec	Décn, Pulv.	Déc, Pd.	Boi.	Cp, Ulc.

### Légende :

**Organes utilisés :** ÉT : Écorce de tige ; Fe : Feuille ; Fr : Fruit ; Gr : Graine ; Pé : Pétiole ; PE : Plante entière ; Ra : Racine ; RF : Rameau feuillé et Ti : Tige.

**Modes de préparation :** Décn : Décoction ; Tritn : Trituration ; MAq : Macération aqueuse ; MAI : Macération alcoolique ; Pu : Pulvérisation ; Exp : Expression ; Râp : Râpage ; Brg : Braissage et SP : Sans préparation

**Formes médicamenteuses :** Déc : Décocté ; Pd : Poudre ; Kao : Kaolin ; Trit : Triturât ; Mac : Macéré, Bsé : Braisé et FI : Forme initiale

**Mode d'administration :** Boi : Boisson ; Pu : Purge ; Abs : Absorption ; AL : Application locale ; BB : Bain de bouche ; IO : Instillation oculaire ; Sup : Suppositoire et Mas : Mastication.

**Troubles traités :** BV : Ballonnement de ventre ; Cq : Colique, Cp : Colopathie ; Cons : Constipation ; Dia : Diarrhée ; Dp : Dyspepsie ; Dg : Dysphagie ; Gasg : Gastralgie ; Gast : Gastrite ; Hép : Hépatites ; Ind : Indigestion ; Nau : Nausées ; Œs : Œsophagite ; PH : Pathologie hémorroïdaire ; PV : Plaies de ventre ; PA : Prolapsus anal ; Ulc : Ulcère gastroduodéal ; Vom : Vomissements ; MH : Mauvaise haleine et PVI : Problèmes dus aux vers intestinaux.

**Tableau II** : Caractéristiques quantitatives des troubles pathologiques traitées

Affections	Nombre d'espèces traitant une affection	Proportion des espèces traitant une affection (%)	Nombre de personnes ayant cité une affection	FC <sup>(a)</sup> (%)
Œsophagite	3	5,9	32	26,7
Ballonnement de ventre	5	9,8	41	34,2
Dysphagie	3	5,9	15	12,5
Colique	11	21,6	62	51,7
Colopathie	11	21,6	69	57,5
Constipation	5	9,8	51	42,5
Diarrhée	15	29,4	82	68,3
Effet anthelminthique	3	5,9	40	33,3
Dyspepsie	6	11,8	45	37,5
Gastrite	6	11,8	42	35,0
Hépatites	4	7,8	33	27,5
Indigestion	4	7,8	76	63,3
Gastralgie	3	5,9	64	53,3
Mauvaise haleine	5	9,8	43	35,8
Nausée	2	3,9	28	23,3
Pathologie hémorroïdaire	16	31,4	102	85,0
Plaie de ventre	6	11,8	98	81,7
Prolapsus anal	7	13,7	56	46,7
Ulcère gastroduodéal	17	33,3	99	82,5
Vomissements	8	15,7	46	38,3

Les feuilles et les rameaux feuillés (63,7%) sont plus sollicités que les autres parties de plantes pour la réalisation des remèdes. Des études menées dans deux autres départements de la Côte d'Ivoire par N'Guessan (2008) et Béné (2016) confirme l'utilisation élevée de ces parties de plantes. Le premier a enregistré 51,22% pour les feuilles et rameaux feuillés à Agboville et le second 63,96% à Transua. Cette utilisation élevée de ces parties de plante est due à leur disponibilité le long de l'année et à leur accessibilité (Tra Bi *et al.*, 2008).

Le mode de préparation le plus employé est la décoction (32,7%) et le décocté constitue la forme médicamenteuse prépondérante (32,7%). Et selon Salhi *et al.* (2010), les tradipraticiens de santé ont recours à la décoction parce qu'elle favorise une abondante extraction des molécules actives et la réduction de l'effet toxique de certaines recettes. Cent cinquante (150) recettes médicamenteuses dominées de recettes monospécifiques (77,3%) ont été répertoriées. Les malades pourraient en tirer un avantage eu égard aux risques sanitaires que des associations de plantes mal assorties peuvent causer. El-Said *et al.* (1969) signalent qu'en Afrique, environ 30% des accidents mortels sont dus à l'usage des mixtures. La boisson est le mode d'administration la plus employée (64%). Ouattara (2006) indique aussi dans ses études à Divo que les



recettes thérapeutiques sont majoritairement administrées par boisson (32,4%). Ce mode d'administration est sans doute préconisé parce que les pathologies combattues affectent les organes digestifs dont la voie d'accès naturel est la bouche. Pour un effet escompté, les molécules actives doivent transiter par le tube digestif (Tra Bi *et al.*, 2008).

### 3. Ethnobotanique Quantitatif

Les plantes recensées pendant cette étude sont diversement appréciées d'un individu à un autre et d'une sous-préfecture à une autre (tableau III).

#### 1. Fréquence de citations d'une espèce (FC<sub>(e)</sub>)

Douze (12) plantes de fréquence de citations comprises dans la classe [60 - 90] sont les plus citées. Ces plantes sont majoritairement utilisées par les populations du département de Gagnoa pour soigner certaines pathologies gastroentérologiques. Ceci témoigne d'un savoir collectif sur l'usage de ces plantes contre une ou plusieurs maladies précises et potentiellement de l'efficacité de celles-ci. Les trois espèces les plus mentionnées d'entre elles sont *Psidium guajava* est (FC = 90%), *Alchornea cordifolia* (FC = 80,8%) et *Ocimum gratissimum* (FC = 80%). *Psidium guajava* est fréquemment employée contre la diarrhée. *Alchornea cordifolia* est sollicitée contre plusieurs pathologies (la diarrhée, la pathologie hémorroïdaire, les plaies de ventre et l'ulcère gastroduodéal) alors que *Ocimum gratissimum* n'est employée que contre la gastrite. Les deux premières espèces citées sont réputées pour leurs propriétés antidiarrhéiques telles que révélées par Arbonnier (2000) ; Pousset (2006) ; Zerbo *et al.* (2007) ; Sereme *et al.* (2008) ; Nikieme (2010); et Ambé (2015). Les travaux de l'ACCT (1989) cité par Béné (2016) signalent dans la composition phytochimique d'*Ocimum gratissimum* la présence de flavonoïdes sans doute responsable de ses propriétés thérapeutiques en faveur de l'estomac.

Les plantes de fréquence de citations allant de 30% à 60% sont les plus nombreuses à savoir 32 espèces médicinales, soit 61,5% des plantes inventoriées. Cela montre la variété de traitements disponibles dans le département investigué pour soulager les victimes des pathologies gastroentérologiques. Parmi ces espèces, on peut citer : *Desmodium velutinum*, *Euphorbia hirta*, *Griffonia simplicifolia*, *Hoslundia opposita*, *Mallotus oppositifolius*, *Mezoneuron benthamianum*, *Napoleonaea vogelii*, *Parquetina nigrescens*, *Rhygiocarya racemiflora*, *Senna podocarpa* et *Tectona grandis*. Plusieurs travaux (ACCT, 1989 ; Bath et Jacobs, 1995 ; Nacoulma, 1996 ; Skiloba et Smith, 2000 ; Sereme *et al.*, 2008 ; Mpondo *et al.*, 2012 ; Mangambu *et al.*, 2014) ont montré que certaines parmi ces espèces sont riches en métabolites secondaires, ce qui justifie les effets thérapeutiques indiqués dans le tableau I. Ces métabolites sont les flavonoïdes,

les tanins catéchiques, les alcaloïdes et les saponosides. Les flavonoïdes sont antimicrobiens, anti-inflammatoires, antiviraux ; les tanins sont antioxydants, antibactériens et antifongiques ; les alcaloïdes sont pour la plupart anticancéreux et sédatifs ; les saponosides ont un effet cicatrisant. Les propriétés thérapeutiques de ces plantes seraient alors en accord avec les indications thérapeutiques données par les enquêtés. Cette conformité observée suppose une fiabilité des résultats obtenus qui offrent des perspectives probantes. Ceci devrait conduire à l'extraction des molécules à pouvoir thérapeutique en vue de produire des médicaments traditionnels améliorés à faibles coûts et efficaces pour réduire significativement la prévalence des troubles gastroentérologiques en Côte d'Ivoire.

**Tableau III** : Caractéristiques quantitatives des plantes médicinales recensées dans le département de Gagnoa

Espèces	FC(e) (%)	NER (%)	NC (%)	VU(e)
<i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.	36,7	5	51,7	2,1
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	55,0	5	79,2	2,6
<i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. et Thonn) Müll. Arg.	80,8	20	98,3	2,8
<i>Alstonia boonei</i> De Wild	40,0	20	67,5	2,1
<i>Ananas comosus</i> L.	45,8	5	100,0	2,1
<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC). Guill. et Perr.	45,8	10	57,5	2,1
<i>Bidens pilosa</i> L.	10,0	5	46,7	1,3
<i>Buchholzia coriacea</i> Engl.	42,5	10	58,3	2,4
<i>Calamus deërratus</i> G. Mann & H. Wendl.	21,7	5	37,5	1,4
<i>Capsicum frutescens</i> L.	51,7	20	100,0	2,5
<i>Carica papaya</i> L.	64,2	15	100,0	2,2
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. King & H. Robinson	20,0	15	95,8	1,6
<i>Citrus latifolia</i> Tan.	10,8	5	100,0	1,5
<i>Clerodendrum spendens</i> G. Don	52,5	10	63,3	2,5
<i>Clerodendrum volubile</i> P. Beauv.	46,7	5	64,2	2,4
<i>Clerodendrum umbellatum</i> Poir.	32,5	15	45,8	1,4
<i>Combretum racemosum</i> P. Beauv.	44,2	10	54,2	2,4
<i>Deinbollia pinnata</i> Schum. et Thonn	14,2	10	40,8	1,1
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC. var. adscendens	47,5	35	51,7	2,4
<i>Desmodium velutinum</i> (Willd.) DC.	55,0	20	57,5	2,1
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	40,0	5	100,0	2,0
<i>Euphorbia hirta</i> L.	59,2	10	71,7	2,8
<i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC) Baill.	57,5	5	71,7	2,1
<i>Harungana madagascariensis</i> Poir.	65,0	15	75,8	2,7
<i>Harrisonia abyssinica</i> Oliv.	31,7	10	38,3	1,9
<i>Hoslundia opposita</i> Vahl	55,8	30	65,0	2,5
<i>Isolona campanulata</i> Engl & Diels	45,0	15	57,5	2,2
<i>Jatropha curcas</i> L.	60,0	10	75,0	2,6
<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geiseler) Müll. Arg.	51,7	15	60,8	2,7
<i>Mareya micrantha</i> (Benth) Müll. Arg.	22,5	15	52,5	1,9
<i>Mezoneuron benthamianum</i> Baill.	58,3	20	64,2	2,4
<i>Microglossa pyrifolia</i> (Lam.) Kuntze	46,7	25	57,5	1,9

<i>Napoleonaea vogelii</i> Hook et Pianch	59,2	5	62,5	2,4
<b>Espèces</b>	<b>FC(e) (%)</b>	<b>NER (%)</b>	<b>NC (%)</b>	<b>VU(e)</b>
<i>Nauclea latifolia</i> Smith	40,0	20	54,2	1,7
<i>Ocimum gratissimum</i> L.	80,0	5	95,0	2,9
<i>Parquetina nigrescens</i> (Afzel.) Bullock	49,2	20	68,3	2,0
<i>Persea americana</i> Müll. Arg.	34,2	5	100,0	2,0
<i>Psidium guajava</i> L.	90,0	10	100,0	3,0
<i>Rhygiocarya racemiflora</i> Miers	60,8	40	82,5	2,4
<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baille) Pierre	40,0	10	64,2	2,5
<i>Senna occidentalis</i> L.	73,3	5	85,0	2,7
<i>Senna podocarpa</i> (Guill. & Perr.) Lock	59,2	20	71,7	1,8
<i>Sida urens</i> L.	45,0	15	61,7	1,7
<i>Solesnostemon monostachyus</i> (P Beauv.) Birq.	39,2	10	55,0	1,6
<i>Tectona grandis</i> L. f.	50,8	20	100,0	2,0
<i>Tetracera alnifolia</i> Willd	54,2	15	65,0	2,0
<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schum. et Thonn) Taub.	63,3	20	89,2	2,2
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray	61,7	5	77,5	2,8
<i>Uvaria afzelii</i> Scott-Elliot	15,8	5	42,5	1,0
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A.Rich.	61,7	25	100,0	2,6
<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild.) Warterman	65,8	10	80,0	2,8

**Légende :**

VU : Valeur d'usage ; FC(e) : Fréquence de citation d'une espèce ; NER : Niveau d'exploitation relative ; NC : Niveau de connaissance

**2. Niveau d'exploitation relative**

Les plantes médicinales recensées ont toutes des niveaux d'exploitation relative inférieurs à 50% (tableau III). La plus exploitée d'entre elles, à savoir *Rhygiocarya racemiflora*, est employée contre huit affections gastroentérologiques. Cette polyvalence suggère une importante composition chimique de l'espèce. La majorité des espèces répertoriées (29,4%) sont exploitées, chacune, contre une seule pathologie. Cela suppose une répartition diversifiée des principes actifs d'une plante à l'autre. Le monde végétal constitue de ce fait un important vivier de ressources thérapeutiques pouvant solutionner les nombreux maux qui écourtent parfois brusquement la vie humaine (N'Guessan, 2008).

**3. Niveau de connaissance des espèces**

Seulement six plantes médicinales (soit 11,8%) sont jugées moyennement connues avec leurs niveaux de connaissance compris entre 25 et 50%. Toutes les autres espèces représentant 88,3% sont connues par plus de 50% des informateurs. Ce qui sous-entend que la connaissance des pratiques médicinales traditionnelles est bien répandue parmi les tradipraticiens de santé du département de Gagnoa. Néanmoins sa vulgarisation doit être poursuivie et documentée pour être révélée à toute la population du département voire du pays. Des informations systématiques, phytochimiques, pharmacologiques et

écologiques sur chacune des espèces seraient nécessaires pour une meilleure reconnaissance, un usage efficient et une gestion rationnelle de celles-ci par les populations.

#### 4. Valeur d'usage thérapeutique

L'analyse des valeurs d'usage thérapeutique des espèces exploitées a montré qu'elles ne jouissent pas de la même importance réelle aux yeux de la population cible. Certaines sont plus sollicitées et donc plus utiles que d'autres. Il va s'en dire que celles qui sont plus sollicitées subiront, pour cette raison plus de pressions anthropiques que celles qui sont moins sollicitées (Orekan *et al.*, 2013). Cette étude révèle 12 espèces (soit 23,5%) très fortement sollicitées qui sont : *Ageratum conyzoides*, *Alchornea cordifolia*, *Senna occidentalis*, *Euphorbia hirta*, *Harungana madagascariensis*, *Jatropha curcas*, *Mallotus oppositifolius*, *Ocimum gratissimum*, *Psidium guajava*, *Tithonia diversifolia*, *Xylopiya aethiopica*, *Zanthoxylum gillettii*. À noter que *Psidium guajava*, dont la valeur d'usage (VU=3) est la plus forte, est réputée pour ses potentialités antidiarrhéiques (Sidio, 2016). Selon Ambé (2015), la feuille de cette espèce exerce une action antimicrobienne et réduit la motilité gastro-intestinale qui justifie son effet antidiarrhéique. Cependant certains interlocuteurs rencontrés lui reconnaissent des effets correcteurs de la mauvaise haleine. Une autre étude confère à cette espèce des vertus hépatoprotectrices (Sambo *et al.*, 2009).

*Ocimum gratissimum* succédant à *Psidium guajava* avec une VU=2,9 est une plante antipaludique selon les résultats des travaux de Zirihi (1991) et N'Guessan (2008). La présente étude révèle que cette espèce est employée contre la gastrite. Ensuite viennent *Alchornea cordifolia*, *Euphorbia hirta*, *Tithonia diversifolia* et *Zanthoxylum gillettii* (VU=2,8). *Alchornea cordifolia* et *Zanthoxylum gillettii* sont employées contre plusieurs pathologies dont l'ulcère gastroduodéal. Par contre *Euphorbia hirta* cité par (Sidio, 2016) a été indiquée contre la diarrhée et les hépatites. Kamgang *et al.* (2001) ont confirmé les propriétés antidiarrhéiques d'*Euphorbia hirta*. Cette dernière est également utilisée par les peuples Baoulé de Yamoussoukro (Saraka *et al.*, 2018) et les populations de la capitale économique de la Côte d'Ivoire, Abidjan (Ambé, 2015). Au nombre des espèces indiquées contre une seule pathologie, on a *Senna occidentalis* (VU=2,7) et *Ageratum conyzoides* (VU=2,6). Ces deux espèces médicinales sont recommandées par les répondants contre la pathologie hémorroïdaire. L'usage médicinal d'*Ageratum conyzoides* indiqué par les interlocuteurs est conforme aux résultats des travaux de Ilumbe *et al.* (2014) qui signalent l'utilisation de cette plante par les pygmées Twa et leur voisin Oto de Bikoro en République Démocratique du Congo pour soigner les affections hémorroïdaires.

Toutes ces espèces requièrent d'une part une utilisation proportionnée pour garantir leur disponibilité nécessaire au bien-être économique et socioculturel des populations ; et d'autre part un programme de conservation en vue de la gestion durable du patrimoine végétal médicinal.

### **5. Contribution de chaque espèce aux recettes médicamenteuses (Cpr)**

*Mezoneuron benthamianum* se distingue dans cette étude comme la plante médicinale la plus impliquée dans les préparations médicamenteuses destinées aux troubles gastroentérologiques (**Cpr** = 8%). Elle intervient dans la réalisation de 12 recettes différentes employées contre quatre affections (la constipation, la gastralgie, la pathologie hémorroïdaire et l'ulcère gastroduodéal). Elle est sans doute tant sollicitée pour ses propriétés anti-inflammatoires mises en évidence par Mbagwu *et al.* (2017). Elle est suivie de *Xylopiya aethiopica* et *Capsicum frutescens* impliqués dans 10 recettes chacune. L'importante implication de ces espèces suggère un apport additionnel de celles-ci à l'obtention d'un effet escompté des recettes. En effet, les tradipraticiens effectuent bien souvent des associations de plantes pour la mise au point d'une recette médicamenteuse dans le but de combiner les effets thérapeutiques de chacune des composantes pour le rétablissement du patient.

### **Conclusion**

Les enquêtes ethnobotaniques ont permis de recenser 51 espèces de plantes employées contre 20 maladies digestives. L'étude ethnopharmacologique a permis de distinguer 150 recettes médicinales. Les plantes recensées pendant cette étude sont diversement appréciées des informateurs rencontrés. *Psidium guajava* est l'espèce la plus mentionnée (FC=90%) et la plus sollicitée (VU=3). *Rhygiocarya racemiflora* est l'espèce la plus exploitée avec un NER = 47,6%. *Mezoneuron benthamianum* détient la fréquence d'implication maximale (Cpr=8%). La pathologie hémorroïdaire avec une fréquence de citation de 85% est l'affection la plus mentionnée par les informateurs.

Cette étude est une contribution à la valorisation et à la sauvegarde du savoir-faire populaire local. Elle présente le potentiel thérapeutique des produits de la médecine traditionnelle dans le traitement des troubles gastroentérologiques à Gagnoa en particulier. L'étude ethnobotanique réalisée est une source d'information utile pour les scientifiques en vue de découvrir de nouveaux principes actifs utilisables en pharmacologie qui pourraient donner lieu à des thérapeutiques efficaces et accessibles aux populations.

### **References :**

1. ACCT (1989). Médecine traditionnelle et pharmacopée, contribution aux études ethnobotaniques et floristiques à Maurice (Îles Maurice et

- Rodrigue). Édition de l'Agence de Coopération Culturelle et Technique (ACCT), Paris (France), pp 82-83.
2. Adjanohoun, E. & Aké-Assi, L. (1979). Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Centre National de Floristique, Abidjan, Côte d'Ivoire, 358 p.
  3. Ambé, A., Ouattara, D., Tiébré, M.S., Vroh, B.T.A., Zirihi, G.N. & N'Guessan K.E. (2015). Diversité des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée sur les marchés d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(2) : 4081 – 4096.
  4. Andriessse, W., Fresco, L.O., Van, Duivenbooden, N. & Windmeijer, P.N. (1994). Multi- scale characterization of inland valley agro-ecosystems in West Africa. *Netherlands J. Agric. Sci*, 42(2) : 159-179.
  5. Anonyme (2001). Rapport d'activités de MINAGRA 2000-2001, Gagnoa, Cote d'Ivoire, 20 p.
  6. APG IV (2016). An update of the Angiosperm phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1–20.
  7. Arbonnier, M. (2000). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, Paris (France), 541p.
  8. Aubreville, A. (1959). Flore forestière de la Cote d'Ivoire. Centre Techn. For. Trop., Vol. 1-3 : 310 p, 296 p, 186 p.
  9. Bath, R.B. & Jacobs, T.V. (1995). Traditional herbal medicine in Transkei. *Journal of Ethnopharmacology*, 48 : 7-12.
  10. Béné, K., Camara, D., Fofie, N., Bra, Y., Kanga, Y., Yapi, A.B., Yapo, Y.C., Ambe, S.A. & Zirihi, G.N. (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le département de Transua, District du Zanzan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(2) : 4230-4250.
  11. Bouquet, A. & Debray, M. (1974). Plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Imprimerie Louis Jean, Paris (France), 232 p.
  12. Camou-Guerrero, A., Reyes-Garcia, V., Martinez-Ramos, M. & Casas, A. (2008). Knowledge and use value of plant species in a raramuri community: a gender perspective for conservation. *Human Ecology*, 36: 259-272.
  13. Daget, P.H. & Godron M. (1982). Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Collection d'écologie, Paris, Masson, 163 p.
  14. Dalton, C.B. & Drossman, D.A. (1998). Diagnosis and treatment of irritable bowel syndrome. *Drugs of Today*, 34 (7), 585–592.
  15. Dassou, H.G., Ogni, C.A., Yedomonhan, H., Adomou, A.C., Tossou, M., Dougnon, J.T. & Akoegninou, A. (2014). Diversité, usages

- vétérinaires et vulnérabilité des plantes médicinales au Nord-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(1): 189-210,
16. Dro, B., Soro, D., Koné, M.W., Bakayoko, A. & Kamanzi, K. (2013). Évaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17(3) : 2631-2646.
  17. El-Said, E., Sofowora, E.A., Malcolm, S.A. & Hofer, A. (1969). An investigation into the efficacy of *Ocimum gratissimum* as used in Nigerian native medicine. *Planta med*, 17: 194-200.
  18. Galeano, G. (2000). Forest Use at the Pacific Coast of Choco, Colombia: a quantitative approach. *Economic Botany*, 54(3) : 358–376.
  19. Harshberger, J.W., (1896). The purpose of Ethnobotany. *American Antiquarian*, 17(2) : 73-81.
  20. Ilumbe, G.B., Van Damme, P., Lukoki, F.L., Joiris, V., Visser, M. & Lejoly, J. (2014). Contribution à l'étude des plantes médicinales dans le traitement des hémorroïdes par les pygmées Twa et leur voisin Oto de Bikoro en RDC. *Congo Sciences*, 2: 46-54.
  21. Kamgang, R., Zintchem, R., Dimo, T. & Panjo, Y.M. (2001). Effets des extraits totaux aqueux de *mallotus oppositifolium* et de *euphorbia hirta* (euphorbiaceae) sur l'activité contractile intestinale du rat. *African Journal of Science and Technology (AJST) Science and Engineering Series* 2(2) : 8-11.
  22. Konan, A. (2012). Place de la médecine traditionnelle dans les soins de santé primaires à Abidjan (Côte d'Ivoire). Doctorat d'État, Médecine générale, Faculté de médecine, Université Toulouse – Paul Sabatier, France, 118 p.
  23. Koné, M.W. & Kamanzi, A.K. (2006). Inventaire ethnomédical et évaluation de l'activité anthelminthique des plantes médicinales utilisées en Côte d'Ivoire contre les helminthiases intestinales. *Pham. Méd. Trad. Afr.*, 14: 55-72.
  24. Koné, M.W., Atindehou, K.K., Téré, H. & Traoré, D. (2002). Quelques plantes médicinales utilisées en pédiatrie traditionnelle dans la région de Ferkessedougou (Côte d'Ivoire). Colloque international, Centre Suisse, 27-29 août 2001, Éditions Universitaires de Côte d'Ivoire, Bioterre, *Rev. Inter. Sci. de la Vie et de la Terre*, Abidjan, Côte d'Ivoire. pp 30-36.
  25. Köppen & Geiger (2011). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Url: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm> (Consulté le 20 Mai 2019).
  26. Mangambu, M.J., Mushagalusa, K.F. & Kadima, N.J. (2014). Contribution à l'étude phytochimique de quelques plantes médicinales

- antidiabétiques de la ville de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, R.D. Congo). *Journal of Applied Biosciences*, 75: 6211-6220.
27. Mbagwu, H.O.C., Anene, R.A. & Adeyemi, O.O. (2017). Analgesic, antipyretic and anti-inflammatory properties of *Mezoneuron benthamianum* baill (Caesalpiniaceae). *Nigerian Quarterly Journal of Hospital Medicine*, 17 (1): 35-41.
  28. Monnet, T.M.S. (2013). Étude ethnobotanique des plantes médicinales antidiabétiques vendues sur les marchés de la commune d'Abobo, dans le District d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies d'Écologie Tropicale, Option Végétale. Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 50 p.
  29. MPD (Ministère du Plan et du Développement), Côte d'Ivoire (2014).- Études monographiques et économiques des districts de Côte d'Ivoire - district du Gôh-Djiboua, 67 p.
  30. Mpondo Mpondo, E., Dibong, S.D., Ladoh, Y.C.F., Priso, R.J. & Ngoye, A. (2012).- Les plantes à phénols utilisées par les populations de la ville de Douala. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 15: 2083-98.
  31. MSHP (2016). Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, Plan national de développement sanitaire 2016 – 2020. Abidjan, Côte d'Ivoire, 88 p.
  32. Nacoulma, O. (1996). Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso : cas du Plateau central. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Ouagadougou, Burkina-Faso, pp 26-54.
  33. N'Guessan, K. (1995). Contribution à l'étude ethnobotanique en pays krobou (République de Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 557 p.
  34. N'Guessan, K. (2008). Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles chez les peuples Abbey et Krobou du département d'Agboville (Côte-d'Ivoire). Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 235 p.
  35. N'Guessan, K., Tra Bi, F. H. & Koné, M. W. (2009). Étude ethnopharmacologique de plantes antipaludiques utilisées en médecine traditionnelle chez les Abbey et Krobou d'Agboville (Côte d'Ivoire). *Ethnopharmacologia*, 44: 42-50.
  36. N'Guessan, K., Assi-Kaudjhis, C. & Kouassi, K.H. (2015). Ethnobotanical study of antitussive plants used in traditional medicine by Abbey et Krobou populations, in the south of Côte d'Ivoire. *International Journal of Advances in Pharmacy Biology and Chemistry*, 4(2) : 513-522.



37. Nikieme, J.B., Simpore, J., Dabogo, S., Djierro, K., Guissou, I.P. & Ossy Kasilo, J.M. (2010). L'introduction de plantes médicinales dans le traitement de l'infection à VIH : une approche réussie au Burkina Faso. In *The African Health Monitor. African Traditionnal Medicine Day*, OMS, 14: 47-51.
38. Orekan, V.O.A., Tente, B.A., Gibigaye, M. & Dossou-Koi, B. (2013). Pressions Anthropiques Sur Les Espèces Vegetales Ligneuses Et Caracterisation Des Groupements Vegetaux De La Foret Classee De N'dali (Nord Benin). *Journal of Applied Biosciences*, 17(2)
39. Ouattara, D. (2006). Contribution à l'inventaire des plantes médicinales significatives utilisées dans la région de Divo (Sud forestier de la Côte-d'Ivoire) et à la diagnose du poivrier de Guinée : *Xylopiya aethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae). Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 184 p.
40. Sambo, N., Garba, S. H. & Timothy, H. (2009). Effect of the aqueous extract of *Psidium guajava* on erythromycin-induced liver damage in rats. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 24(2) : 171 -176.
41. Saraka, A.I., Camara, D., Béné, K. & Zirihi, G.N. (2018). Enquête ethnobotanique sur les Euphorbiaceae médicinales utilisées chez les Baoulé du District de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 126 : 12734-12748
42. Sidio, S.R. (2016). Plantes recommandées en médecine traditionnelle dans le traitement de la diarrhée par les herboristes des marchés d'abobo (District d'Abidjan, Côte d'Ivoire). Mémoire de Mater, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 51p.
43. Pousset, J.L. (2006). Place des médicaments traditionnels en Afrique. *Médecine Tropicale*, 66: 606-609.
44. Tra Bi F.H., Irié G.M., N'gaman K.C. & Mohou C.H. (2008). Études de quelques plantes thérapeutiques utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle et du diabète : deux maladies émergentes en Côte d'Ivoire. *Sciences & Nature*, 5(1) : 39 – 48.
45. Salhi, S., Fadli, M., Zidane, L. & Douira, A. (2010). Études floristiques et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa*, 31 : 133-146.
46. Sereme A., Millogo-Rasolodimby J., Guinko S. & Nacro M. (2008). Propriétés thérapeutiques des plantes à tanins du burkina faso. *Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines*, 15 : 41–49.
47. Schrauf, R.W. & Sanchez, J. (2008). Using Freelisting to Identify, Assess, and Characterize Age Differences in Shared Cultural Domains. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 63: 385-393.

48. Skiloba, D. & Smith, C. (2000). Toxicical effect of flavonoids in organism. *Am. J. Clin. Nutr*, 70 : 133-141.
49. Tzeuton, C. (2000). Troubles fonctionnels digestifs dans le contexte africain. *Acta. Endoscopica*, 30(5): 579-585.
50. Vangah-Manda, O. (1986). Contribution à la connaissance des plantes médicinales utilisées par les ethnies Akans de la région littorale de la Côte-d'Ivoire. Thèse de Doctorat de 3ème Cycle, Université Nationale d'Abidjan (Côte-d'Ivoire), 464 p.
51. Who (2002). *Traditional Medicines Strategy 2002-2005*. Geneva, Switzerland
52. Albuquerque, U.P. (2009). Quantitative Ethnobotany or Quantification in Ethnobotany? *Ethnobotany Research & Applications*, 7: 1–3.
53. Zerbo, P., Millogo-Rasolodimby, J., Nacoulma, O.G. & Van Damme, P. (2007). Contribution à la connaissance des plantes médicinales utilisées dans les soins infantiles en pays San, au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 1 : 262-274.
54. Zirih, G.N. (1991). Contribution au recensement, à l'identification et à la connaissance de quelques espèces végétales utilisées dans la médecine traditionnelle et la pharmacopée chez les Bété du département d'Issia, Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de 3e Cycle, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 150 p.

# **Importances Socioculturelles Et Économiques Des Singes Des Fragments De Forêts Sacrées Pour Les Populations Riveraines De Gbétitapéa, Centre-Ouest De La Côte d'Ivoire**

*Béné Jean-Claude Koffi,  
Claude-Victorien Kouakou,  
Kramoko Bamba,  
Didié Armand Zadou,*

Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

*Yamois Venceslas Kouakou,*

Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p344 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p344](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p344)

---

## **Résumé**

Les communautés locales, à travers leurs pratiques culturelles, ont conservé des éléments de la nature. Ce mode de gestion de la biodiversité varie en fonction des peuples et des groupes ethniques. Quelle est donc l'importance socioculturelle et économique des fragments forestiers pour les populations locales de Gbétitapéa ? Cette étude vise à montrer l'importance culturelle et économique que revêtent les singes des fragments forestiers pour la population de Gbétitapéa, au centre-ouest de la Côte d'Ivoire. La méthodologie utilisée a consisté en des enquêtes ethnozoologiques auprès des populations riveraines. Au terme de cette étude, il ressort que la majorité des populations connaît l'origine sacrée des singes. Bien que sacrés, la viande de singes est consommée par une minorité à Gbétitapéa et en majorité dans les villages voisins. La forêt sacrée et les singes constituent une source économique importante eu égard à l'écotourisme. Une meilleure connaissance des pratiques culturelles pourrait montrer l'importance socioculturelle et économique des sites sacrés afin de prévoir une gestion durable des écosystèmes forestiers.

---

**Mots clés :** Gbétitapéa, Singes, Forêt Sacrée, Fragment Forestier

# **Socio-cultural and Economic Importance of Monkeys of Forest Fragments for Local Populations of Gbetitapea, Central west of Côte d'Ivoire**

*Béné Jean-Claude Koffi,  
Claude-Victorien Kouakou,  
Kramoko Bamba,  
Didié Armand Zadou,*

Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

*Yamois Venceslas Kouakou,*

Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

---

## **Abstract**

Local communities, through their cultural practices, have preserved elements of nature. This way of managing biodiversity varies according to peoples and ethnic groups. What is the socio-cultural and economic importance of the forest fragments for the local populations of Gbetitapea? This study aims to show the importance of monkeys of forest fragments for the population of Gbetitapéa, in western Côte d'Ivoire, at the cultural and economic levels. The methodology used consisted of surveys of local populations using a mixed approach. At the end of this study, it appears that the majority of the populations knows the sacred origin of the monkeys. Although sacred, monkey meat is eaten by a minority in Gbetitapéa and mostly in neighboring villages. The sacred forest and monkeys are an important economic source for ecotourism. A better knowledge of cultural practices could show the socio-cultural and economic importance of sacred sites in order to plan for sustainable management of ecosystems..

---

**Keywords:** Gbetitapéa, Monkeys, Sacred Forest, Forest Fragment

## **1. Introduction**

Les forêts tropicales subissent d'énormes pressions anthropiques dues à de nombreux facteurs conduisant à la perte de leurs superficies au profit des cultures, à la dégradation de leur biodiversité (Mather, 1992 ; Saunders *et al.*, 1998 ; Altieri et Pengue, 2006 ; FAO, 2006). Au regard de cette dégradation des forêts et de la disparition des espèces animales qu'elles abritent, les surfaces protégées devraient jouer le rôle de refuge pour ces populations

animales. Cependant, le constat est que ces domaines sont de plus en plus menacés par les pressions anthropiques. Il est donc nécessaire qu'un changement d'approche dans la gestion des ressources naturelles voit le jour (Ndotam, 2005 ; Malan, 2009). Or, l'on sait que les sociétés traditionnelles ont établi depuis longtemps des sites naturels sacrés qu'elles tentent tant bien que mal de préserver de toutes les formes d'agressions anthropiques. Considérées par certains comme de véritables aires protégées, ces sites sacrés ont réellement été reconnues comme pouvant appartenir aux différentes catégories des espaces protégés de l'UICN en 2008 (IUCN, 2008). Parmi ces sites sacrés, les forêts sacrées constituent pour certaines régions marquées par une déforestation massive, les seuls témoins de la végétation originelle existante (Bhagwat et Rutte, 2006).

Ce mode de gestion de la biodiversité varie en fonction des peuples et des groupes ethniques. Dans la plupart des cas, il s'agit d'interdits totémiques dont les raisons sont variables. Par exemple à Soko (au nord-est de la Côte d'Ivoire) et à Gbétitapéa (au centre-ouest de la Côte d'Ivoire), la consommation de la viande de singe constitue un interdit pour les populations qui considèrent cet animal comme leurs aïeux (Kouakou *et al.*, 2017). A Sapia (au centre-ouest de la Côte d'Ivoire), les silures sont interdits à la consommation par les communautés locales qui les considèrent comme responsables de la mort des enfants de l'un de leurs aïeux (Sie et Ibo, 1990). Ces richesses culturelles se retrouvent chez tous les peuples en Afrique (Nikolaus, 2001 ; Adjakpa et Tchabi, 2002 ; Willimas *et al.*, 2014). Pour les communautés riveraines des sites sacrés, l'exploitation des ressources naturelles de ces patrimoines locaux est une question de survie. Leurs moyens d'existence dépendent des ressources biologiques pour se procurer nourriture, combustibles, médicaments, matériel de construction (Zadou, 2011). Aussi, ces sites sacrés assurent-ils une sécurité économique pour les populations locales à travers l'écotourisme (FFEM, 2007). L'importance de ces domaines sacrés pour les communautés riveraines va au-delà des moyens de subsistance. En effet, le maintien de l'identité culturelle de ces communautés dépend de ces patrimoines sacrés et de certains animaux dont la survie dépend de ses sites sacrés. C'est l'exemple de certaines forêts qui ont toujours constitué un sanctuaire pour les populations autochtones (Zadou, 2011).

En Côte d'Ivoire, 6702 forêts sacrées couvrant une superficie globale de 37000 ha ont été recensées entre 1996 et 1998 par Gomé (2003). Cependant, très peu d'études portent sur les relations Homme-faunes de ces fragments de forêts et de leur importance pour les populations locales. Parmi ces forêts sacrées, celle de Gbétitapéa abrite deux espèces de singes sacrés. Quelle importance représentent donc ces singes pour ces populations pour qu'ils bénéficient de leur protection ? Dans cette étude, nous abordons les aspects socioculturel et économique.

## 2. Méthodes

### 2.1. Site d'étude

La présente étude s'est réalisée dans la région du Haut Sassandra, au centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Trois villages situés non loin de la ville de Daloa ont été considérés dans cette étude du fait de leur proximité à la Forêt sacrée de Gbétitapéa ; Ce sont les villages de Gbétitapéa, Zakoua et de Gbalagoua (Figure 1). La région bénéficie d'un climat tropical humide caractérisé par une grande saison de pluie (mi-mars à mi-juillet), une petite saison de pluie (septembre à novembre). Elles alternent avec une grande saison sèche (décembre à mi-mars) et une petite saison sèche (mi-juillet à août). La précipitation moyenne annuelle est comprise entre 1200 mm et 1600 mm par an (Brou, 2005 ; Kouamé *et al.*, 2006 ; Koffie et Kra, 2013 ; Norbert *et al.*, 2015). La température moyenne annuelle est de 26°C (Koffie et Kra, 2013). La région est sous l'influence du fleuve Sassandra et de ses affluents (le Lobo et le Davo) et du lac du barrage de Buyo.

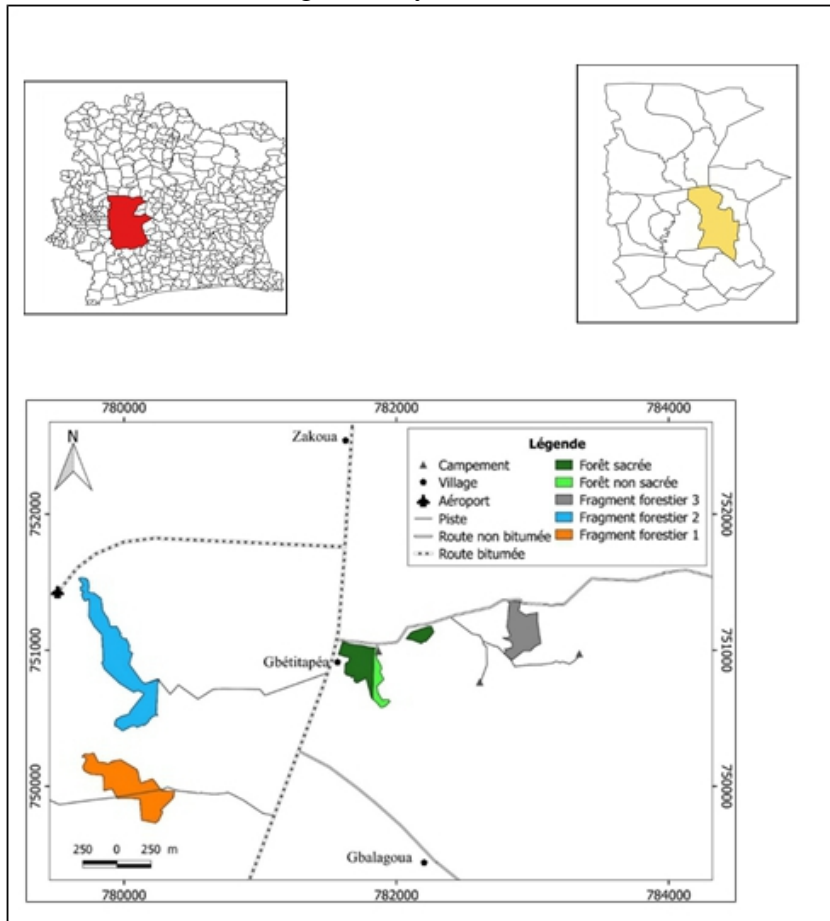


Figure 1 : Situation et localisation de la zone d'étud

## **2.2. Collecte de données**

### **2.2.1. Enquêtes auprès des populations riveraines**

La méthodologie de collecte de données a consisté essentiellement en une enquête ethnozoologique dans tous les ménages des trois villages (Gbétitapéa, Zakoua et Gbalagoua). Au total, 217 ménages ont été enquêtés dont 92 à Gbétitapéa, 63 à Zakoua et 62 à Gbalagoua. Le questionnaire adressé à ces populations nous a permis de connaître la perception que les habitants ont des singes sacrés, les raisons et l'origine de la sacralisation des singes. Aussi, nous avons cherché à savoir quelles sont les relations particulières que ces habitants entretiennent avec ces singes ainsi que les raisons qui motivent ces relations. La participation aux différents rituels consacrés aux singes sacrés a constitué un volet de ce questionnaire. Concernant l'aspect économique, les questions étaient dirigées sur les bénéfices que ces populations tiraient de la gestion et de la présence de ces singes sacrés dans leur village (Gbétitapéa) et à proximité de leurs villages (Zakoua et Gbalagoua). Pour le suivi de la gestion financière des activités touristiques liées à ces singes, nous avons ouvert un cahier pour le relevé des entrées et des sorties d'argent. Dans les différents ménages les personnes prises en comptes lors de ces enquêtes, étaient constituées particulièrement de jeunes et de vieux. Nous qualifions de « Jeune » tout individu dont l'âge est compris entre 17 ans et 50 ans et de « Vieux » tout individu dont l'âge est supérieur à 50 ans (Koue, 2015).

### **2.2.2. Analyse des données**

Les fréquences ont été calculées pour chaque village et ensuite pour l'ensemble des trois villages. A cet effet le logiciel SPSS 22. a été utilisé pour la construction des graphes, du calcul de  $\chi^2$ , de P de Pearson et de V de Cramer.

Le test du  $\chi^2$  a permis de savoir si les raisons de la consommation ou non de la viande de singe et l'appartenance religieuse entretiennent une relation, avec un degré de certitude plus ou moins grand. Le V de Cramer a permis d'apprécier la force de l'association entre les variables.

## **3. Résultats**

### **3.1. Importance des singes au plan culturel**

#### **3.1.1. Perceptions locales**

Selon les informations recueillies et en considérant l'ensemble des trois villages, la majorité des enquêtés (N= 212 ; 97,69 %) croit que les singes de Gbétitapéa sont issus de la transformation des aïeux lors des guerres tribales. A la demande de ces aïeux, une place à proximité du village qui était autrefois un champ de caféier leur a été accordé. Ce lieu est aujourd'hui la forêt sacrée qui abrite ces singes. Cependant, quel que soit le village, tous les

enquêtés reconnaissent l'origine des singes à Gbétitapéa et seulement 4,84 % (N= 3) et 3,17 % (N= 2) des personnes interrogées respectivement à Gbalagoua et à Zakoua estiment que ces singes viennent des forêts environnantes. Ces enquêtés qui ne reconnaissent pas l'origine des singes comme étant leurs aïeux sont essentiellement des jeunes. Aussi, l'attachement de cette population à sa culture et particulièrement aux primates non-humains se traduit par l'image de singes que portent un bâtiment culturel à Gbétitapéa (Figure 2).



**Figure 2 :** Vue extérieure du bâtiment culturel du village Gbétitapéa

### 3.1.2. Statut sacré et protection locale

Tous les enquêtés, jeunes comme vieux, reconnaissent le statut sacré des singes qui vivent dans cette forêt sacré, protégés de la chasse et interdits à la consommation dans le village. Mais, en fonction du village et le foyer domestique, la viande de singe est, soit autorisée ou soit non autorisée. A Gbétitapéa, 73,91 % (N= 68) des enquêtés ne consomment pas la viande de singe alors que 26,09 % (N= 24) en consomment. A Zakoua, 52,38 % (N= 33) des personnes enquêtées ne consomment pas la viande de singe contre 47,62 % (N= 30) qui en consomment. A Gbalagoua, la proportion des enquêtés qui ne consomment pas la viande de singe s'élève à 9,68 % (N= 6), alors que la proportion de ceux qui en consomment est de 90,32 % (N= 56) (figure 3).

Une relation existe entre la consommation ou non de la viande de singe et les villages selon la statistique de Chi<sup>2</sup> de Pearson (Chi<sup>2</sup> = 72,01 ; P < 0,001). Une telle valeur est très hautement significative. L'intensité du lien entre la consommation ou non et les villages a été évaluée en recourant à la statistique de V de Cramer qui est 0,57, soit 57 %. Bien que la valeur de V de Cramer soit moyenne, ce lien est très hautement significatif (P < 0,001).

La raison de la consommation ou non évoquée diffère selon les enquêtés. Pour les enquêtés de Gbétitapéa, six raisons sont évoquées par ceux qui ne consomment pas la viande de singes. Des enquêtés (20,05 % ; N= 15) ne consomment pas la viande de singe du fait du totem dont ils ont hérité de



leurs parents. Certains enquêtés évoquent les raisons de ressemblance à l'Homme (25 %, N= 17) et le respect de la tradition (23,53 % ; N= 16). L'héritage est aussi l'une des raisons de la non consommation de la viande de singe dont ceux qui l'évoquent se proclament être le garant (16,17 % ; N= 11). Certains enquêtés s'abstiennent de la consommation de cette viande afin de pérenniser l'attraction touristique (10,29 % ; N= 7) et permettre à la génération future de connaître les singes (2,94 % ; N= 2). Pourtant, deux raisons sont évoquées par ceux qui consomment la viande de singes. Ce sont : « considérée comme des animaux sauvages » (75 % ; N= 15) et « pas de totem dans la religion chrétienne » (25 % ; N= 9).

A Zakoua, les enquêtés qui ne consomment pas la viande de singe (52,38 % ; N= 33) ont aussi des raisons diverses. Les raisons évoquées par ces personnes sont la ressemblance du singe à l'Homme (66,67 % ; N= 22), le respect de la tradition du village Gbétitapéa (18,18 % ; N= 6) et la conservation des singes pour les générations futures (15,15 % ; N= 5). Pour ceux qui consomment la viande de singe (47,62 % ; N= 30), pas de totem dans la religion est une des raisons évoquées (90 %). Par ailleurs, le singe est considéré comme tout autre animal sauvage pour 10 % (N= 3) d'individus qui consomment sa viande.

A l'instar des villages Gbétitapéa et de Zakoua, il y a aussi à Gbalagoua des enquêtés (9,68 % ; N= 6) qui ne consomment pas la viande de brousse pour des raisons différentes. La seule raison évoquée est la conservation pour la génération future. Mais il existe également des enquêtés (90,32 % ; N= 56) qui consomment la viande de ces animaux. Les raisons avancées ici sont de trois sortes. Il y a des enquêtés (58,92 % ; N= 33) qui ont affirmé qu'ils n'ont pas de totem dans la religion à laquelle ils appartiennent. En outre, certaines personnes (27,79 % ; N= 15) ont évoqué le fait que ce n'est pas leur totem. Et d'autres (14,29 % ; N= 8) les considèrent comme les autres animaux sauvages (Figure 4). Malgré toutes les raisons avancées relatives à la consommation de viande de singe, tous les enquêtés de Zakoua et de Gbalagoua, ainsi que 89,13 % (N= 82) de la population enquêtée de Gbétitapéa sont d'accord pour un appui dans la conservation de leur forêt sacrée.

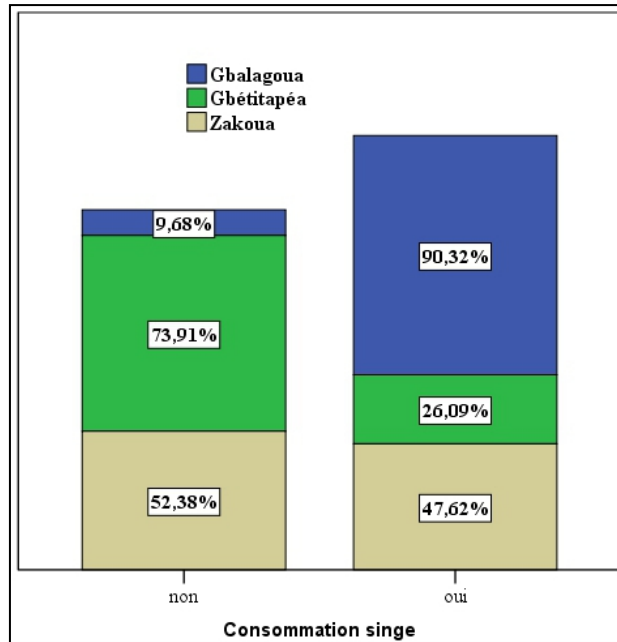


Figure 3 : Proportion des individus consommant ou non la viande de singe selon le village

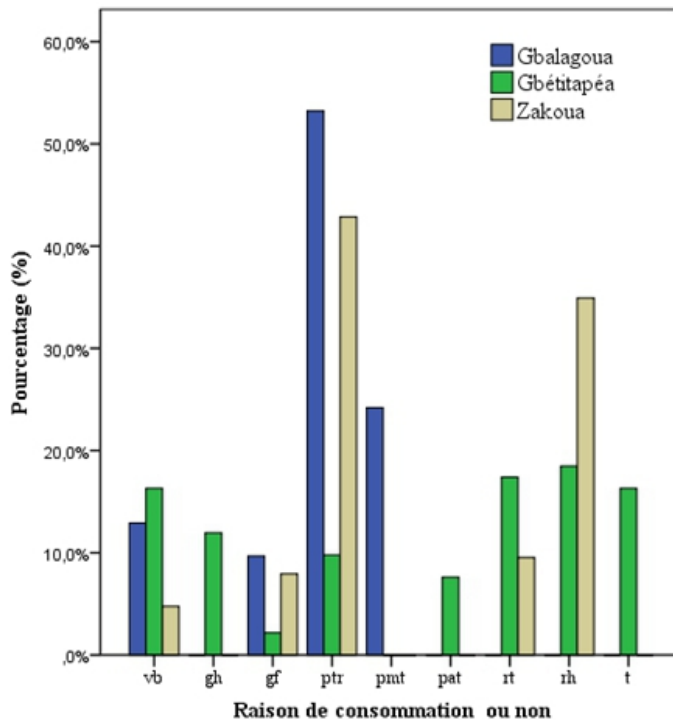
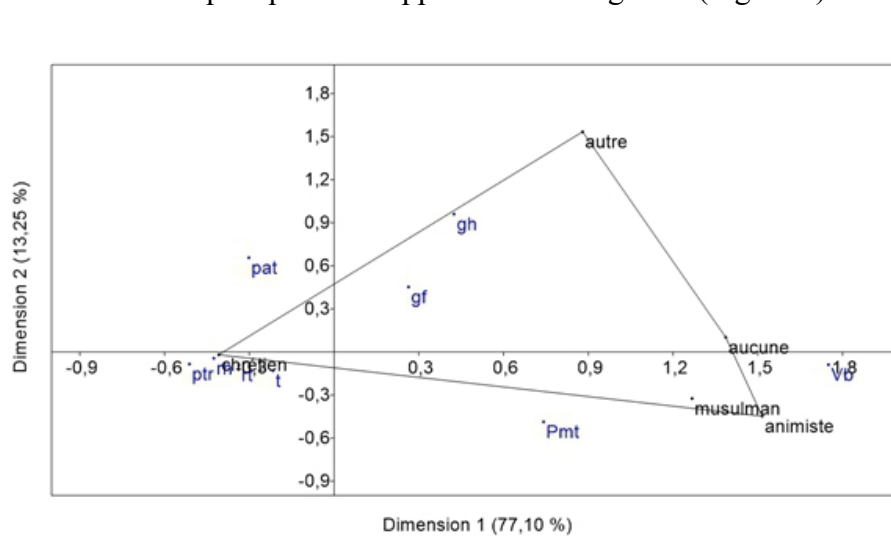


Figure 4 : Fréquence des raisons des rapports avec les singes selon le village  
 vb = viande de brousse ; gh = garant de l’héritage ; gf = génération future ; ptr = pas de totem dans la religion ; pnt = pas mon totem ; pat = pérenniser l’attraction touristique ; rt = respect de la tradition ; rh = ressemble à l’homme

La raison de la consommation ou non de la viande de singe est liée à l'appartenance religieuse des enquêtés ( $\chi^2 = 155,28$  ; ddl = 32 ;  $P < 0,001$ ). Cette liaison s'avère forte selon le V de Cramer dont la valeur est 0,623 soit 62,3 %. Ainsi, en fonction de l'appartenance religieuse, les raisons de la consommation ou non de viande de singe diffèrent. La raison la plus évoquée par les chrétiens consommant la viande de singe est qu'il n'existe « pas de totem dans la religion ». Les raisons les plus citées des chrétiens ne consommant pas la viande de ce mammifère sont « totem, pérenniser l'attraction touristique, ressemble à l'homme et respect de la tradition ». Les raisons telles que « viande de brousse » et « pas mon totem » sont plus évoquées par les musulmans, les animistes et ceux qui n'ont pas de religion (aucune) consommant la viande de singe. Les raisons « générations futures et garant de l'héritage » sont les plus citées par tous ceux ne consommant pas la viande de brousse quel que soit l'appartenance religieuse (Figure 5).



**Figure 5** : Raison de la consommation ou non de la viande de singe en fonction de l'appartenance religieuse

**Vb** : viande de brousse ; **gh** : garant de l'héritage ; **gf** : génération future ; **pat** : pérenniser l'attraction touristique ; **ptr** : pas de totem dans la religion ; **rh** : ressemble à l'homme ; **t** : totem ; **rt** : respect de la tradition ; **pmt** : pas mon totem

### 3.1.3. Relations hommes-singes et la pérennité de la protection traditionnelle

La majorité des enquêtés (90,22 %) de Gbétitapéa déclarent n'avoir pas de relations particulières avec les singes, ils ne s'intéressent donc pas aux rituels qui leur sont associés. Par contre une minorité (9,78 %) affirment avoir des relations particulières avec les singes. Selon les investigations menées dans les villages voisins (Zakou et Gbalagoua), les rituels consacrés aux singes

reviennent à la population de Gbétitapéa. Dans cette population qui participe au rituel des singes, 66,67 % sont des vieux et 33,33 % sont des jeunes. Les individus de cette population ne sont ni chrétiens, ni musulmans mais sont soit animistes, soit ils appartiennent à une autre religion ou aucune.

Trois raisons principales sont les causes de l’abandon et du désintérêt du rituel consacré aux singes. Parmi ces raisons, l’invasion des religions étrangères a été le plus cité (77,17 %). La modernisation est aussi l’une des raisons de l’abandon des rituels consacrés aux singes avec un taux de citation de 22,83 %. L’école a été aussi mentionnée comme étant l’une des raisons avec une fréquence de citation de 11,96 %.

### 3.1.4. Estimation de la taille des populations de singe

La taille des groupes de singes rencontrée avant dans les fragments de forêt à Gbétitapéa a été estimée entre 25 et 100 individus avant les années 2000 par la population enquêtée. Alors que maintenant cette taille connaît une diminution et a été estimée entre 15 et 40 individus.

Les raisons de cette diminution ont été évoquées par les populations enquêtés. A cet effet, quatre (4) raisons ont été révélées par les enquêtés. La chasse est l’une de ces raisons dont la fréquence de mention s’élève à 65,44 % (N= 142). Le manque de nourriture a été aussi évoqué comme étant l’une des raisons de la diminution de la population des singes (16,13 % ; N= 35). Le non-respect de la tradition est l’une des causes de cette diminution (11,06 % ; N= 24). Aussi, la réduction de l’habitat de ces animaux a été reconnue par 7,37 % (N= 16) des enquêtés qui ont affirmé qu’elle contribuait à la diminution de la population des singes (Figure 6).

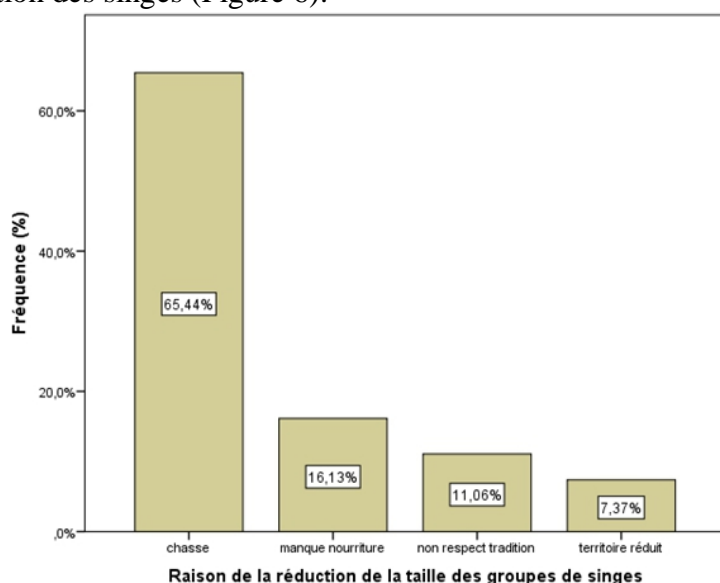


Figure 6 : Fréquence des raisons de réduction de la taille des groupes de singes

### 3.2. Importance économique

Le seul fragment forestier bien conservé (forêt sacrée) constitue une source d'activité économique. La présence des singes et leur cohabitation avec la population attirent quelques scientifiques et curieux qui en font un lieu touristique (Figure 7). Economiquement ce site rapporte au village selon la population. Le nombre de visite de ce site varie selon le mois. Ainsi, pendant notre étude, les mois de janvier, mars, juin et septembre n'ont pas enregistré de visites. Les autres mois connaissent des visites ainsi que des recettes, mais dans des proportions différentes. Le nombre de visites n'est pas proportionnel aux recettes. Le mois de novembre enregistre le plus grand taux de visites (21,74 %) dans l'année avec la plus forte recette (57000 Fcfa). Avril et décembre sont des mois qui connaissent des visiteurs (17,39 %) avec respectivement des recettes de 27000 Fcfa et 22000 Fcfa. Les taux de visites dans les mois de février et juillet sont de 13,04 % des visites annuelles dont les recettes sont respectivement 25000 Fcfa et 12000 Fcfa. Le mois août enregistre 8,7 % des visites annuelles avec un montant de 7000 Fcfa. Mai et octobre enregistrent 4,35 % des visites annuelles avec des recettes respectivement 12000 et 5000 Fcfa (Figure 8).



a. Etude scientifique des étudiants

b. Visite touristique d'une famille

Figure 7 (a et b) : Visiteurs des singes sacrés de Gbétitapéa

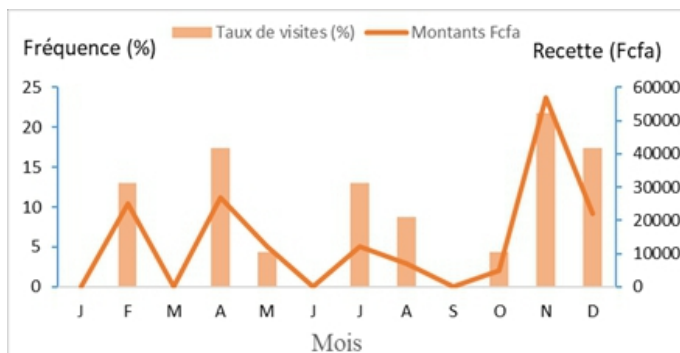


Figure 8 : Proportion des visites et des recettes perçus selon le mois  
Fcfa : Franc de la communauté financière africaine

Certaines activités présentant aussi un intérêt économique voient le jour. Ainsi, l'installation dans le village d'une buvette à l'effigie du singe (Figure 9) traduit l'attachement aux singes et tentent d'en faire un élément de l'économie locale. Cependant tous les enquêtés de Gbétitapéa manifestent leur mécontentement vis-à-vis de de la gestion de la forêt sacrée du fait qu'elle revient uniquement au gardien de la forêt.



**Figure 9 :** Vue de l'extérieur d'une buvette portant les images de singes

### 3.3. Discussion

Notre étude révèle que les singes de Gbétitapéa représentent pour la population une valeur traditionnelle dont les villageois de toutes catégories (les autochtones, les allochtones et les étrangers) connaissent bien son importance. Les singes incarnent les aïeux, et au-delà des frontières, les villages voisins semblent avoir conscience de l'intérêt accordé aux singes. La connaissance traditionnelle se serait transmise de génération en génération à travers un savoir symbolique portant sur les représentations de ces entités (Sperber, 1974).

Les traditions africaines ont toujours considéré la nature et ses ressources comme des éléments sacrés et revêtus d'une nature divine. Cette sacralisation englobe un ensemble de savoirs naturalistes pouvant concourir à la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique (Friedberg, 1986 ; Barreau, 1993).

Les croyances évoquées à Gbétitapéa et relatives au statut sacré des singes sont partagées par toute la population. Cette conception totémique où les singes incarnent des personnes sont similaires des tabous traditionnels observés dans les villages Boabeng et Fiema dans la région de Brong Ahafo au Ghana où le colobe de Geoffroy et le Mone de Campbell vivent en parfaite harmonie avec les habitants (Akowuah *et al.*, 1975 ; Kankam, 1997 ; Saj *et al.*, 2006). Mêmes si des rituels similaires sont pratiqués, ici le tabou vient du fait que ces singes sont considérés comme leurs parents décédés qui reviennent vivre sous forme animal avec eux au village. De même, dans le village de Soko (région de Bondoukou) au nord-est d'Abidjan à 3 km de la frontière ghanéenne, les espèces de singes *Chlorocebus tantalus* et *Erythrocebus patas*

vivent en parfaite harmonie avec les habitants et sont interdits de chasse (Ibo, 1999) comme l'exige la coutume qui voit ces singes comme leurs parents directs. Cependant cette croyance n'empêche pas que ces animaux soient victimes de consommation de leur viande.

La viande de singes fait partie des produits de consommation dans certains foyers pendant que d'autres restent fidèles à leur croyance. Il existe aussi une grande affinité entre la consommation ou non de viande de singes et le village. Le lien très fort entre la consommation ou non de la viande de singe et le village pourrait venir du fait que chaque village aurait ses propres interdits et ne partage pas vraiment les interdits des autres. En effet, la sacralisation de la nature par les communautés au sein des forêts découle de diverses significations qui sont le reflet de leurs traditions. Les sociétés africaines reposent sur une philosophie de la négociation avec la nature. Cette philosophie révèle l'intérêt des forêts sacrées et celui des pratiques totémiques dans la gestion de la nature. Ainsi les systèmes de gestion varient en fonction des peuples et des groupes ethniques (Kragbe et Tahou, 2010 ; Djego-Djossou *et al.*, 2012). Mais, toujours est-il que le peuple concerné par la sacralisation reste généralement fidèle à ses croyances.

La différence de consommateurs de viande de singes dans les trois villages montre combien la population de Gbétitapéa reste encore attachée à ses coutumes. Cette importance se limite à la frontière du village qui serait donc responsable du nombre élevé de consommateurs dans les villages voisins. En effet, les peuples africains se réfèrent souvent à des divinités locales ou individuelles (Kragbe et Tahoux, 2010). C'est ainsi que les raisons de la consommation ou non des singes diffèrent selon les personnes enquêtées.

Les raisons de la non consommation de la viande de singe vont toutes dans le sens de la protection des singes. Quel que soit la raison, il s'agit dans tous les cas d'interdiction totémique. Ces totems soulignent le rôle important des communautés locales dans la mise en place d'une gestion durable des écosystèmes naturels (Kragbe et Tahoux, 2010). Ces raisons sont similaires à la non consommation de viande sacrée dans certaines régions d'Afrique (Kpera, 2002 ; Saj *et al.*, 2006 ; Djego-Djossou *et al.*, 2012). En revanche, les raisons de la consommation de la viande de singe et de l'abandon des rituels consacrés aux singes seraient dues au passage des colons et de l'expansion des religions étrangères. En effet la colonisation française en Côte d'Ivoire a abouti à une exploitation vertigineuse et anarchique des ressources naturelles non seulement du fait de la recherche du profit économique, mais également à cause de la pression démographique en milieu rural. Le colonisateur se proclame aussi laïc et ignore les croyances locales, laissant ainsi à chaque individu ou groupe d'individus la liberté d'adhérer à la religion de son choix dans une société multiconfessionnelle. Cette situation crée un monde nouveau dans lequel les anciennes conceptions et les vieilles institutions peuvent perdre

leur signification et leur raison d'être. Les données naturelles et historiques sont en passe de se trouver révoquées et un nouvel ordre des choses remplace l'ancien (Néné Bi, 2005). En outre les bouleversements politiques, sociaux et économiques entraînent une mutation dans les coutumes et les pratiques religieuses locales. Aujourd'hui, les communautés ivoiriennes, à l'image de toutes les communautés traditionnelles africaines, sont le lieu de nombreuses mutations socioculturelles dont la plupart constitue des facteurs d'abandon ou de rejet des coutumes anciennes. Ainsi, la pression démographique, la raréfaction des terres et l'expansion des religions monothéistes (Yamoi *et al.*,) ont constitué des obstacles majeurs au fonctionnement harmonieux du système traditionnel de gestion de la nature (Juhé-Beaulaton, 2008 ; Kragbe et Tahoux, 2010). Le dysfonctionnement de ces systèmes traditionnels va impacter négativement la biodiversité en général et les espèces de singes en particulier.

Les communautés locales constatent la baisse des effectifs des groupes de singes dans les fragments de forêt. Selon les raisons qu'elles ont évoquées (la chasse, la réduction des habitats, la chasse et le non-respect des traditions), les populations locales sembleraient être conscientes des pratiques qui dégradent l'environnement. Ces raisons évoquées sont confirmées dans les travaux de Alexandre (1992), Bakayoko *et al.*, (2001), Caspary *et al.*, (2001), Koné (2004), Bitty *et al.*, (2013) et Yéo *et al.*, (2013). Malgré la perte de ces espèces animales, les populations tentent tant bien que mal de profiter de la situation dégradante.

Malgré les menaces anthropiques, la forêt et ses singes sacrés constituent un véritable site d'attraction touristique à Gbétitapéa. Ainsi, la valeur culturelle de la forêt sacrée vire sensiblement vers une valeur économique sans précédent. Les recettes que rapporte cet écotourisme de la forêt sacrée de Gbétitapéa et ses singes semi-domestiqués montrent l'importance de ce site pour les populations locales. En effet la culture protectionniste en faveur des singes a permis une cohabitation pacifique entre hommes et singes depuis plusieurs décennies. Cette cohabitation a favorisé l'habituation des singes et fait de la forêt sacrée un endroit où les singes peuvent être facilement observés en milieu naturel. C'est donc un site idéal pour l'étude éco-éthologique des primates non-humains. (Djégo-Djossou *et al.*, 2012).

## **Conclusion**

La sacralisation de l'environnement basée sur des ressources naturelles remonte toujours aux fondements culturels du terroir local. Elle est, de ce fait, l'expression d'une symbiose dialectique entre la société traditionnelle et le milieu naturel. C'est dans ce cadre qu'il convient de souligner l'importance que revêt l'usage coutumier des ressources de l'environnement pour la population de Gbétitapéa. Cette pratique endogène nous permet de dire que la



population de Gbétitapéa dispose dans son organisation sociale, de principes de développement durable dans ses rapports avec la nature. En outre, les principes traditionnels étant transmis de générations en générations, la majorité des populations connaît l'origine sacrée des singes. En dépit de cette connaissance une minorité de la population de Gbétitapéa et la majorité de celle des villages voisins consomment la viande de singe. Aussi, l'écotourisme se développant sur ce site sacré, constitue-t-il une ressource économique importante bien qu'encore traditionnelle et connaissant des problèmes organisationnels. Du point de vue de la protection de l'environnement, la protection traditionnelle semblerait plus authentique, car celle-ci, par son essence est postérieure à l'action de la transformation du milieu. C'est pourquoi, il serait nécessaire de diriger les recherches sur l'origine, les buts et surtout la place des lieux sacrés des sociétés traditionnelles afin de connaître leur importance socio-culturelle et économique.

#### **References:**

1. Adjakpa, J.B. et Tchabi, A. (2002). Contribution à l'inventaire des oiseaux sauvages utilisés comme matières premières en pharmacopée traditionnelle au Bénin, *Nature et Faune* vol 18, 1, pp. 14-22.
2. Akowuah, D. K., Rice K., Merz A. et Sackey V.A. (1975). The children of gods. *Journal Ghana Wildlife Society* 1(2): 19-22.
3. Alexandre, D.Y. (1992). La survie des forêts tropicales. *La Recherche* 244 (23): 693 – 694.
4. Asibey, E.O.A. (1977). Experted Effects of Land-Use Patterns on Future Supplies of Bushmeat in Africa South of the Sahara. *Envi.Cons*, 4: 43-49.
5. Avocèvou, C., Sinsin, B., Adégbidi A., Dossou, G. et Van Damme, P. (2009). Sustainable use of non-timber products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. In *Forest Ecology and Management* 257 (2009) 1930-1938.
6. Awono, A. et N'doye, O. (2003). Les vertus des PFNL dans la zone forestière humide du Cameroun et l'impact de leur exploitation sur l'environnement. In *WFC – XII- 0710 A2*.
7. Bakayoko, A., Kouamé, N.F., Tra, Bi H.F. et Traoré, D. (2001). Quelques aspects floristiques et structuraux de la forest classée de Bossématié, dans l'Est de la Côte d'Ivoire = Some strutral and floristic aspects of Bossematié forest in the East of Côte d'Ivoire. *Annales de Botanique de l'Afrique de l'Ouest* 0(0): 7-19.

8. Barreau, H. (1993). La construction de la notion du temps, (t. 1, 2, 3), Thèse de Doctorat d'Etat, Atelier d'impression du Département de Physique, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 1478 p.
9. Béné, J.C.K. (2007). Répertoire et contextes sociaux des cris unitaires du colobe vert (*Procolobus verus*) dans le Parc National de Taï (PNT), Côte d'Ivoire, 4(2) : 137-147.
10. Bhagwat, S.A. et Rutte, C. (2006). Sacred groves : potential for biodiversity management, *Front Ecol. Environ*, 4, 10, pp 519–524.
11. Bitty, A.E., Kadjo, B., Gonedele bi, O.O.M. et Kouassi, K.K. (2013). Inventaire de la faune mammalogique d'une forêt urbaine, le Parc National du Banco, Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(4): 1678-1687, August 2013, 10p.
12. Brou, Y T. (2005). Climat, mutations socio- économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'habilitation à Diriger des Recherches. Université des Sciences et Technologies de Lille, France, 212p.
13. Butare, I. (2001). Les pratiques culturelles. Sauvegarde et conservation de la biodiversité en Afrique de l'Ouest et du Centre : Actes du Séminaire-Atelier de Ouagadougou (Burkina Faso), du 18 au 21 juin 2001, CRDI, Canada, 251 p.
14. Caspary, H.U. (1999). Wildlife utilization in Côte d'Ivoire and West Africa – potentials and constraints for development cooperation. *GTZ, Eschborn*, 147 p.
15. Caspary, H.U. Koné, I., Prout, C. et De Pauw, M. (2001). La chasse et la filière de viande de brousse dans l'espace Taï, Côte d'Ivoire. *Tropenbos – Côte d'Ivoire série 2*, 98 p.
16. Codjia, J.T.C., Vihotogbe, R., Assogbadjo, A.E. et Biauou, G. (2009). Le marché du crinrin (*Corchorus tridens*) au Bénin. *Annales des sciences agronomiques (FSA-UAC, Bénin)*, 19 p.
17. Dadjo, C. (2011). Caractérisation ethnobotanique, morphologique et spatiale de *Vitex doniana* Sweet (*Verbenaceae*) au Sud-Bénin ; Thèse d'Ingénieur Agronome ; Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 86 p.
18. Deguenonvo, M.N. (2011). Evaluation écologique et socioéconomique de *Mondia whitei* (hook.f.) Skeels (*asclepiadaceae*) au Sud-benin. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC, 64p.
19. Djego-Djossou, S., Huynen, M.C., Djego, J. et Sinsin, B. (2012). « Croyances Traditionnelles et Conservation du Colobe de Geoffroy, *Colobus vellerosus* (Geoffroy, 1834), dans la Forêt Sacrée de Kikélé, Bénin (Afrique de l'Ouest) », *African Primates* 7 (2): 193-202

20. Fandohan, B., Assogbadjo, A.E., Glèlè Kakai, R.G., Kyndt, T., De Caluwe, E., Codjia, J.T.C. et Sinsin, B. (2010). Women's Traditional Knowledge, Use Value and the Contribution of Tamarind (*Tamarindus indica* L.) to Rural Household's Cash Income in Benin. *Economic Botany*, 64(3), 2010, pp. 248-259.
21. FFEM (2007). Conservation et valorisation de la forêt sacrée de Kpinkonzoumé et de l'îlot forestier de Houanvè. <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2017/02/cerget-fiche-communication-ffem-1> [consulté le 04/07/2019]
22. Flores, C.F. et Ashton, P.M.S. (2000). Harvesting impact and economic value of *Geonoma deversa*, arecaceae, an understory palm used for roof thatching in the Peruvian Amazon. *Economic Botany*, 54 (3), 267–277.
23. Friedberg, C. (1986). « Les savoirs populaires sur la nature (Les hommes et le milieu naturel) », *Revue d'ethnologie de l'Europe*, n°6, 313-336, *Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle, série botanique*. Paris.
24. Gami, N. (1999). Etude ethnozoologique dans et autour de la réserve de Conkouati (village N'tié-tié de Cotovindou). Rapport final UICN, PROGECAP/GEF, Congo Brazzaville.
25. Gomé, G. H., 2003, Forêts sacrées de Côte d'Ivoire : la tradition au secours de l'environnement, pp 33 – 45, Butare, I., Les pratiques culturelles. Sauvegarde et conservation de la biodiversité en Afrique de l'Ouest et du Centre : Actes du Séminaire-Atelier de Ouagadougou (Burkina Faso), du 18 au 21 juin 2001, CRDI, Canada, 251 p.
26. Goussanou, A.C., Tente, B., Djègo, J., Agbani, P. et Sinsin, B. (2011). Inventaire, caractérisation et mode de gestion de quelques produits forestiers non ligneux dans le bassin versant de la Donga. In *Annales des Sciences Agronomiques ; Bénin* 14 (1) 77-99, 2011.
27. Gouwakinnou, G.N., Lykke, A.M., Assogbadjo, A.E. et Sinsin, B. (2011). Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7(8): 1746-4269.
28. Ibo, J., (1999). La gestion coutumière de l'environnement en Côte-d'Ivoire. *Bulletin du GIDIS-CI* 17: 6-36.
29. Juhé-Beaulaton, D., (2008). "Sacred forests and the global challenge of biodiversity conservation: the case of Benin and Togo". *Journal for the Study of Religion, Nature, and Culture*, pp. 351-372.
30. Juste, J., Fa, J.E., Perez Del Val, J. et Castroviejo, J. (1995). Market Dynamics of Bushmeat Species in Equatorial Guinea *Journal of Applied Ecology* Vol. 32, No. 3 (Aug., 1995), pp. 454-467.
31. Kankam, B.O. (1997). The Population of Black and White Colobus (*Colobus polykomos*) and Mona Monkeys (*Cercopithecus mona*) at the

- Boabeng-Fiema Monkey Sanctuary and Surrounding Villages, B.Sc. Thesis, University of Science and Technology, Kumasi, Ghana. 100 p.
32. King, S. (1994). Utilization of Wildlife in Bakossiland, West cameroun with particular reference to primates. TRAFIFIC Bulletin, 14: 63-73.
  33. Koffie, B.C.Y. et Kra, K.S. (2013). La région du Haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. Institut de Géographie Tropical, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody / Abidjan / Côte d'Ivoire ; *Tropicale et d'Environnement*, n° 2, 2013 ; 9 p.
  34. Kolongo, T.S.D., Decocq, G., Yao C., Blom, E.C. et Rompaey, R.S.A., (2006). Plant species diversity in the southern part of the Tai National Park (Côte d'Ivoire). *Biodiversity and Conservation*, 15: 2123-2142.
  35. Koné, I. (2004). Effet du braconnage sur quelques aspects du comportement du colobe bai *Procolobus [piliocolobus] badius* et du cercopitèque diane *Cercopithecus diana diana* dans le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, 146 p.
  36. Kouakou, C.V., Béné, J.C.K., Kouamé, N.A., Yao, K.C. & Bamba, K. (2017). Diversity, distribution and social structure of monkey species in forest fragments of Gbetitapea, central-western Ivory Coast. *Journal of Chemical, Biology an Physical Section B*, 8(1) : 127-143.
  37. Kouakou, Y. V., Zadou, A.D., Jean, C.N., Ouattara, K., Kouassi, S., Koffi, B.J.-C.K., Koné, I. & Ibo, J. (2017). Perception contrastée des singes sacrés à Gbétitapéa (Centre-ouest Côte d'Ivoire). *Annales de l'Université de Lomé, Série Lettres et Sciences Humaines*, Tome XXXVII-1, Juin 2017, 27-38.
  38. Kouame, B., Kone, D. et Yoro, G. R. (2006). La pluviométrie en 2005 et 2006 dans la moitié Sud de la Côte d'Ivoire. *Bulletin le CNRA en 2006, document technique* : 12-13.
  39. Kpera, G. N. (2002). Impact des aménagements d'hydraulique pastorale et des mares sur la reconstitution des populations de crocodiles dans les communes de Nikki, KALALE, Ségbana, Kandi, Banikoara, Kérou, Ouassa-Péhunco et Sinendé. Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC, Bénin, 102 p.
  40. Kpéra, G.N., Sinsin, B. et Mensah, G.A. (2007). Mesures de conservation endogènes de la faune sauvage : Cas descrocodiles au Bénin. In *First Regional Workshop on the Management of Protected Areas in West Africa*. Parakou, Bénin. pp. 405-414.
  41. Kragbe, A.G. et Tahoux Touao, M., (2010). La sacralisation de la nature dans la gestion de l'environnement, *Revue des Sciences Sociales*, n° 43, 130- 141.

42. Malan, D.F. Aké, A. L., Tra Bi, F. H. et Neuba, D. (2007). Diversité floristique du Parc National des Îles Éhotilé (littoral est de la Côte d'Ivoire), *Bois et Forêts des Tropiques*, 292, 2, pp 49-58.
43. Malan, D.F. (2009). Religion traditionnelle et gestion durable des ressources floristiques en Côte d'Ivoire : Le cas des Éhotilé, riverains du Parc National des Îles Éhotilé, [Vertigo] – la revue électronique en sciences de l'environnement, 9, 2, [En ligne], URL : <http://vertigo.revues.org/index8661.html>. Consulté le 06 octobre 2018.
44. Myers, M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A. et Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
45. Ndotam, I. (2005). Gestion des aires protégées au Tchad : contraintes et perspectives pour une gestion participative, Mémoire de DESS, Université de Kinshasa, 102 pages.
46. Nene Bi, B.S. (2005). La terre et les institutions traditionnelles africaines : cas des Gouro de Côte d'Ivoire, Thèse unique de Doctorat en Droit, Université de Cocody, Abidjan, 750 p.
47. Nikolaus, G., (2001). Bird exploitation for traditional medicine in Nigeria. *Malimbus*, 23, pp. 45-55.
48. Norbert, N.K., François, K.N., Hauverset, A.N., Pierre, W.N. et Yao, T. (2015). Variations saisonnières des populations de mirides du cacaoyer dans la région du Haut Sassandra en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.25, Issue 1: 3787-3798.
49. Ouattara, T.F. (1988). La mémoire Sénoufo : bois sacrés, éducation et chefferie. Paris, Association Arsan, 175 p.
50. Posey, D. (1995). *Indigenous People and Traditional Resource Right : a basic for equitable relationships ?* Green College for Environmental Policy and Understanding. Oxford University Press, New York.
51. Quin, W., Ming-Xing, H., Ying, X., Xin-Shen, Z. et Fang, C. (2005). Expression of a ribosome inactivating protein (curcin 2) in *Jatropha curcas* is induced by stress. *Journal of Biosciences*, 30: 351-357.
52. Saj, T., Mather, C. et Sicotte, P. (2006). Traditional taboos in biological conservation: the case of *Colobus vellerosus* at Boebeng-Fiema Monkey Sanctuary, Central Ghana. *Social Science Information* 45: 285-310.
53. Sie, K. et Ibo, G.J., (1990). Histoire écologique du pays Abronkulango. Bibliothèque ORSTM p 69.
54. Sperber, D. (1974). *Le symbolisme en général*, Paris, Hermann, 163p.
55. UICN (2008). Sites naturels sacrés. Lignes directrices pour les gestionnaires d'aires protégées, (Wild R. et McLeod C. (éds), n 16 p 106.

56. Williams, V.L., Cunningham, A.B., Kemp, A.C. et Bruyns, R.K. (2014). Risks to Birds Traded for African Traditional Medicine: A Quantitative Assessment. PLoS ONE, 9, 8, 15 p.
57. Yamoi, V.K., Didié, A.Z., Jean, C. N., Karim, O., Siméon, K., Béné, J.C.K. et Inza, K., Jonas, I. (2017). Perception contrastée des singes sacrés à Gbétitapéa (centre-ouest Cote d'Ivoire) Ann.Univ. de Lomé, Sér.Lett., Tome XXXVII-1, Juin 2017, pp.27-38.
58. Yéo, K., Tiho, S., Ouattara, K., Konate, S., Kouakou, L.M.M. et Fofana, M. (2013). Impact de la fragmentation et de la pression humaine sur la relique forestière de l'Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire). Journal of Applied Biosciences, 61, pp. 4551- 4565.
59. Zadou, A. D., Koné, I., Vincent Kouassi Mouroufie, K. V., Constant Adou, Y. Y. C., Gleanou, K. E, Kablan, A. Y., Coulibaly, D. and GuéhiIbo, J. (2011). Valeur de la forêt des Marais Tanoé-Ehy (sud-est de la Côte d'Ivoire) pour la conservation : dimension socio-anthropologique. Tropical Conservation Science Vol.4 (4):373-385,2011.

## **Caractérisation morphologique et phénotypique des pieds d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) dans le département de Goudomp (Sénégal)**

***Landing Ndiaye,***

***Mouhamed Mahamoud Charahabil,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

***Daouda Ngom,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

Laboratoire d'Ecologie et d'Eco-hydrologie

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar-Fann, Sénégal

***Malayeni Diatta,***

Centre national de recherche forestière,

Institut Sénégalaise de Recherche Agricole (CNR/ISRA)

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p364 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p364](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p364)

---

### **Résumé**

L'objectif principal de la présente étude est de déterminer l'hétérogénéité phénotypique des anacardiens cultivés dans le département de Goudomp, dans la région de Sédhiou, au sud du Sénégal. **Méthodes d'études** : La description standard des critères phénotypiques des anacardiens a été faite grâce à la méthode IPBGR, (1986). Les mesures effectuées sur 150 individus ont porté sur les feuilles, l'inflorescence, les fleurs, les fruits ainsi que la taille des arbres. La production en noix a été évaluée sur le terrain durant la période de 2012 à 2018. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) et une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont permis de ranger les anacardiens étudiés en différents phénotypes bien distincts. **Résultats** : Trois types d'anacardiens ont été identifiés. Un premier groupe constitué d'arbres de taille moyenne avec Ht = 9,63 m, moyennement caulescent (Hbr = 61,83 cm) un ratio floral assez intéressant (R1 = 8,1) et une production moyenne de 920 Kg/ha. Un deuxième groupe constitué d'arbres de petite taille avec Ht = 8,36 m, caulescent (Hbr = 86,96 cm), pourvus d'un faible ratio floral (R1 = 5,6) et une production moyenne de 580 Kg/ha. Un troisième groupe comprenant des arbres de grande taille avec Ht = 14,5 m, caulescent (Hbr = 83

cm) un important ratio floral ( $R1 = 12,7$ ) et une bonne production évaluée à 5600 Kg/ha. **Conclusion** : Une hétérogénéité phénotypique a été mise en évidence dans les plantations d'anacardiens du département de Goudomp. L'étude a montré une importante variabilité génétique au sein des anacardiens étudiés de même que des corrélations intra et inter-phénotypique significatives entre les paramètres dendrométriques, foliaires, florales, morpho-pondérales de la noix d'anacarde et de la production. Ainsi des études moléculaires et phylogénétiques devront suivre pour permettre de fixer la variabilité génétique du matériel végétal utilisé.

---

**Mots clés** : Morphologies, Phénotypes, *Anacardium Occidentale* L., Cultivées, Goudomp, Casamance

---

## **Morphological and Phenotypic Characterization of Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L.) in the Department of Goudomp (Senegal)**

***Landing Ndiaye,***

***Mouhamed Mahamoud Charahabil,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

***Daouda Ngom,***

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie (LAFE)

Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ), Ziguinchor, Sénégal

Laboratoire d'Ecologie et d'Eco-hydrologie

Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Dakar-Fann, Sénégal

***Malayeni Diatta,***

Centre national de recherche forestière,

Institut Sénégalaise de Recherche Agricole (CNR/ISRA)

---

### **Abstract**

The main objective of the present study is to determine the phenotypic heterogeneity of cashew trees grown in the department of Goudomp in the region of Sédhiou in southern Senegal. **Methods of study**: The standard description of phenotypic criteria for cashew trees was made using the IPBGR method, (1986). Measurements on 150 individuals included leaves,



inflorescence, flowers, fruit, and tree size. Nut production was assessed in the field during the period 2012-2018. Principal Components Analysis (PCA) and Hierarchical Ascending Classification (CAH) allowed cashew trees to be categorized into distinct phenotypes. **Results:** Three types of cashew were identified. A first group consisting of medium-sized trees with Ht = 9.63 m, moderately caulescent (Hbr = 61.83 cm) with a rather interesting floral ratio (R1 = 8.1) and an average production of 920 kg / ha. A second group consisting of small trees with Ht = 8.36 m, caulescent (Hbr = 86.96 cm), with a low floral ratio (R1 = 5.6) and an average production of 580 Kg / ha. A third group comprising large trees with Ht = 14.5 m, caulescent (Hbr = 83 cm) with a high floral ratio (R1 = 12.7) and good production estimated at 5600 kg / ha. **Conclusion:** Phenotypic heterogeneity has been demonstrated in cashew plantations in the department of Goudomp. The study showed significant genetic variability within the cashew trees studied as well as significant intra and interphenotypic correlations between the dendrometric, leaf, floral, morpho-weight parameters of the cashew nut and production. Molecular and phylogenetic studies will have to be followed to determine the genetic variability of the plant material used.

---

**Keywords:** Morphology, Phenotype, *Anacardium Occidentale* L., Crop, Goudomp, Casamance

## 1. Introduction

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.), de la famille des *Anacardiaceae* est une espèce ligneuse originaire d'Amérique du Sud, plus précisément de la région de Ceara au nord-est de la côte du Brésil (Olher, 1979 ; Trévian *et al*, 2005). C'est une plante à intérêt multiple et varié (Ainan, 1996). Aujourd'hui, l'exploitation de sa noix et sa pomme est devenue l'activité agricole la plus rentable dans certaines zones du Sénégal comme le département de Goudomp dans la région de Sédhiou (Ndiaye, 2019). Dans cette région, les producteurs d'anacardiers rencontrent d'énormes difficultés dues à plusieurs facteurs tels que l'encadrement technique insuffisant, l'utilisation de variétés peu productives et de sources inconnues (Sarr, 2002, Charahabil *et al.*, 2017a).

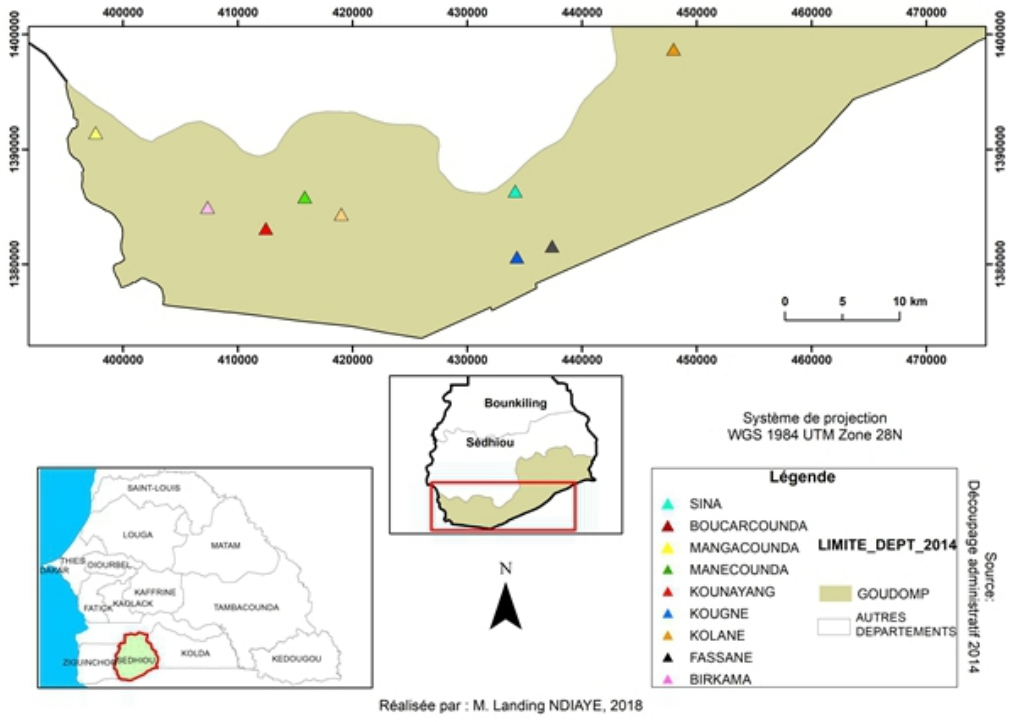
Les travaux de recherches sur l'anacardier au Sénégal ont concerné essentiellement la description des morphotypes, la comparaison de leurs capacités germinatives (Malou, 2014 ; Coly, 2016 ; Niang, 2016), la caractérisation des plantations (Charahabil *et al*, 2017a) et l'influence de la flore associée dans la production des parcs à *Anacardium occidentale* L. dans la communauté rurale de Djibanar (Casamance/Sénégal) (Charahabil *et al*, 2017b). Les études portant sur la caractérisation des variétés utilisées par les paysans et leurs rendements respectifs suivant les zones de production sont

rare et disparates. Sachant qu'une amélioration de la productivité de l'espèce passe nécessairement par une bonne connaissance et une bonne gestion du matériel végétal utilisé, il est important de caractériser davantage les variétés cultivées par le paysan pour mieux accompagner les travaux d'amélioration de la productivité de l'anacarde au Sénégal et ainsi rehausser le niveau de vie des populations démunies du département de Goudomp. C'est dans ce contexte que le projet Fonds D'Impulsion de la Recherche Scientifique et Technique (FIRST), financé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation du Sénégal accompagne les filières porteuses et en trait avec les objectifs de développement du pays, par ricochet celle anacarde, constituant le centre d'intérêt de la présente étude. L'objectif de la présente étude est de caractériser le pool variétal des plantations d'anacardières du département de Goudomp à travers la description phénotypique.

## **2. Matériel et Méthodes**

### **2.1. Zone d'étude**

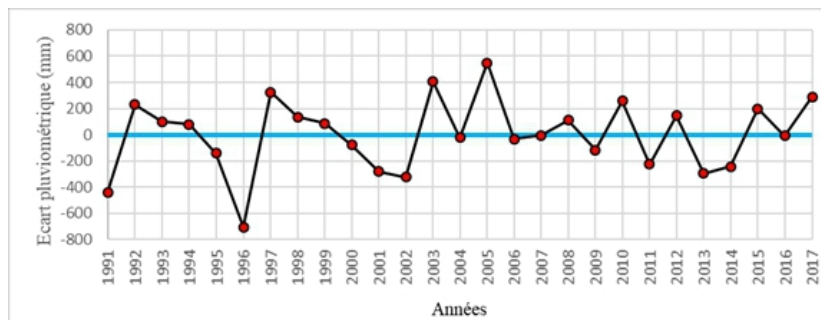
La présente étude a été conduite dans la zone agro-écologique de la Casamance, plus précisément dans le département de Goudomp. Le département de Goudomp est situé entre les longitudes 16°68' et 16°08' Ouest et les latitudes 12°61' et 12°26' Nord. Il couvre une superficie de 1 756 km<sup>2</sup> soit 23,9 % de la superficie totale de la région de Sédhiou (ARDS, 2016). L'étude a eu lieu dans les villages de Birkama, Boucarounda, Fassane, Kolane, Kounayang, Kougne, Mangacounda, Manécounda et Sina (Figure 1), situés à l'extrême sud de la région de Sédhiou. Le choix de ces sites se justifie par le fait que ces neuf villages abritent les gros producteurs de noix d'anacarde identifiés par le Programme d'Appui pour le Développement Economique de la Casamance (PADEC).



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

### 2.1.1. Climat

Le climat de la Casamance est caractérisé par deux éléments essentiels qui confèrent à cette région son statut de « grenier vert » du Sénégal. Il s'agit d'une part de sa situation en domaine climatique soudanien atlantique à pluviométrie relativement importante et d'autre part, l'alternance sur cet espace de trois flux de vents (alizé maritime, harmattan et mousson) dont le déplacement est facilité par la platitude du relief (Sagna, 2005). La région a connu au cours de ces quarante dernières années, une forte variabilité pluviométrique à l'instar des pays de l'Afrique de l'Ouest (Leroux, 1982 ; Sagna, 2006). Les précipitations moyennes annuelles de la région de Sédhiou varient entre 655,8 mm et 1644,3 mm. La zone présente une pluviométrie moyenne annuelle de 1095,3 mm. Une succession d'année excédentaire et déficitaire en eau pluviale est observée à la figure 2. Ainsi, à partir l'année 2000 un retour à la normale de la précipitation est noté avec quelque année déficitaire d'au maximum 300mm.



**Figure 15:** Variation de l'écart à la moyenne pluviométrique de la région de Sédhiou de 1991 à 2017 (ANACIM, 2018)

A l'image de tous les domaines soudano-guinéens deux saisons bien marquées sont notées, il s'agit de :

- ☞ une saison sèche qui s'étale sur environ huit mois allant de novembre à juin ;
- ☞ une saison des pluies qui dure quatre mois s'étendant de juillet à octobre.

Les rendements des vergers d'anacardiens varient fortement selon les variétés, les conditions d'entretien, l'âge des plantations et les caractéristiques édapho-climatiques du milieu physique. D'ailleurs l'anacardier préfère des précipitations annuelles comprises entre 1000 à 2000 mm et une saison des pluies qui dure entre quatre à six mois pour assurer une production optimale (Coly, 2016). Les aléas du climat (pluviométrie et les temps nuageux) peuvent affecter la production (Ohler *et al.*, 1979 ; Nambiar *et al.*, 1990). Susmentionné, les paramètres pluviométriques avec une moyenne annuelle de 1095,3 mm comprise dans l'intervalle décrit par Coly en 2016 et leurs répartitions annuelles dans le département de Goudomp permet d'assurer une production optimale.

Les températures moyennes mensuelles des vingt-six dernières années de la station de Sédhiou montrent un maximum de 41,3°C enregistré au mois d'avril et deux minimums de 14,5°C enregistré aux mois de janvier et décembre. La courbe (figure 3) des maximas de température présente une évolution bimodale caractérisée par un maximum principal qui intervient au mois d'avril (41,3°C) et un maximum secondaire observé au mois de mars (40,1°C). L'écart maximal des températures moyennes mensuelles est observé au mois de février, soit une valeur de 20,9°C contre 8,7°C pour l'écart minimal des températures moyennes mensuelles noté au mois d'août et une température moyenne mensuelle maximale de 36,40°C et minimale de 20,92°C soit une moyenne mensuelle de 28,66°C.

L'anacardier se comporte mieux à une température moyenne annuelle comprise entre 12 et 32°C (Olosoumaï *et al.*, 2001). Les fleurs apparaissent là où le soleil atteint les bourgeons (Olosoumaï et Agbodjaf, 2001 ; Lacroix, 2003). La température moyenne mensuelle annuelle de la station de Goudomp

comprise entre 12 et 32°C permet l'apparition et l'épanouissement floral par ricochet une bonne production en noix d'anacarde.

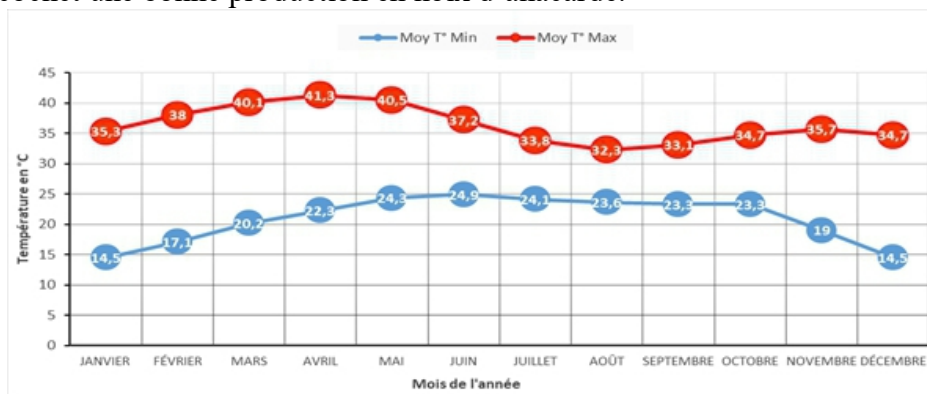


Figure 16: Variabilité de la température moyenne mensuelle de la région de Kolda de 1991 à 2017 (ANACIM, 2018)

### 2.1.2. L'occupation du sol

La zone d'étude est subdivisée en cinq faciès naturels à savoir : la forêt dense, la forêt claire, les rizières, la savane arborée et le plateau (Charahabil *et al.*, 2017a). La zone fluviale constituant la partie Nord de celle-ci, représente 30% de la superficie. Son relief décline en pente vers le fleuve. Les types de sols dominants sont les sols ferrugineux tropicaux peu évolués à texture argilo-sableuse. On note également la présence de sols hydromorphes sur matériaux alluvial et colluvial dans cette partie de la commune. L'anacardier préfère des sols légers, sableux, profonds, bien drainés avec une teneur d'environ 25% d'argile car son pivot est très sensible à l'inondation. Il tolère les conditions de sols légèrement acides à neutres, un pH compris entre 6,3 et 7,3 (Gupta, 1993 et Nambiar *et al.*, 1990). Le substrat du département de Goudomp aux multiples faciès est favorable au développement de l'anacardier. La zone frontalière du département de Goudomp (République de Guinée Bissau) correspondant à la partie Sud de la Commune, est caractérisée par la présence de la forêt classée de Bafata. La structure de la végétation fait apparaître dans la strate arborée des essences de bois d'œuvre telles que : *Pterocarpus erinaceus* (Poir.), *Khaya senegalensis* (Juss.), *Azelia africana* (Smith.), selon Sambou (2004) en plus des espèces précitées, d'autres espèces sont rencontrées à savoir : *Daniella oliveri* (Hutch. et Dalz.), *Cordyla pinnata* (Miln. et Red.), *Parkia biglobosa* (Benth.), *Adansonia digitata* L., *Faidherbia albida* (Del.), *Bombax costatum* (Pell. et Vuill.) et le *Bambusa vulgaris* (Schrad.) (ARDS, 2016). L'impact favorable de la flore associée aux parcs à base d'anacardier dans le département de Goudomp (Charahabil *et al.*, 2017b) favorise l'amélioration de la productivité des plantations d'anacardières de la zone d'étude dont la densité et la diversité floristique est notée.

## 2.2. Méthode de collecte des données

### 2.2.1. Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon a été déterminée à partir de la formule ci-dessous au seuil de signification ( $\alpha$ ) égale à 5 % (Tableau 1).

Tableau 5 : Détermination de la taille de l'échantillon ( $n^t$ ).

<b>Erreur acceptable</b>	$\alpha$	<b>5 %</b>
<b>Taille de l'échantillon théorique imputable à l'erreur</b>	$n$	$n = \frac{1}{\alpha^2}$ 400
<b>Taille de l'échantillon du projet pour les zones concernées</b>	$N$	240
<b>Taille de l'échantillon de l'étude</b>	$n^t$	$\frac{Nn}{N+n}$ 150

$\alpha$  : erreur acceptable ;  $N$  : taille de l'échantillon du projet pour les zones concernées ;  $n$  : taille de l'échantillon théorique imputable à l'erreur.

Un taux de sondage de 40 % a été appliqué aux arbres de chaque localité pour déterminer le nombre de pieds à caractériser (Tableau 2).

Tableau 2 : Répartition des anacardiens hauts producteurs étudiés.

<b>Localité</b>	<b>Effectif total d'arbre haut producteur</b>	<b>Effectif des arbres caractérisés par localité</b>
<b>Birkama</b>	50	20
<b>Boucarounda</b>	20	8
<b>Fassane</b>	23	9
<b>Kolane</b>	70	28
<b>Kounayang</b>	50	20
<b>Kougne</b>	33	13
<b>Manécounda</b>	53	21
<b>Mangacounda</b>	33	13
<b>Sina</b>	45	18
<b>Taille de l'échantillon de l'étude</b>		<b>150</b>

Un total de 150 anacardiens a été choisis parmi lesquels 72 préalablement définis par le PADEC.

### 2.2.2. Caractérisation Dendrométrique

Une caractérisation dendrométrique a permis d'évaluer et de distinguer la diversité morphométrique des pieds d'anacardiens étudiés. Les 150 individus étudiés ont d'abord été marqués puis localisés. Sur chaque site, les paramètres dendrométriques des arbres que sont la hauteur totale (Ht), la hauteur de la première branche (Hbr), le diamètre du fût à 30 cm du sol, l'épaisseur de l'écorce, les diamètres des frondaisons ont été mesurés et le nombre de branches charpentières compté. La hauteur totale a été mesurée à l'aide d'un blum-leiss (Akadié *et al.*, 2014). L'appareil (blum-leiss) comporte 4 échelles de lecture des hauteurs : 15, 20, 30 et 40 m. La valeur sur l'échelle qui correspond à la distance d'éloignement choisie par rapport à l'anacardier est lut. Pour déterminer la hauteur de l'anacardier, il faut se mettre à la distance

d'une des échelles de lecture de hauteur ; pour ce présent travail 20 m, viser successivement le sommeil et le pied de l'anacardier, puis effectuer les lectures correspondant à l'échelle de distance choisie en ajoutant les 2 valeurs si elles se situent de part et d'autre du zéro des échelles, sinon soustraire la plus petite valeur de la plus grande. La hauteur de la première branche (Hbr), longueur de la partie rectiligne comprise entre le collet de l'arbre et la première ramification, a été mesurée à l'aide d'un double décimètre en ruban. Le diamètre du tronc à 30 cm du sol a été mesuré à l'aide d'un compas forestier. L'épaisseur de l'écorce a été mesurée à l'aide d'une règle graduée de 15 cm. L'opération consiste à faire des écorchures dans les quatre côtés basaux du tronc de l'arbre à l'aide d'une machette, en raison d'une entaille par côté et mesurer l'épaisseur de l'écorce. La nature et la couleur de l'écorce ont été définies. Le nombre de branches charpentières a été obtenu par comptage. Les diamètres du houppier suivant les sens Est-Ouest et Nord-Sud ont été mesurés à l'aide d'un double décimètre en ruban. Enfin, les facteurs (âge et provenance) de chaque anacardier ont été déterminés

### **Caractérisation foliaire**

L'étude de la morphologie foliaire a été effectuée sur l'ensemble des anacardiens étudiés, en raison 40 feuilles par pied, collectées suivant les quatre directions (est, ouest, nord et sud) du houppier de l'arbre, soit 10 feuilles par point cardinal. La méthode de collecte consiste à sélectionner la cinquième feuille en partant du méristème apical sur dix rameaux différents afin de comparer des feuilles de même âge (Sankharé., 2018). Le choix des rameaux a été fait au hasard. Les paramètres qualitatifs évalués sont la base, l'apex, la marge, la forme du limbe et la couleur de la feuille sur la base de la méthode (IPBGR, 1986) et du petit lexique de botanique à l'usage du débutant (Douzet, 2007). Quant aux paramètres quantitatifs, les mensurations ont porté sur la longueur du pétiole, la longueur et la largeur du limbe. Enfin, le nombre de paires de nervures latérales par feuille est compté manuellement, de même que le type de nervation définie.

#### **2.2.3. Caractérisation de l'inflorescence**

La caractérisation qualitative consiste à définir son type et sa taille ; sa densité est appréciée par le comptage du nombre de fleurs de chaque lobe et de l'inflorescence. Le principal paramètre étudié dans cette partie est le ratio floral (R1) qui est un facteur déterminant pour la production et dont la formule proposée par l'IPBGR (1986) est la suivante.

Un échantillon de quatre inflorescences par arbre est collecté de manière aléatoire, correspondant à une panicule par côté. D'autres paramètres ont été étudiés, à savoir le nombre de lobes par inflorescence, ainsi que celui des fleurs mâles et bisexués par lobe quantifiés, de même que le nombre de

fleurs totales par lobe. La distinction des sexes de la fleur est basée sur la présence ou non de stigmate.

#### **2.2.4. Caractérisation du fruit (noix et pomme)**

##### **2.2.4.1. Caractérisation morpho-pondérale des pommes d'anacarde**

Les pommes d'anacarde ont été prélevées sur les individus étudiés, en raison de 30 pommes par pied, soit un total de 4500 pommes. Le choix des pommes a été fait au hasard. Pour chaque pomme les observations ci-dessous ont été faites :

- la longueur et la largeur ont été déterminé à l'aide d'un pied à coulisse digital;
- le poids de la pomme fraîche a été déterminé à l'aide d'une balance de précision ;
- la couleur à travers l'observation visuelle de la peau (planche1);
- la forme déterminée en utilisant le descriptif de l'anacardier (IPBGR, 1986);
- la présence ou l'absence de crête vérifiée à travers l'observation visuelle de la peau.



Planche 1 : Les morphotypes de pommes d'anacarde

##### **2.2.4.2. Caractérisation de la noix d'anacarde**

Une description morpho-pondérale a été réalisée sur les noix associées au 30 pommes étudiées par arbre :

- les dimensions (longueur, largeur, épaisseur) mesurées à l'aide d'un pied à coulisse digital ;
- la masse unitaire déterminée à l'aide d'une balance de précision ;
- la forme de la noix identifiée grâce au descriptif de l'anacardier (IPBGR, 1986) (planche 2). Après ces observations le ratio Pomme/Noix (R2) a été calculé.





Planche 2 : Noix réniforme (A) et oblongue ellipsoïde (B) d'anacarde

### **2.2.5. Évaluation de la production en noix d'anacarde**

Avant la campagne de production de l'année 2018, des sacs en jute ont été distribués à tous les propriétaires des pieds d'anacardiens sélectionnés. Les mêmes numéros ont été gravés à la fois sur le sac et sur le pied de l'arbre à évaluer. Sur le terrain, la quantité totale de noix d'anacarde produite par l'arbre a été pesée. L'importance pondérale des noix d'anacarde des différents individus a été évaluée grâce à la prise de poids unitaire des 30 noix étudiées lors de la caractérisation des noix et de la pomme. Par contre, la production a été quantifiée pour tous les 150 arbres dont 72 gros producteurs localisés et suivi par le PADEC en six années partant de 2012 à 2017. Ceci, non seulement pour connaître leurs caractéristiques, mais aussi pour avoir la production en noix de ces anacardiens.

### **2.2.6. Méthode de traitement et d'analyses de données**

Les données quantitatives des variables dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la pomme et noix collectées ont fait l'objet d'analyses descriptives. Ainsi, les valeurs moyennes, minimales, maximales, l'écart type de la moyenne et le coefficient de variation ont été déterminés pour l'ensemble des variables quantitatives étudiées. Toutes ces analyses ont été faites à l'aide du logiciel XLSTAT version 7.0 au seuil de 5 %.

Ces données ont été ensuite soumises à une Analyse en Composantes Principales (ACP) et à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) dans l'optique d'identifier les différents prototypes d'anacardiens. Le coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé pour mesurer le degré d'associations linéaires entre deux variables.

Les données qualitatives phénotypiques ont été traitées via l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD).

Les données ont fait l'objet de traitement. Le diamètre quadratique moyen de l'anacardier (MDq) a été déterminé par la méthode utilisée par Saïdou et al. (2012) pour dégager une donnée unique par arbre pour les individus multicaules. Ainsi il a été calculé un diamètre moyen (D) du

houppier à partir des deux mesures prises au niveau de chaque arbre mesuré, avec la formule proposée par Rondeux (1999). La superficie couverte (S) par le houppier de chaque arbre a été calculée. Le ratio floral (R1) a été par la formule proposée par l'IPBGR (1986). Le ratio pomme/noix (R2) a aussi fait l'objet de calcul.

$$MDq = \sqrt{(d1^2 + d2^2 + \dots + dn^2)} \quad D = \sqrt{(D1^2 + D2^2) \div 2} \quad S = \frac{(\pi D^2)}{4}$$

$$R1 = \frac{\text{Nombre de fleurs biséxués}}{(\text{Nombre de fleurs hermaphrodites} + \text{Nombre de fleurs mâles})}$$

$$R2 = \frac{Mp}{Mn}$$

**R2** : ratio pomme/noix ; **Mp** : masse de la pomme d'acajou ; **Mn** : masse de la noix d'anacarde

### 3. Resultats

#### 3.1. Description des paramètres phénotypiques et morphologiques

La statistique descriptive a permis de présenter la distribution des paramètres dendrométriques, florales, foliaires et morfo-pondérales des pommes et noix d'anacardes autour de la moyenne. Les résultats expérimentaux sont consignés dans le tableau 3. L'analyse du tableau a montré que la hauteur totale (Ht) et la hauteur de la première branche (Hbr) des anacardiens ont des valeurs comprises respectivement entre 5,20 et 14,80 m, avec une moyenne de 8,96 m et 10 à 232 cm, soit une moyenne de 75,14 cm. L'envergure du houppier oscille de 7,21 à 27,07 m soit une moyenne de 12,90 m. Le diamètre du tronc à 30 cm du sol est compris entre 18,60 et 105,68 cm, avec une moyenne de 45,53 cm. Quant au descripteur branches charpentières une variabilité de 2 à 11 a été notée, soit une moyenne de 3,74, etc. Comptant pour les descripteurs foliaires, la longueur du limbe est comprise entre 11,75 et 19,71 cm soit une moyenne de 14,88 cm. La largeur du limbe oscille entre 6,58 et 11,56 cm soit 8,61 cm en moyenne. L'inflorescence est une panicule dont la taille est comprise entre 6,72 et 17,47 cm avec une moyenne de 10,50 cm. Elle est composée de fleurs mâles et hermaphrodites. Le nombre moyen de fleurs hermaphrodites observée oscille entre 0 à 2,89, alors que le nombre moyen de fleurs mâles par lobe varie entre 2,85 et 17,93, soit une moyenne paniculaire de 8,91. L'importance de la production dépend du ratio floral (R1) qui tourne en moyenne au tour de 6,63 %. Organisée en lobe, l'inflorescence présente une variation moyenne de 2,50 à 5,75 lobes soit une moyenne paniculaire de 4,02. Les fleurs composant cette inflorescence évolueront pour donner la noix d'anacarde (fruit) et le réceptacle support de ses dernières, le faux fruit (pomme). Le fruit affiche les informations suivantes : une longueur comprise entre 24,61 et 44,82 mm, soit une moyenne de 32,43 mm. Quant à la largeur de la noix, la variation de 18,69 à 84,92mm est obtenue, soit une

moyenne de 24,53 mm. L'épaisseur de la noix oscille entre 13,76 et 73,70 mm avec une moyenne de 17,56 mm. Le poids de la noix varie entre 3 et 11,33 g, soit 6,51 g en moyenne. Enfin la production en noix d'anacarde par pied est comprise entre 0 et 5600 kg/ha, soit une production moyenne de 740 kg/ha. Le ratio (R2) varie entre 2,57 à 20,61, soit une moyenne de 9,15. Ces résultats montrent l'hétérogénéité de la zone d'étude aux multiple faciès naturels et la diversité floristique qui caractérise cette dernière.

**Tableau 3 : variabilité phénotypique des anacardiers hauts producteurs étudiés**

Variables	Nb. d'observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type (n)	Ecart-type (n-1)	Coefficient de variation	Ecart-type de la moyenne
Dt (m)	150	18,60	105,68	45,55	13,48	13,53	<b>0,30</b>	1,10
EE (mm)	150	5,00	47,50	19,47	9,73	9,76	<b>0,50</b>	0,80
Ht (m)	150	5,20	14,80	8,96	2,07	2,08	<b>0,23</b>	0,17
Hbr (cm)	150	10,00	232,00	75,14	42,71	42,85	<b>0,57</b>	3,50
Df (m)	150	7,21	27,07	12,90	2,93	2,93	<b>0,23</b>	0,24
SC (m)	150	13,66	575,24	110,10	67,89	68,11	<b>0,62</b>	5,56
NBC	150	2,00	11,00	3,74	1,74	1,75	<b>0,47</b>	0,14
TI (cm)	150	6,72	17,47	10,50	1,70	1,71	<b>0,16</b>	0,14
NFI	150	19,00	153,00	72,56	22,98	23,05	<b>0,32</b>	1,91
NLI	150	2,50	5,75	4,02	0,67	0,67	<b>0,17</b>	0,06
NFL	150	7,60	36,00	18,00	4,58	4,59	<b>0,25</b>	0,38
NFHL	150	0,00	2,81	0,61	0,56	0,56	<b>0,92</b>	0,05
NFML	150	2,85	17,93	8,91	3,05	3,06	<b>0,34</b>	0,25
R1	150	0,00	30,61	6,63	5,98	6,00	<b>0,90</b>	0,50
Ll (cm)	150	11,75	19,71	14,88	1,65	1,66	<b>0,11</b>	0,14
lg1 (cm)	150	6,58	11,56	8,61	0,90	0,90	<b>0,10</b>	0,07
Tp (cm)	150	0,54	2,28	1,37	0,31	0,31	<b>0,23</b>	0,03
NPNL	150	10,05	16,50	12,79	1,04	1,05	<b>0,08</b>	0,09
LN (cm)	150	24,61	44,82	32,43	3,84	3,85	<b>0,12</b>	0,33
lgN (cm)	150	18,69	84,92	24,53	5,78	5,80	<b>0,23</b>	0,49
EN (cm)	150	13,76	73,70	17,54	5,13	5,14	<b>0,29</b>	0,44
PN (g)	150	3,00	11,33	6,51	1,84	1,84	<b>0,28</b>	0,16
R2	150	2,57	20,61	9,15	3,32	3,36	<b>0,36</b>	0,51
P(Kg/ha)	150	0,00	5600	741	7,60	7,62	<b>1,02</b>	0,62

NFHL= Nombre de fleurs hermaphrodites par lobe	P= Production par pied
Hbr= Hauteur première branche	PN= Poids de la noix d'anacarde
NBC= Nombre de branches charpentières	EN= Epaisseur de la noix d'anacarde
NLI= Nombre de lobes par inflorescence	lgN= Largeur de la noix d'anacarde
NFL= Nombre de fleurs par lobe	Tp= Taille du pétiole
NFML= Nombre de fleurs mâles par lobe	Ll= Longueur du limbe
NPNL= Nombre de paires de nervures latérales	lgl= Largeur du limbe
NFI= Nombre de fleurs par inflorescence	SC= Superficie couverte par le houppier
R1= Ratio fleurs	Df= Diamètre de la frondison
R2= Ratio poids fraîche (pomme/noix)	Dt= Diamètre du tronc
TI= Taille de l'inflorescence	Ht= Hauteur totale
	EE= Epaisseur de l'écorce

Ces quantifieurs (épaisseur de l'écorce, hauteur de la première branche, superficie couverte, nombre de fleurs hermaphrodites par lobe, ratio floral et la production en noix d'anacarde) étudiés ont présenté des coefficients de variation très élevés sur l'ensemble des variables des caractères dendrométriques foliaires, florales et morfo-pondérales des pommes et noix d'anacarde.

L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a montré que 68% individus caractérisés sont pourvus d'écorce de nature rugueuse contre 32% de nature lisse. L'écorce de ces anacardiens présente deux couleurs. Il s'agit de la couleur brune (57,33%) et celle grise (42,67%).

La feuille des anacardiens caractérisés est dotée d'une nervation de type penné, d'un limbe avec une marge (bordure) entière. La couleur verte claire est représentée par 43,26% des individus alors que celle sombre est à hauteur de 56,74%. Quant à la forme de la feuille, l'apparence obovale a été notée avec 86,49% suivi de celle ovale avec 13,51%.

L'inflorescence est de type paniculaire. Ainsi, pour la couleur de la fleur, deux grandes familles ont été notées avec des disparités. Il s'agit notamment de la couleur blanche striée (rose, rouge foncé, rouge claire et rouge violacée), de la couleur blanche et rouge violacée avec respectivement 7,53% ; 10,96% ; 2,05% ; 14,38% ; 0,68% et 63,01%.

Pour ce qui est de la noix d'anacarde, deux formes ont été identifiées. Il s'agit, de la réniforme représentée à hauteur de 98,55% et de la forme oblongue-ellipsoïde de l'ordre de 1,45%. Quant à la couleur de la noix, deux sont identifiées. Il s'agit notamment de la couleur grise (40,70%) avec ces

variantes (cendre et jaunâtre) avec respectivement (52,75% et 4,36%) et de celle brune avec 2,18%.

La pomme est caractérisée par trois couleurs, à savoir jaune, orange ou rouge. Ainsi, les couleurs jaune et rouge ont des variantes. La forme cylindrique (2,27%), conique-obovale (84,09%) et ronde (11,36%) ont été observées.

### **3.2. Structuration de la diversité phénotypique**

La diversité phénotypique a été déterminée grâce au test de l'Analyse en Composante Principale (ACP) et de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

#### **3.2.1. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)**

L'analyse structurale de la variabilité phénotypique observée a permis de ranger les 150 anacardiens dans trois groupes significativement distincts (Tableau 4 et 5).

Le groupe I qui rassemble 37,33 % de l'effectif total est constitué d'individus repartis dans tous les villages à l'exception de Boucarounda et Mangacounda. La moyenne d'âge des anacardiens de ce groupe est de 09 ans. Le groupe comporte des arbres de moyenne grandeur avec  $Ht = 9,63$  m, moyennement caulescent ( $Hbr = 61,83$ ), pourvus d'un nombre moyen de branches charpentières ( $NBC = 4$ ), d'envergure moyenne ( $Df = 14,12$  m) et d'un grand diamètre ( $Dt = 50,91$  cm). Ces individus ont des feuilles de grande taille avec une longueur moyenne de 15,06 cm. Les caractéristiques des noix d'anacardes sont intéressantes. La longueur moyenne de la noix est estimée à 32,79 mm avec un poids moyen de 6,75 g. Ces arbres ont un indicateur de production assez intéressant ( $R1 = 8,06$  %) avec une production moyenne estimée à 916 Kg/ha (photo 1).

Le groupe II représente 50 % de l'échantillon et est constitué d'anacardiens issus de toutes les localités. L'âge moyen de ces sujets est de 13 ans. Ce groupe contient des arbres de petite taille avec  $Ht = 8,36$  m, caulescent ( $Hbr = 86,96$  cm), ayant un diamètre moyen ( $Dt = 41,35$  cm), un nombre moyen de branche charpentière ( $NBC = 3,41$ ), et une envergure moyenne ( $Df = 12,03$  m). Les dimensions des feuilles de ces arbres sont assez intéressantes avec une longueur moyenne de 14,71 cm. La noix d'anacarde présente une longueur moyenne ( $LN = 32,156$  mm), largeur moyenne ( $lgN = 24,573$  mm) avec un poids moyen de 6,336 g. Ce groupe présente des arbres qui ont un ratio floral assez faible avec  $R1 = 5,598$  % et une production moyenne de 579 kg/ha (photo 2).

Le groupe III qui regroupe 0,67 % de l'effectif total est constitué d'arbres d'une seule provenance à savoir le village de Sina. L'âge moyen de ce prototype est de 26 ans. Ce groupe comprend des arbres de grande taille

avec  $Ht = 14,5$  m, pourvus d'une grande frondaison ( $Df = 27,07$  m), d'un grand diamètre ( $Dt = 90,72$  cm), avec beaucoup de branches charpentières ( $NBC = 6$ ) et d'un fût élancé estimé à 83cm. Le groupe se particularise à la fois par des arbres ayant un indice de production (ratio floral) et un indice de rendement en noix d'anacarde très importants estimés respectivement à  $R1 = 12,72$  % ;  $P = 5600$  kg/ha (photo 3).

Classe	Dt	EE	Ht	Hbr	Df	SC	NBC	TI	NFI	NLI	NFL	NFHL	NFML	R1	LI	Lgl	Tp	NPNL	LN	lgN	EN	PN	P (Kg/ha)
<b>1</b>	50,9	19,5	9,6	61,8	14,1	159,2	4,0	10,9	70,4	3,9	18,1	0,7	8,5	8,1	15,1	8,7	1,4	12,6	32,8	24,5	17,3	6,8	920
<b>2</b>	41,3	18,6	8,4	87,0	12,0	73,9	3,4	10,4	76,6	4,2	18,4	0,5	9,2	5,6	14,7	8,6	1,3	12,9	32,2	24,6	17,7	6,3	580
<b>3</b>	90,7	47,5	14,5	83,0	27,1	575,2	6,0	8,4	55,5	3,5	15,9	0,5	3,4	12,7	14,1	8,6	1,0	12,7	28,8	21,5	15,2	4,7	5600

**Tableau 4 :** caractéristiques des variétés d'anacardiens cultivées dans le département de Goudomp.



**Tableau 5 : Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) des 150 individus d’anacardiens.**

Classe	1	2	3
Objets	56	75	1
Somme des poids	56	75	1
Variance intra-classe	4284,591	4253,821	0,000
Distance minimale au barycentre	29,594	20,264	0,000
Distance moyenne au barycentre	59,048	59,716	0,000
Distance maximale au barycentre	193,633	162,722	0,000
	KNY 1	KNY 14	SIN 31
	KNY 2	KOL 4	
	KNY 3	KOL 6	
	KNY 4	KOL 8	
	KNY 5	KOL 10	
	KNY 6	KOL 12	
	KNY 7	KOL 15	
	KNY 8	KOL 16	
	KNY 9	KOL 18	
	KNY 10	KOL 19	
	KNY 11	KOL 20	
	KNY 12	KOL 21	
	KNY 13	KOL 22	
	KNY 15	KOL 27	
	KNY 16	KGN 4	
	KNY 17	KGN 6	
	KNY 18	KGN 8	
	KNY 19	KGN 14	
	KNY 20	SIN 259	
	KOL 1	SIN 265	
	KOL 2	FAS 12	
	KOL 3	FAS 13	
	KOL 5	FAS 15	
	KOL 7	FAS 17	
	KOL 9	FAS 18	
	KOL 13	BKM 1	
	KOL 14	BKM 2	
	KOL 17	BKM 3	
	KOL 23	BKM 4	

KOL 24	BKM 5
KOL 26	BKM 6
KOL 28	BKM 7
KGN 5	BKM 8
KGN 7	BKM 9
KGN 10	BKM 10
KGN 12	BKM 11
KGN 13	BKM 12
SIN 12	BKM 13
SIN 249	BKM 14
SIN 250	BKM 16
SIN 251	BKM 17
SIN 252	BKM 18
SIN 253	BKM 19
SIN 254	BKM 20
SIN 255	MCD 51
SIN 256	MCD 52
SIN 257	MCD 53
SIN 258	MCD 54
SIN 260	MCD 55
SIN 267	MCD 58
FAS 11	MCD 60
FAS 14	MCD 61
FAS 16	MCD 62
BKM 15	MCD 64
MCD 56	MCD 66
MCD 59	MCD 67
	MGCD 1
	MGCD 2
	MGCD 3
	MGCD 4
	MGCD 5
	MGCD 6
	MGCD 8
	MGCD 9
	MGCD 10
	MGCD 11

MGCD 12

MGCD 13

BCD 1

BCD 2

BCD 3

BCD 4

BCD 5

BCD 6

BCD 7

---



**Photo 1:** prototype numéro 1 des anacardiens cultivés dans le département de Goudomp



**Photo 2:** prototype numéro 2 des anacardiers cultivés dans le département de Goudomp



**Photo 3:** prototype numéro 3 des anacardiers cultivés dans le département de Goudomp

### **3.2.2. Corrélation entre les variables phénotypiques et la production**

Le test de corrélation entre les variables phénotypiques et la production. Les résultats de ce test sont présentés dans le (Tableau 6). L'analyse indique qu'il existe une forte corrélation entre les variables

phénotypiques et la production en noix. Pour les descripteurs dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix, des corrélations intra et inter phénotypiques ont été observées. Concernant les corrélations intra-phénotypiques des données dendrométriques, les variables hauteur totale, diamètre du fût, diamètre de la frondaison, épaisseur de l'écorce et la superficie couverte par le houppier de l'arbre ont été fortement corrélées. Le diamètre du tronc est à la fois corrélé à la hauteur totale, au diamètre de la frondaison et à la superficie couverte, avec respectivement  $R = 0,67$  ;  $0,74$  ;  $0,48$ . Par ailleurs, le nombre de branches charpentières est corrélé à la hauteur totale ( $R = 0,20$ ), à l'envergure ( $R = 0,27$ ) et à la superficie couverte avec  $R = 0,22$ . Quant au descripteur foliaire, une forte corrélation est notée entre la longueur et la largeur du limbe ( $R = 0,58$ ). Ainsi, le nombre de paires de nervures latérales est à la fois corrélé à la longueur et largeur du limbe ( $R = 0,49$  ;  $0,22$ ) et à la taille du pétiole ( $R = 0,24$ ). Le test a montré des corrélations au sein du descripteur floral. La variable nombre de fleurs mâles par lobe est positivement corrélée à la taille de l'inflorescence avec  $R = 0,20$  ; au nombre de fleurs par inflorescence avec  $R = 0,62$  ; au nombre de lobes par inflorescence ( $R = 0,19$ ) et au nombre de fleurs par lobe ( $R = 0,65$ ). Par contre, la taille de l'inflorescence est à la fois corrélée avec le nombre de fleurs par lobe et par inflorescence avec respectivement  $R = 0,25$  ;  $0,40$ . Il en est de même entre le nombre de lobes et de fleurs par inflorescence ( $R = 0,60$ ). La taille du pétiole est corrélée à la longueur et largeur du limbe avec  $R = 0,50$  ;  $0,37$ . Enfin, la géométrie longitudinale de la noix d'anacarde présente de fortes corrélations avec le poids de la noix soit  $R = 0,92$ . Par ailleurs, le poids de la noix est à la fois corrélé avec la largeur ( $R = 0,32$ ) et l'épaisseur ( $R = 0,19$ ). Toutefois, des corrélations inter-phénotypiques sont notées entre ces mêmes descripteurs. Il s'agit entre autres de celles liant la longueur du limbe au nombre de fleurs hermaphrodites par lobes avec  $R = 0,18$ , le diamètre de la frondaison à la largeur du limbe ( $R = 0,23$ ) et à la taille du pétiole ( $R = 0,20$ ). Les variables épaisseur et poids de la noix ont été négativement corrélées avec le nombre de lobes par inflorescence soit respectivement  $R = -0,19$  ;  $-0,20$ . Le poids de la noix a été négativement corrélé aux nombres de paires de nervures latérales ( $R = -1,94$ ). Enfin, seuls les paramètres dendrométriques, florales et foliaires ont été positivement corrélés à la production en noix. La production est à la fois corrélée à la hauteur totale de l'arbre ( $R = 0,36$ ) ; à l'épaisseur de l'écorce avec  $R = 0,23$  ; au diamètre du tronc avec  $R = 0,27$  ; à l'envergure et à la superficie couverte avec respectivement  $R = 0,36$  ;  $0,61$ . Il en est de même entre la variable nombre de fleurs hermaphrodites par lobe et la production avec  $R = 0,19$  et la production à la largeur du limbe avec  $R = 0,16$ .

**Tableau 6** : Tableau de corrélation des variables phénotypiques analysées.

Variables	Dt	EE	Ht	Hbr	Df	SC	NBC	TI	NFI	NLI	NFL	NFHL	NFML	LI	Lgl	Tp	NPNL	LN	lgN	EN	PN	P	
Dt	<b>1</b>																						
EE	<b>0,43</b>	<b>1</b>																					
Ht	<b>0,67</b>	<b>0,36</b>	<b>1</b>																				
Hbr	-0,13	0,11	0,04	<b>1</b>																			
Df	<b>0,74</b>	<b>0,43</b>	<b>0,71</b>	0,05	<b>1</b>																		
SC	<b>0,48</b>	<b>0,21</b>	<b>0,45</b>	-0,10	<b>0,64</b>	<b>1</b>																	
NBC	<b>0,26</b>	0,08	<b>0,20</b>	-0,07	<b>0,27</b>	<b>0,22</b>	<b>1</b>																
TI	0,13	0,12	0,10	0,02	0,06	0,09	0,00	<b>1</b>															
NFI	-0,02	-0,07	-0,11	-0,07	0,02	-0,05	-0,04	<b>0,40</b>	<b>1</b>														
NLI	-0,15	-0,13	<b>-0,18</b>	-0,02	-0,09	-0,15	-0,12	<b>0,38</b>	<b>0,596</b>	<b>1</b>													
NFL	0,08	0,03	0,02	-0,05	0,10	0,04	0,04	<b>0,25</b>	<b>0,844</b>	0,09	<b>1</b>												
NFHL	<b>0,18</b>	0,16	0,10	-0,13	<b>0,19</b>	<b>0,25</b>	0,12	0,10	0,053	-0,12	0,16	<b>1</b>											
NFML	-0,08	-0,01	-0,05	-0,05	-0,04	-0,13	-0,03	<b>0,20</b>	<b>0,625</b>	<b>0,19</b>	<b>0,65</b>	0,03	<b>1</b>										
LI	0,07	0,06	0,06	-0,11	0,07	0,09	-0,08	0,02	-0,005	-0,10	0,09	<b>0,18</b>	0,01	<b>1</b>									
Lgl	0,06	-0,00	0,13	-0,01	<b>0,23</b>	0,11	-0,10	-0,02	0,093	0,03	0,12	0,11	-0,04	<b>0,58</b>	<b>1</b>								
Tp	0,05	0,07	0,07	-0,03	<b>0,20</b>	0,11	0,04	0,10	<b>0,191</b>	0,03	<b>0,24</b>	0,13	0,13	<b>0,50</b>	<b>0,37</b>	<b>1</b>							
NPNL	-0,03	0,02	-0,02	-0,09	-0,08	-0,11	-0,14	-0,14	-0,029	-0,09	0,05	0,12	0,03	<b>0,49</b>	<b>0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>1</b>						
LN	-0,03	-0,08	-0,03	-0,01	-0,06	0,04	0,07	0,10	-0,063	-0,14	0,03	-0,01	-0,14	-0,07	-0,07	0,08	-0,17	<b>1</b>					
lgN	-0,00	-0,02	0,03	-0,05	-0,07	0,00	0,11	-0,07	-0,086	-0,17	0,01	0,01	-0,03	0,09	-0,00	-0,08	-0,04	<b>0,31</b>	<b>1</b>				
EN	-0,09	0,01	-0,01	0,13	0,01	0,01	-0,01	-0,06	-0,107	<b>-0,20</b>	0,00	-0,01	-0,07	-0,04	-0,07	-0,07	<b>0,20</b>	0,15	0,04	<b>1</b>			
PN	0,02	-0,03	0,09	0,02	0,04	0,06	0,09	0,08	-0,073	<b>-0,19</b>	0,05	-0,05	-0,16	-0,02	-0,04	0,13	<b>-0,19</b>	<b>0,92</b>	<b>0,32</b>	<b>0,19</b>	<b>1</b>		
P	<b>0,27</b>	<b>0,23</b>	<b>0,36</b>	-0,03	<b>0,36</b>	<b>0,61</b>	0,07	-0,07	-0,063	-0,08	-0,02	<b>0,19</b>	-0,13	0,15	<b>0,16</b>	-0,04	0,00	-0,01	-0,01	0,03	-0,01	<b>1</b>	

### 3.3. Discussion

L'identification des variétés d'anacardiens se base généralement sur la définition des caractéristiques dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix et de la pomme. L'aspect morphologique constitue le premier maillon de l'identification variétale. Les caractères dendrométriques, florales, foliaires et morpho-pondérales de la pomme et noix d'anacarde ont fait ressortir des écarts importants entre les valeurs minimales et maximales, pour la majorité des paramètres analysés. Comptant pour les données dendrométriques, l'importance de ces écarts apparaît avec les coefficients de variation élevés, témoignant d'une nette variabilité génétique au sein des sujets étudiés, ceci corrobore les résultats de Castro et al., (2011) mettant en évidence une grande variabilité phénotypique inter et intra spécifique des anacardiens de la savane Brésilienne. L'importance des coefficients de variation obtenues a été abordée dans le même sillage par Akadié et al., (2014), dans son étude portant sur la diversité morphologique des accessions d'anacardiens en Côte d'Ivoire. Les feuilles des anacardiens sont formées en générale d'un pétiole, d'un limbe et de nervures. Comptant pour les variables longueur et largeur du limbe et taille du pétiole, les résultats de cet article sont en accord avec ceux de Lacroix (2003), observant des dimensions comprises entre 7 à 18 cm pour la longueur du limbe sur 5 à 12 cm pour sa largeur et portées par des pétioles dont la taille est comprise entre 1 à 2 cm environ épaissi à la base avec un limbe à nervation pennée. L'étude a permis d'observer deux couleurs au niveau de la feuille de l'anacardier. Il s'agit de la couleur vert clair et celle vert sombre avec respectivement 43,26 % et 56,74 %. La majorité de feuilles des anacardiens ont présenté des formes obovales avec 86,47 % et ovale avec 13,51 %. Ces résultats diffèrent de ceux de Lacroix (2003) selon qui les feuilles d'anacardiens étudiées présentaient seulement la forme obovale. Cette différence s'expliquerait par l'introduction et la valorisation des noix de diverses origines dans le département de Goudomp. L'anacardier, plante spermatophyte est caractérisé entre autres par la présence de fleurs, carpelles et d'une double fécondation. L'analyse descriptive a permis d'obtenir une inflorescence de type paniculaire, pourvue de fleurs dotées de deux couleurs (rouge et blanche). Comptant pour le type d'inflorescence, de telles observations confirment celles de Diédhiou (2017), affirmant obtenir des inflorescences en panicules ou cyme terminales. Par ailleurs, les observations sur la couleur des fleurs ont montré deux grandes familles avec des disparités. Il s'agit notamment de la couleur blanche striée (rose, rouge, rouge claire et rouge violacée), de la couleur blanche et rouge violacée. Ces résultats sont différents de ceux de Diédhiou (2017) qui a observé des fleurs de couleur blanche ou jaune pâle striées de rose ou rouge-vert. L'analyse de la variance florale des anacardiens n'a montré aucune différence significative pour les variables nombre de fleurs mâles et bisexuées



suivant l'âge et l'environnement de l'anacardier. Ces résultats différents de ceux de Sankharé (2018), dont l'analyse de la morphologie florale a montré que les anacardiens des communes et villages de (Keur Babou Diouf, Keur Mama Lamine, Keur Samba Are, Keur Aliou Guéye, Missira Niombato, Touba Barya et Touba Mouride) différaient significativement pour les variables nombre de fleurs mâles. L'environnement et les variétés cultivées dans les deux localités (Goudomp et Fatick) justifient les différences notées. Les fleurs étudiées montrent une nette variation avec une nette prédominance en fleurs mâles. Les résultats de la présente étude sur les fleurs corroborent ceux obtenus par Aliyu, (2005) et Lefebvre., (1969) qui ont mis en évidence la présence concomitante de fleurs mâles et hermaphrodites à des proportions variées dans les pieds d'anacardiens. Le ratio floral qui est un bon indicateur de rendement varie entre 0 et 30,61 %. Ceci montre une variabilité significative du ratio floral au sein des anacardiens. De telles relations s'opposent à celles obtenues à Fatick/Sénégal (Sankharé, 2018) montrant une relation non significative du ratio floral ( $P > F = 0,31$ ) des anacardiens des communes et villages précités. Des études portant sur la caractérisation morphologique et des performances agronomiques des accessions de noix de cajou du Bénin (Chabi et al., 2015) ont confortés cette variabilité avec un ratio floral compris entre 0,004 et 0,273. Dans le même sillage, l'étude portant sur l'évaluation de la diversité génétique et l'identification d'hybrides de noix de cajou d'élite a montré un ratio floral moyen de 0,22 ; des résultats en phases avec ceux obtenus dans la présente étude.

L'analyse descriptive a permis d'observer deux formes de noix d'anacarde. Il s'agit de la réniforme avec 98,54 % et la forme oblongue-ellipsoïde avec 2,44 %. Des résultats différents de ceux de Lautié et al., (2001) et Aliyu (2005), qui n'ont observé que la réniforme. Ces différences de formes observées sont dues à l'introduction dans le département de Goudomp de noix tous venant aux caractères méconnaissables. Par contre deux familles de couleurs sont observées sur la noix d'anacarde (gris et brun) ; des résultats qui corroborent ceux obtenus par Lautié et al. (2001).

Les variables longueurs et poids de la noix d'anacarde sont significativement différentes suivant l'âge et la localité avec ( $P < 0,0001$ ) ; un résultat qui confirme Diédhiou (2017) qui a révélé que la longueur et le poids de la noix d'anacarde différaient significativement suivant les morphotypes (Bénin rouge, Carotte, Costa Rica et Patron) avec ( $P < 0,001$ ). Quant à la forme de la pomme (faux fruit), elle est cylindrique avec ses variantes, conique-obovale ou ronde. Ces résultats diffèrent de ceux de Coly (2016), qui a montré que la forme de la pomme est ronde ou cordiforme (forme de cœur). La description des variables morpho-pondérales a montré trois couleurs de pommes d'anacarde, à savoir jaune, orange ou rouge. De telles observations



corroborent Diédhiou (2017), qui a trouvé des morphotypes de pommes d'anacarde de couleurs rouge, jaune ou orange.

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) couplée à la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ont permis de ranger les 150 pieds d'anacardiens en trois groupes significativement distincts. Ces résultats confirment ceux de Sankharé (2018) dans son étude portant sur le phénotypage des anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) de la sélection massale dans la région de Fatick (Sénégal). Aujourd'hui, avec l'avènement des programmes d'amélioration variétale, l'importante variabilité phénotypique observée pourrait être imputable à divers facteurs tels que la provenance de la semence, la sélection variétale et l'acclimatation aux nouvelles conditions agro-écologiques. Il faut cependant noter que ces caractères pourraient être expliqués soit par leur potentiel génétique soit par leur environnement. Ce qui prouverait l'existence d'une forte variabilité génétique au sein des anacardiens étudiés. Ces résultats ont été confortés par ceux de Sarr (2002) dans son rapport portant sur l'analyse du secteur anacarde situation actuelle et perspective de développement.

La moyenne de la production par groupe dans notre étude a varié entre 580 et 5600 kg/ha par arbre indiquant qu'une importante variabilité est présente dans les anacardiens du Balantacounda. Cette énorme variabilité observée pourrait être attribuée aux facteurs génétiques et/ou environnementaux (Martin et al., 1998 ; Aliyu, 2004). En effet, le groupe III avec une production moyenne de 5600 kg/ha par pied a enregistré les meilleures performances en termes de production de noix d'anacarde jamais enregistrées dans le monde. La performance de ces arbres dépasse de loin celle enregistrée chez les Arbres Potentiel Elites (APEs) de Keur Aliou Gueye et Touba Barya (Sénégal) avec une production moyenne avoisinant 288,6 et 143,3 kg/ha, respectivement. Cependant, les arbres du village de Keur Aliou Gueye à savoir A647 avec 5084 kg/ha, A643 avec 4447 kg/ha ont une production similaire au prototype 3. Les études menées au Malawi ont montré une moyenne de production de 153 kg/ha (Chipojola et al., 2009). De telles observations confirment la performance des individus du groupe III.

Généralement, la nature des corrélations entre les traits agronomiques et la production en noix d'anacarde peut améliorer ou retarder la progression de l'amélioration variétale. En effet, le caractère taille de la noix constitue un critère de choix aussi bien pour les producteurs, consommateurs et transformateurs que pour les améliorateurs variétales. Une relation positive indique que la sélection pour l'amélioration de l'une des composantes du rendement entraînerait une augmentation concomitante d'une ou de plusieurs composantes. Des relations positives et hautement significatives entre la hauteur totale, l'épaisseur de l'écorce, la superficie couverte par le houppier de l'arbre, la largeur du limbe, les fleurs hermaphrodites par lobe et le

rendement en noix d'anacarde. Ces relations positives suggèrent que le rendement en noix peut être amélioré à travers la sélection de ces différentes composantes. La corrélation positive significative entre la production de noix d'anacarde par arbre et les fleurs hermaphrodites par panicule est conforme aux résultats de Sankharé (2018). Une amélioration du rendement en noix d'anacarde peut donc être obtenue par la sélection de ces caractères fortement corrélés, car une augmentation de la valeur moyenne de l'un des paramètres augmenterait considérablement la moyenne des autres (Pedro de azevedo et al., 1998). Le poids de la noix d'anacarde a été négativement corrélé aux nombres de paires de nervures latérales par feuille. Hormis cette variable, le poids de la noix d'anacarde n'est corrélé à aucun autre trait agronomique. Les relations non significatives entre le poids de la noix d'anacarde et le rendement en noix d'anacarde dans cette étude étaient contraires à l'association significative négative rapportée par Northwood (1966). Bien que les résultats de la présente étude aient montré des corrélations positives entre la production en noix d'anacarde et le diamètre de la frondaison, des relations négatives entre la canopée et la production de noix ont montré que les anacardiens à grande canopée ont tendance à produire un rendement inférieur (Aliyu, 2005). Masawe (1994) et Masawe et al., (1998) ont rapporté des observations similaires sur la noix d'anacarde en Tanzanie. L'envergure et la superficie couverte par le houppier de l'anacardier sont positivement et significativement corrélées au rendement en noix d'anacarde. De telles observations s'opposeraient aux résultats de Tandjiekpon (2005) qui a signalé que le rendement d'un arbre donné était très variable et mal corrélé à la densité et à la superficie de la couverture végétale du couvert.

Une corrélation significative a été notée entre la largeur du limbe et le rendement en noix d'anacarde. Cela suggère que la surface des feuilles joue un rôle important dans la production de matière sèche pendant le développement du fruit et que les génotypes à grandes feuilles ont tendance à produire de gros fruits (Aliyu, 2004). La connaissance des relations entre le poids des noix d'anacarde et leur rendement serait essentielle pour améliorer efficacement la production des variétés d'anacarde combinant des concentrations modérément élevées de rendement et la bonne qualité de la noix en taille. Sankharé (2018) a signalé une association positive entre le poids des noix d'anacarde et leur rendement, tandis que Salleh et al. (1989a, 1989b) ont enregistré une corrélation négative entre le nombre de noix d'anacarde par arbre et leur poids. Le poids de la noix d'anacarde a été négativement corrélé à la production.

## **Conclusion**

Une hétérogénéité phénotypique a été mise en évidence dans la collection d'anacardiens du Balantacounda. Elle a été structurée en trois

groupes d'anacardiens significativement distincts grâce aux caractères dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix d'anacarde. Le premier groupe est constitué d'arbres de taille moyenne, pourvus d'une envergure et production en noix d'anacarde moyenne et des fruits de poids moyen. Le deuxième groupe comporte des arbres de petite stature, dotés d'une envergure moyenne avec une faible production et des noix de poids moyen. Le troisième groupe est caractérisé par des arbres de grande taille, pourvus d'une grande frondaison, une production intéressante avec des noix de faible poids.

L'analyse des données dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la pomme et noix des différents anacardiens a permis d'identifier une importante variabilité génétique au sein des anacardiens étudiés. L'étude des performances phénotypiques des anacardiens a montré des corrélations intra et inter-phénotypique significatives au sein et entre les paramètres dendrométriques, foliaires, florales et morpho-pondérales de la noix d'anacarde. Une étude moléculaire et phylogénétique permettrait de suivre ces différents groupes définis afin d'étudier la part des gènes dans la variation des performances phénotypiques et de production des anacardiens. Une analyse chimique et organoleptique de la pomme permettrait de compléter la classification des morphotypes ainsi définis.

#### References:

1. Akadie J. B. D., Hugues A. N., Kouablan E. K., Achille N. A. & Severin A. (2014). Diversité morphologique des accessions d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) introduits en côte d'ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 23 (2014). 244–258.
2. ALIYU O. M. (2004). *Characterization and Compatibility Studies in Cashew (Anacardium occidentale L.)*: Ph.D. Thesis, University of Ilor, (Nigeria), p. 268.
3. Aliyu O. M. (2005). Phenotypic correlation and path coefficient analysis of nut yield and yield components in cashew (*Anacardium occidentale* L.): <https://www.researchgate.net/publication/267721077>, p. 19-24.
4. AINAN M. M. S. (1996). L'anacardier dans le système de production au niveau paysan : une approche de rentabilité économique et de la gestion du terroir dans la commune rurale d'Agoua (Zou). Thèse d'ingénieur Agronome, FSA UNB, p. 229.
5. ARDS. (2016). Plan de développement départemental de Goudomp, p. 100.
6. CHABI S. K., ADOUKONOU S. H., AHOTON L. E., ADEBO I., ADIGOUN F. A., SAIDOU A., AHANCHEDE A., KOTCHONI S. O. & BABA M. L. (2015). Morphological characterization and

- agronomic performances of cashew (*Anacardium occidentale* L.) accessions from Benin. *J. Agric. Crop Res. Sci*, 28-40.
7. CASTRO A. C. R., BORDALLO P. N., CAVACANTI J. J. V. & BARROS L. M. (2011). Brazilian cashew germplasm bank. *Brazilian. Ed. K.E. Hummer. Acta Hort.* 918, ISHS : 857861(2011). 857-861.
  8. CHARAHABIL M. M., DIATTA M. & NDIAYE S. (2017a). Caractérisation des Plantations à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) dans le Balantacounda: cas des communes de Kaour, Goudomp et Djibanar (Casamance/Sénégal). *J Euro. Sci*, 242-257.
  9. CHARAHABIL M. M., DIATTA M., NDIAYE O. & NDIAYE S. (2017b). Influence de la flore ligneuse associée dans la production des parcs à *Anacardium occidentale* L. dans la communauté rurale de Djibanar (Casamance/Sénégal). *Int.J.Biol. Chem. Sci* 11(2) : 585-596.
  10. CHIPOJOLA F. M., MWASE W. F., KWAPATA M. B., BOKOSI J. M., NJOLOMA J. P. & MALIRO M. F. (2009). Morphological characterization of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in four populations in Malawi. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 8 (20), ISSN 1684–5315 © 2009 Academic Journals, pp. 5173-5181.
  11. COLY. (2016). Etudes des caractéristiques morphologiques et de la germination des noix de *Anacardium occidentale* L. de la région de Ziguinchor. Mémoire de Fin de cycle : Ecole Nationale Supérieur d'Agriculture (Sénégal), p. 57.
  12. DIEDHIOU. (2017). Morphologie et germination comparées des semences de quatre morphotypes de *Anacardium occidentale* L. au Sénégal. Mémoire de Fin de cycle : Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (Sénégal), p. 61.
  13. DOUZET R. (2007). Petit lexique de botanique à l'usage du débutant. UJF-Bât D-BP 53-38041 Grenoble cedex 9, p. 42.
  14. Gupta R. K. (1993). Multipurpose trees for agroforestry and wasteland utilization. *Development and Oxford & IBH Publishing, India*, p. 67.
  15. INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCE: IBPGR. 1986. Cashew (*Anacardium occidentale* L) descriptors for plant genetics, Genetic Resource Centre, Plant Production and Protection Division. FAO via delle Terme Di caracalla, 00100 Rome, Italy, p. 33.
  16. LACROIX E. (2003). Les anacardiens, les noix de cajou et la filière anacarde à Bassila et au Bénin. *Projet restauration des ressources forestières de Bassila. GTZ République du Bénin*, p. 75.
  17. LAUTIE E., DORNIERA M., De SOUZA F. M. & REYNES M. (2001). Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés. *Cirad. Fruits*, 56 (4) : 235-248.

18. LEFEBVRE A. (1969). L'anacardier, une richesse de Madagascar. *Fruits*, vol. 24, n° I, 43-64.
19. MALOU G. (2014). Caractérisation et germination des semences de quatre variétés de *Anacardium occidentale* L., Mémoire de Master : Université Assane Seck de Ziguinchor (Sénégal), p. 35.
20. MARTIN P. J., KASUGA L. J. & BASHIRU R. A. (1998). Cashew Farming Upgrading: Agronomic Options for Cashew Production by Smallholder Farmers in Tanzania. *Exp Agr Journal*, 137-152.
21. MASAWA P. A. L. (1994). Aspect of breeding and selecting improved cashew genotypes (*Anacardium occidentale* L.). Ph. D. Thesis, University of Reading, UK. *Advances in Biological Chemistry*, Vol.4 No.4, June 9, 2014.
22. MASAWA P. A. L., CUNDALL E. P. & CALIGARI P. D. S. (1998). Performance in South-eastern Tanzania of local cashew germplasm and selected clones. *Proceeding of International Cashew and Coconut Conference*, 17–21.
23. Nambiar M. C., Baskara R. EV. V., Thankamma, P. PK., (1990). Biotechnology of fruit and nut crops. *Cashew In: Bose TK, Mitra SK, eds. Fruits: Tropical and Subtropical. Calcutta, India: Naya Prokash, 386-419.*
24. NDIAYE L. (2019). Identification et caractérisation des différentes variétés d'anacardiers (*Anacardium occidentale* L.) cultivés dans le Balantacounda. Mémoire de Master, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), p. 46.
25. NIANG P. M. (2016). Caractérisation de noix et tests de germination de six variétés de *Anacardium occidentale* L. de la région de Sédhiou, Mémoire de Master : Université de Thiès (Sénégal), p. 50.
26. NORTHWOOD P. J. (1966). Some observations of flowering and fruit-setting in cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Tropical Agriculture* 43: 35–24.
27. OHLER J. G. (1979). *Cashew communication*, Royal Tropical Institute Amsterdam 71, p. 260.
28. Olossoumaï, I, F., Agbodjaf, A, C., (2001). Plantation d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) : production et commercialisation de noix de cajou à IGBOMAKRO dans la sous-préfecture de Bassila. Mémoire de Fin de cycle : Lycée Agricole Medji de Sékou (Bènin), p. 43.
29. PADEC. (2018). Suivi de la production des anacardiers géo-référenciés dans le Balantacounda, p. 6.
30. PEDRO De AZEVEDO D. M. P., CRISÓSTOMO J. R., IMEDA F. C. G. & ROSSETTI A. G. (1998). Estimates of genetic correlations and correlated responses to selection in cashew (*Anacardium occidentale* L.) *Genet. Mol. Biol.*, 344-400.

31. RONDEUX J. (1999). La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux, Belgique. ISBN 2-87016-060-7, p. 521.
32. SAGNA P. (2005). « Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l’Afrique Occidentale ». Thèse de Doctorat d’Etat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 2006. Tome I, p. 270 ; Tome II, p. 516.
33. Sagna P. (2006). Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l’Afrique Occidentale. Thèse de Doctorat d’Etat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 2006. Tome I, 270p. ; Tome II, 516p.
34. Sambou B. (2004). Evaluation de l’état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et sub-guinéen au Sénégal. Thèse de doctorat d’Etat. Dakar : Institut des Sciences de l’Environnement, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, p. 210.
35. SANKHARE M. (2018). Phénotypage des anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) de la sélection massale dans la région de Fatick (Sénégal). Mémoire de Master : Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), p. 44.
36. SAÏDOU A., BALOGOUN I., KONE B., GNANGLE C. P. & AHO N. (2012). Effet d’un système agro forestier à karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) sur le sol et le potentiel de production du maïs (*Zea mays*) en zone Soudanienne du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6: 2066-2082.
37. SALLEH H., CHAI T. B., BAKRI M. L. (1989a). Seasonal variation in yield performance of 16 cashew clones on bris soil. *MARDI Research Journal* 17: 167–171.
38. SALLEH H., CHAI T. B., WAHAB N. A., BAKRI M. L. & ABIDAH T. A. (1989b). Identification of promising materials from a seedling population of cashew based on nut number and nut weight. *MARDI Research Journal* 17: 155–166.
39. SARR M. B. (2002). Analyse du secteur de l’anacarde situation actuelle et perspective de développement, p. 34.
40. TANDJIEKPON A. M. (2005). Caractérisation du système agroforestier à base d’anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en zone de savane au Bénin. Mémoire du diplôme d’Etudes Approfondies (DEA), FLASH, ABOMEY-CALAVI, p. 104.
41. TREVIAN M. T. S., PFUNDSTEIN B., HAUBNER G. WÜRTELE G., SPIEGELHALDER B., BARTSCH & OWEN H. RW. (2005). *Food and Chemical toxicology*, 44 (2005)188-197.
42. USAID. (2006). Etude de la Filière de l’Anacardier dans la Vallée du Yamé. USAID : Mali, p. 45.

## **Fistule Iléo-Vésicale Sur Phyto-Bézoard : À Propos D'une Observation Et Revue De La Littérature**

***Ibrahima KA.,  
Abib Diop,  
Christine Marie Joseph Diouf,  
Papa Saloum Diop,  
Babacar Fall,***

Faculté de Médecine, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p396 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p396](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p396)

---

### **Résumé**

Le bézoard est un diagnostic rare d'abdomen chirurgical. Un homme de 43 ans a été reçu dans un tableau de syndrome occlusif. Une tomodensitométrie abdominale a été réalisée et objectivait un obstacle endoluminal du grêle. L'exploration chirurgicale avait retrouvé une occlusion grêlique associée à une fistule iléo-vésicale. La brèche vésicale a alors été fermée, un bézoard extrait et une résection-anastomose a été effectuée sur le segment du grêle perforé. La stratégie diagnostique et la prise en charge sont discutées.

---

**Mots-clés:** Bézoard, Occlusion Intestinale, Fistule Iléo-Vésicale, Résection

## **Ileo-vesical Fistula on Phytobezoard: A Literature Review**

*Ibrahima KA.,  
Abib Diop,  
Christine Marie Joseph Diouf,  
Papa Saloum Diop,  
Babacar Fall,*

Faculté de Médecine, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal

---

### **Abstract**

The bezoar is a rare diagnosis of surgical abdomen. A 43-year-old man was admitted with an occlusive syndrom. An abdominal scan was performed and an endo-luminal obstruction of the small bowel was objectified. Surgical exploration shows a bowel obstruction to be associated with an ileo-vesical fistula. The bladder breach was then closed, a bezoar extracted, and a resection-anastomosis was performed on the perforated small bowel segment. The diagnostic strategy and management was also discussed.

---

**Keywords:** Bezoar, Bowel Obstruction, Ileo-Vesical Fistula, Resection

### **Introduction**

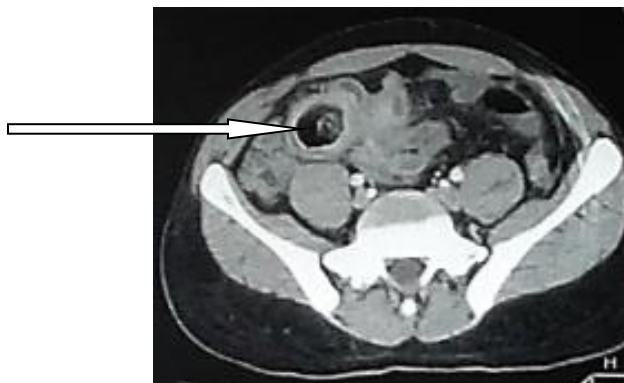
Le «Bézoard» désigne une affection rare, secondaire à l'accumulation inhabituelle, sous forme de masses solides ou de concrétions, de substances de diverses natures à l'intérieur du tube digestif. Le diagnostic positif repose sur l'imagerie et le traitement est essentiellement chirurgical (Farouk, 2013). Nous vous présentons dans ce contexte un patient pris en charge en urgence dans notre service.

### **Observation**

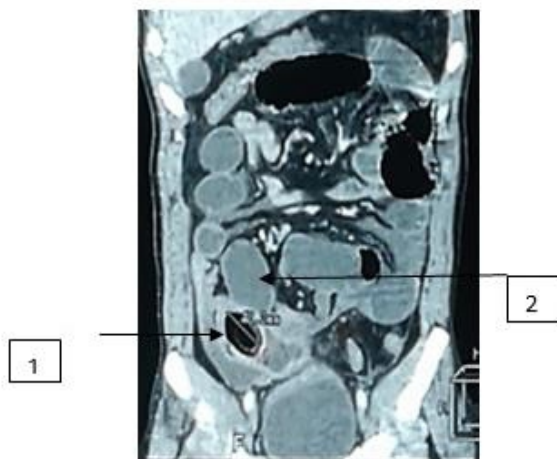
Il s'agit d'un patient de 43 ans, sans antécédents médico-chirurgicaux, hospitalisé en urgence pour des douleurs abdominales qui évoluaient depuis 3 jours. Ces douleurs étaient initialement de siège hypogastrique puis irradiaient vers la région péri ombilicale. Elles étaient à type de torsion d'une intensité modérée avec des paroxysmes et étaient associées à plusieurs épisodes de vomissements alimentaires post prandiaux précoces.



Il y avait un arrêt des matières fécales sans arrêt des gaz. L'examen physique retrouvait un patient avec un bon état général OMS 1. Cependant, l'abdomen était distendu, douloureux, avec une sensibilité plus marquée en régions hypogastrique et péri ombilicale. La percussion abdominale faisait entendre un tympanisme diffus. Au toucher pelvien, l'ampoule rectale était vide. A la biologie, la CRP était à 12 mg/l. La TDM révélait une occlusion grêlique par un obstacle endoluminal de l'iléon terminal évoquant un bézoard sans signe de complication pariétale (Figure 1,2).



**Figure 1.** TDM abdomino-pelvienne, coupe axiale avec injection de produit de contraste, obstacle de l'iléon terminal (flèche).



**Figure 2.** TDM abdomino-pelvienne, coupe coronale, (1) : masse, (2) : anse iléale dilatée.

L'exploration chirurgicale retrouvait une occlusion du grêle sur un corps étranger dur, arrondi, d'environ 4 cm de diamètre et situé à 40 cm de la jonction iléo-cæcale (Figure 3). Il est constaté une infraction iléale avec fistule iléo-vésicale (Figure 4). Il n'y a pas de diverticule intestinal. Les gestes ont

alors consisté en une fermeture de la brèche vésicale par des points en "X" au fil Vicryl® 2/0.

Il s'en était suivi une résection iléale courte emportant la perforation iléale puis une anastomose manuelle iléo-iléale termino-terminale au fil Vicryl® 3/0. Un drainage de la cavité péritonéale à l'aide d'une lame de Delbet était ensuite mis en place.



**Figure 3.** vue opératoire (1) : corps étranger, (2) : iléon.



**Figure 4.** vue opératoire, Fistule vésicale (flèche).

Au décours de l'intervention, l'inspection du corps étranger a confirmé qu'il s'agissait d'un amas de fibres alimentaires mal digérées, donc un phyto-bézoard enveloppé par des matières fécales.

Les suites opératoires étaient simples. Le retour à domicile a été autorisé à J11 post opératoire.

## Discussion

Les bézoards sont classés en deux grands groupes à savoir les trichobézoards, composés de cheveux ingérés en cas de trichotillomanie et les phytobézoards, constitués de fibres alimentaires non digérés (Robert, 2014). Dans la pratique courante, les bézoards sont une étiologie rare des occlusions du grêle, survenant dans 17 à 25 % des cas (Amadou, 2014). Ils représentent 1 à 5,8% des patients opérés (Robert, 2014). Son association avec une perforation a été rapportée dans très peu de cas (Kvitting, 2009). La plupart des perforations de l'intestin grêle sont « couvertes » en raison de l'abondance de structures péritonéales avoisinant le siège de la perforation. Généralement le tableau clinique est celui d'une péritonite localisée prenant volontiers un visage « occlusif » (Regent, 2014).

Le site le plus fréquent du bézoard est la dernière anse iléale, suivi du jéjunum (Amadou, 2014). Chez notre patient, le bézoard est retrouvé à 40 cm de la jonction iléo-cæcale. Le site grêlique a été objectivé à la TDM abdominale. En effet, la TDM est l'examen de référence en cas de syndrome occlusif car elle répond aux questions du chirurgien concernant la confirmation du diagnostic, le mécanisme de l'occlusion, le siège et la cause de l'obstacle, ainsi que les complications associées. Le phytobézoard apparaît comme une masse bien limitée intra luminale, mesurant habituellement moins de 5 cm de grand axe avec un aspect pseudo stercoral (Robert, 2014). Lorsque le bézoard est diagnostiqué chez un patient stable, le traitement est ambulatoire, se faisant avec de la papaïne ou de la cellulase pour dissoudre la concrétion. Les instruments endoscopiques modernes rendent possible l'extraction du bézoard de l'estomac ou du duodénum sans recourir à la chirurgie. Cependant, lorsque l'amas de matières se trouve au-delà de ce niveau et est responsable d'une occlusion ou de complications, l'intervention chirurgicale est nécessaire (Kvitting, 2009).

## Conclusion

Le bézoard est une pathologie rare pouvant être responsable de complications telles que l'occlusion intestinale aiguë et la fistule digestive. Son diagnostic nécessite une exploration paraclinique essentiellement basée sur la tomодensitométrie abdominale qui donnera une orientation sur les attitudes thérapeutiques à adopter.

## References:

1. Amadou, A., Bichri, M., Raïssia, C., Matusila, D., & Marouane, A. (2014). Cause rare d'occlusion intestinale. *Feuillets de radiologie*; 54:120-123.
2. Farouk, A., Diffaa, A., & Krati, K. (2013). Le bézoard gastrique : à propos de deux observations et revue de la littérature, *Hegel* (3) : 2.

3. Kvitting, EJP., Andersson, P., & Drevefors, P. (2009). A phytobezoar in the acute abdomen. *The American Journal of Surgery*, 197:21-22.
4. Regent, D., Balaj, C., Jausset, F., Oliver, A., Sellat-Aubriot, C., & Croise-Laurent, V. (2014). Perforations du tube digestif. *Feuillets de radiologie*; 54:9-31.
5. Robert, B., Dhahri, A., Rebibo, L., Chivot, C., Regimbeau, JM., & Yzet, T. (2014). Phytobézoard, une cause inhabituelle d'occlusion du grêle. *Presse Med.*

## Traitement Expérimental Par Coagulation Floculation Des Effluents Brutes D'une Industrie Aéronautique À Casablanca (Maroc)

*S. Namoussi,  
Y. Errougui,  
M. Chlaida,  
A. Nahli,  
C. Merbouh,  
A. Naamane,  
S. El Amrani,  
N. Iounes,*

Laboratoire d'Ecologie et d'Environnement (LEE),  
Université Hassan II- Casablanca, Faculté des Sciences Ben M'sik,  
Sidi Othmane, Casablanca, Maroc

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p402 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p402](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p402)

---

### Résumé

Les effluents de l'industrie de traitement de surface présentent souvent une forte charge en produits chimiques très toxiques qui doivent être traités conformément à une réglementation de plus en plus stricte. Dans ce travail, nous avons effectué une caractérisation des effluents liquides d'une unité de traitement de surface au Maroc qui a révélé une forte pollution colloïdale (Turbidité=131 NTU), une charge en matière oxydable élevée (DCO = 960 mg/l) et en éléments métalliques (Fer, cuivre, zinc, nickel, aluminium, chrome et cyanure). L'objectif de cette étude expérimentale consiste à appliquer un traitement physico-chimique par coagulation-floculation à ces eaux usées industrielles toxiques en vue de les conformer aux normes de rejet dans le réseau d'assainissement local. En effet, ce traitement, précédé d'un ajustement du pH, une oxydation des cyanures et d'une réduction du chrome hexavalent, a abouti à une réduction très satisfaisante de la toxicité de ces effluents avec des taux d'abattement de 94% pour la DCO et jusqu'à 99 % pour la turbidité et charge métallique.

---

**Mots clés :** Traitement de surface, rejets, caractérisation, coagulation/floculation, métaux lourds

## **Experimental Treatment By Coagulation Flocculation Of Raw Effluents From An Aerospace Industry In Casablanca (Morocco)**

*S. Namoussi,  
Y. Errougui,  
M. Chlaida,  
A. Nahli,  
C. Merbouh,  
A. Naamane,  
S. El Amrani,  
N. Iounes,*

Laboratoire d'Ecologie et d'Environnement (LEE),  
Université Hassan II- Casablanca, Faculté des Sciences Ben M'sik,  
Sidi Othmane, Casablanca, Maroc

---

### **Abstract**

Effluents from the surface treatment industry often have a high load of highly toxic chemicals that need to be treated in accordance with increasingly stringent regulations. In this work, we performed a characterization of liquid effluents from a surface treatment unit in Morocco that revealed high colloidal pollution (Turbidity=131 NTU), high stainless material (COD=960 mg/l) and metal elements (Iron, copper, zinc, nickel, aluminum, chromium and cyanide). The objective of this experimental study is to apply a physico-chemical treatment by coagulation-flocculation to these toxic industrial wastewater in order to comply with the discharge standards in the local sewage system. This treatment, preceded by pH adjustment, cyanide oxidation and reduction of hexavalent chromium, resulted in a very satisfactory reduction in toxicity of these effluents with abatement rates of 94% for COD and up to 99% for turbidity and metal load.

---

**Keywords:** Surface Treatment, Discharges, Characterization, Coagulation/Flocculation, Heavy Metals

### **Introduction**

Les industries de traitement de surface font partie des secteurs d'activités industrielles les plus polluants car elles utilisent de nombreux

produits chimiques en particulier à bas de métaux et de diverses substances organiques ou/et minérales caractérisés par leur toxicité pour l'homme et l'environnement (Yatribi et al., 2000 ; Druart et al., 2016 ; Zongo, 2009). En effet, les effluents générés par ces industries contiennent entre autres des résidus tels que les cyanures, acides, bases et des métaux lourds (Nickel, Zinc, Cadmium, Chrome ...)(Montvydienè et al., 2007; Crini et al., 2012; CARPP, 2002). Du fait de leur toxicité vis à vis de l'environnement, ces effluents industriels doivent être traités pour respecter les seuils imposés par la réglementation (SEMEMEE, 2010 ; MDMEMEE, 2014) avant leurs rejets au niveau du réseau d'assainissement ou dans le milieu naturel. Le traitement physico-chimique constitue souvent le procédé le plus appliqué pour éliminer ces polluants organiques et minéraux utilisés dans la plupart des industries de traitement de surface (Blais et al., 1999 ; Abid et al., 2010 ; Sancey et al., 2010).

Au Maroc, la problématique majeure de ce type d'effluents réside dans le fait qu'ils ne sont pas toujours traités par la majorité des industries, ce qui peut porter atteinte au réseau d'assainissement local et aux équipements des stations d'épuration urbaines auxquelles ses industries sont raccordées (Chlaida et al., 2011). Au même moment, il y a un risque de contamination des ressources hydriques aussi bien superficielles que souterraines (Bouderka et al., 2016) voir même marines (Ayah et al., 2015 ; Siba et al., 2018) et littorales (Izougarhane et al., 2016).

Ce travail s'intéresse au traitement des effluents liquides d'une filière de traitement de surface d'une industrie de fabrication de pièces aéronautiques située au niveau de la plateforme aéroportuaire Mohammed V à Casablanca. L'objectif est d'appliquer un traitement physico-chimique expérimental d'affinage par coagulation/floculation aux eaux usées issus des différents bains de traitement et rinçage. Auparavant, ces eaux usées, et avant leur rejet dans le réseau d'assainissement local, subissent un prétraitement de décyanuration/déchromatation pour éliminer les cyanures et transformer le chrome hexavalent ( $\text{Cr}^{6+}$ ) en chrome trivalent ( $\text{Cr}^{3+}$ ) en vue de se conformer aux valeurs limites stipulées dans les normes marocaines de rejets d'émission spécifiques aux industries de traitement de surface (SEMEMEE, 2010).

## **Fonctionnement de la filière**

### **Description du procédé de traitement de surface**

Au sein de cette unité industrielle, les pièces aéronautiques fabriquées subissent un traitement de surface au sein d'une série de cuves intégrées dans les chaînes de production de l'entreprise (*Figure 1*). Ces cuves fonctionnent soit comme des bains de traitement et ou des bains de rinçage des pièces fabriquées (Khyati et al., 2004).

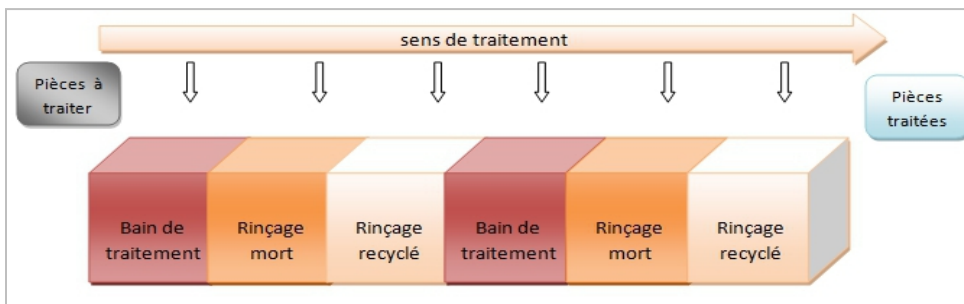


Figure : Composition générale de la chaîne de traitement de surface

Les produits utilisés au niveau des bains de traitement, qui se retrouvent généralement dans les eaux en sortie de chaîne de production, sont formés de plusieurs espèces chimiques : acides, bases, métaux (chrome, nickel, aluminium, Fer ...), cyanures, chrome hexavalent ( $\text{Cr}^{6+}$ ) (Crini et al., 2012). Quant aux bains de rinçage intercalés entre les différents bains de traitement, ils permettent de stopper et neutraliser les réactions chimiques et d'éviter également la contamination des bains avals (Laforest, 1999 ; Leveillard, 2011).

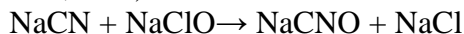
Les différents polluants issus des différentes cuves de traitement varient suivant le type de procédé de production lié au substrat à traiter et à la composition des bains utilisés (Tireche, 2008). Les rejets les plus concentrés en polluants correspondent aux eaux des bains de traitement qui sont vidangés une fois les éléments chimiques se présentent hors tolérances de fonctionnement. Les rejets dilués sont essentiellement constitués des eaux issues des bains de rinçage (Tatangelo, 2006). L'analyse de la composition physico-chimique de ces effluents (Tableau V) révèle une charge en matières oxydables (DCO), en matières en suspension (MES) et colloïdale (turbidité) importantes dépassant largement les valeurs limites de rejet stipulées dans les normes marocaines de rejets d'émission spécifiques aux industries de traitement de surface (SEMEE, 2010). Au même moment, le rapport  $\text{DCO}/\text{DBO}_5$  reste très élevé (32) confirmant que les eaux usées générées sont très loin d'être biodégradables d'autant plus que les teneurs des différents éléments métalliques, à l'exception du Cu, s'avèrent élevées et non conformes aux normes précitées.

Sur le plan quantitatif, l'entreprise consomme annuellement environ  $4041 \text{ m}^3$  d'eau potable et génère parallèlement chaque année  $2367,58 \text{ m}^3$  d'eaux usées issues des bains de traitement (soit  $522,88 \text{ m}^3$  dont  $14,52 \text{ m}^3$  sont cyanurés,  $177,69 \text{ m}^3$  sont chromiques et  $330,67 \text{ m}^3$  sont acido-basiques) et des bains de rinçage (soit  $1853,7 \text{ m}^3$  dont  $775,10 \text{ m}^3$  sont chromiques,  $10,8 \text{ m}^3$  sont cyanurés et  $1067,80 \text{ m}^3$  sont acido-basiques).



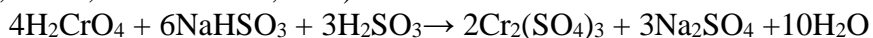
## Traitement des rejets par décyanuration et déchromatation

Le cyanure, encore couramment employé dans la composition des bains (CARPP, 2002), est un produit à caractère très toxique qu'on doit convertir en substance moins toxique (Pareau, 1995 ; Roques, 1998). La méthode la plus utilisée à l'échelle industrielle, est l'oxydation du cyanure ( $\text{CN}^-$ ) en cyanate ( $\text{CNO}^-$ ) par l'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) à un pH supérieur à 9,5 selon la réaction globale (Tatangelo, 2006 ; Abid et al., 2010 ; Euvrard, 2017 ; Laforest, 1999)



La quantité d'hypochlorite de sodium utilisée, selon la concentration de cyanures à éliminer, a été déterminée suivant l'instruction contrôle de la société sous la référence IC-R5.05-098. Ainsi, pour l'oxydation d'1kg de cyanure ( $\text{CN}^-$ ) en cyanate ( $\text{CNO}^-$ ), il convient d'utiliser 22 litres d'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) commercial 47 à 50° chlorométriques.

Le chrome, également employé dans la composition des bains de traitement (CARPP, 2002), est un produit à caractère toxique qui nécessite une déchromatation. La méthode la plus utilisée est la réduction du chrome hexavalent ( $\text{Cr}^{6+}$ ) en chrome trivalent ( $\text{Cr}^{3+}$ ) à l'aide du bisulfite de sodium ( $\text{NaHSO}_3$ ) à pH acide entre 1,8 et 2,5 (Abid et al., 2010 ; Sancey et al., 2010). Cette réduction est marquée par un changement très net de la coloration de la solution des bains de traitement passant du jaune au vert. Le procédé a lieu selon la réaction chimique suivante (Tatangelo, 2006 ; Abid et al., 2010 ; Euvrard, 2017 ; Trunfio et al., 2010):



La quantité de bisulfite à appliquer, variable selon la concentration de l'acide chromique, a été fixée selon l'instruction contrôle de la société référencée IC-R5.05-41. A titre indicatif, pour réduire 1 kg de chrome hexavalent  $\text{Cr}^{6+}$  en chrome trivalent  $\text{Cr}^{3+}$  au niveau des eaux usées des bains de traitement, il faut faire appel à 3 kg de bisulfite de sodium.

Après traitement des eaux des bains à l'hypochlorite de sodium et au bisulfite de sodium, les cyanures et le chrome  $\text{Cr}^{6+}$  deviennent indétectables. Ce résultat, rapporté ailleurs (Abid et al., 2010), montre que ces effluents des bains de traitement sont conformes aux normes de rejet (SEMEE, 2010) pour ce qui est de ces polluants spécifiques mais ils restent particulièrement chargés en chrome trivalent ( $\text{Cr}^{3+}$ ) et autres matières en suspension, oxydables et métaux divers.

## Matériel et méthodes

### Procédé de traitement expérimental par coagulation/ floculation

La coagulation-floculation est un procédé de traitement physico-chimique utilisé pour éliminer les matières en suspension colloïdales (Semerjian et al, 2003). Lors de cette étude, les essais expérimentaux de

coagulation-floculation sont appliqués directement sur des échantillons d'eaux usées brutes (200 ml), issues des baignoires de traitement et de rinçage, ayant subi une décyanuration et une déchromatation juste avant leur rejet dans le réseau d'assainissement local. Ces tests sont réalisés à l'aide d'un jar-test type VELP scientifica à quatre béchers, fonctionnant à une vitesse de rotation pouvant atteindre 200 tr/min.

Les produits coagulant et floculant utilisés correspondent respectivement au chlorure ferrique  $FeCl_3$  à 30% et à un polyacrylamide anionique. Ces produits sont appliqués à différentes doses, à des pH variables et à une vitesse de rotation/agitation du jar-test de 150 tr/min. Le but est de déterminer les conditions optimales pour obtenir les plus gros flocons à décanter et l'eau la plus limpide et claire possible. Le résultat obtenu est évalué à travers la mesure de la turbidité de l'échantillon traité et le calcul du taux de son abattement.

### Mesures et analyses physico-chimiques

Lors de cette étude, les échantillons ont été prélevés, durant la période allant du 01 Janvier au 30 Juin 2015, au niveau des quatre chaînes de production en pleine activité et au cours des divers cycles de production. Cet échantillonnage est effectué à un endroit où il y a suffisamment de turbulence/agitation pour assurer l'homogénéité de l'échantillon.

La caractérisation physico-chimique des eaux, réalisée après chaque test, porte sur la mesure des paramètres globaux ( $T^\circ$ , pH, Turbidité, MES,  $DBO_5$ , DCO) et spécifiques notamment les cyanures et les métaux : Fe, Cu, Zn, Ni, Al et Cr. Les méthodes de mesure et d'analyse des eaux usées, utilisées sont résumées dans le tableau I.

**Tableau I :** Matériels et méthodes de caractérisation des paramètres physico-chimiques

Paramètre	Matériels/méthode	Références
Température ( $^\circ C$ )	Thermomètre	TH CA 004
pH (Unités pH)	pH mètre	pH 3310 SET 2
La turbidité (NTU)	Turbidimètre	EUTECH TN-100
Demande Chimique en Oxygène "DCO" (mg/l)	Thermoréacteur à kits type DCO10119	Méthode DIN ISO 15705
Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours "DBO <sub>5</sub> " (mg/l)	Méthode manométrique	Oxiprel scientifica (AFNOR, 1999 - NFT 1899-2)
Matières en Suspension "MES" (mg/l)	Filtration sur filtre Wattman GFC	AFNOR, 1999-NF EN 872
Métaux (Fe, Cu, Zn, Ni, Al, Cr) et Cyanures (CN)	Spectrophotométrie aux kits standards	WTW Spectroflex 6100

## Résultats et discussions

### Tests de traitement par coagulation et floculation

#### Test de détermination de la dose optimale du coagulant

Lors de ce premier test de traitement destiné à déterminer la dose optimale du coagulant (chlorure ferrique à 30%), la turbidité chute rapidement après addition du coagulant. Le meilleur résultat est obtenu à une dose de 6 ml de chlorure ferrique, soit une turbidité de 10 NTU correspondant à un taux d'abattement de 92 % (tableau II). Le pH final de la solution reste neutre et donc conforme aux valeurs limites de rejet (SEMEMEE, 2010 ; Lydec, 1998).

**Tableau II** : Résultats du test de coagulation/floculation pour détermination de la dose optimale du coagulant

Echantillon (200 ml)	1 (Échantillon brut)	2	3	4	
Dose du coagulant (ml)	0	4	6	9	
pH final	8,07	7,72	7	6	
Turbidité	NTU	131	10,93	10	40,9
	% d'abattement	-	91%	92%	68%

#### Test de détermination du pH optimal

Lors de ce 2<sup>o</sup> test de coagulation-floculation, la dose du chlorure ferrique appliquée à tous les échantillons est de 6ml et le pH a été modifié en ajoutant le lait de chaux à 10 %. Le meilleur taux d'abattement (97 %) de turbidité (2,96 NTU) est obtenu à un pH de 9,5 (tableau III). Mais ce pH optimal n'est pas conforme aux valeurs limites de rejet (SEMEMEE, 2010).

**Tableau III** : Résultats du test de coagulation/floculation pour la détermination du pH optimal

Echantillon (200 ml)	Echantillon brut	1	2	3	4	
Dose du coagulant (ml)	0	6	6	6	6	
pH	8,07	8	9,5	5,76	11,2	
Turbidité	NTU	131	45,6	2,96	9,56	90,63
	% d'abattement	-	65%	97 %	92%	30%

#### Test de détermination de la dose optimale du floculant

Au cours de ce test, les conditions optimales précédentes de dose du coagulant (6 ml) et de pH (9,5) sont appliquées mais avec une variation des concentrations du floculant (polyacrylamide anionique). Le meilleur résultat de ce test, soit une turbidité de 1,68 NTU et un taux d'abattement de 99 %, est obtenu avec 6 ml de coagulant et 4 ml de floculant (tableau IV). Toutefois, un taux d'abattement élevé de la turbidité (98 %) est observé dès le départ du test sans coagulant (0 ml) et avec 4 ml de floculant. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que le lait de chaux, ajouté pour optimiser le pH à 9,5, déclencherait un début de coagulation.

**Tableau IV : Résultats du test de coagulation/floculation pour la détermination de la dose optimale du floculant**

Echantillon (200ml)	Echantillon brut	1	2	3	4	5	
Dose de coagulant ml	0	0	6	6	6	6	
Dose de Floculant ml	0	4	4	6	9	12	
pH optimal	8,07	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	
Turbidité	NTU	131	2,15	1,68	4,89	2,92	9,6
	% d'abattement	-	98	99	96	97	92

### Caractérisation physico-chimique des eaux usées

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux traitées dans les conditions optimales du coagulant (6 ml) et de floculant (4 ml), montrent que les valeurs de tous les paramètres aussi bien globaux que spécifiques présentent des taux d'abattement importants allant jusqu'à 99 % (Tableau V). Le Chrome trivalent ( $C^{3+}$ ) issu du prétraitement de déchromatation est indétectable. Au même moment, toutes les teneurs enregistrées pour les autres paramètres globaux ou spécifiques restent largement inférieures aux valeurs limites de rejets spécifiques aux industries de surface (SEMEMEE, 2010). Ces résultats témoignent de l'efficacité du traitement par coagulation/floculation comme l'ont montré les travaux de Abid et al. (2010) avec une réduction de 95% de la charge métallique ainsi que les travaux de Sancey et al. (2010) qui rapportent que ce traitement physico-chimique est capable de diminuer la charge polluante avec des taux d'abattement de 100 % pour l'Argent et le Chrome et de 72% pour le Zinc. De même, les travaux de Charles et al. (2019) ont montré que le traitement par voie physico-chimique par coagulation-floculation est capable de diminuer la charge organique, les nitrites et le zinc avec des taux d'abattements respectifs de 80 %, 90 % et 95 %. Nos résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par Yatribi et al. (1999) avec un pourcentage d'abattement de 95% pour le chrome et 95% pour les matières en suspension.

**Tableau V:** Résultats des analyses physico-chimiques des eaux usées traitées sous conditions optimales de coagulation/floculation en comparaison avec les valeurs limites de rejets

	Eau usée brute	Eau usée traitée par coagulation/floculation après décyanuration-déchromatation	Abattement (%)	Valeurs Limites de Rejet d'émission (mg/l)[9]
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	30	26	13%	100
DCO (mg/l)	960	52,9	94%	500
MES (mg/l)	1330	32	97%	50
DCO/DBO <sub>5</sub>	32	2,03	-	-
Température (°c)	30	30	-	30
pH	8,07	6,5	-	6-6,8
Turbidité (NTU)	131	1,68	99%	30
Fe (mg/l)	98	0,39	99%	20
Cu (mg/l)	2	0,04	98%	4
Zn (mg/l)	7	0,5	92%	10
Ni (mg/l)	8	0,5	93%	5
Al (mg/l)	11,4	4,7	58%	10
Chrome Cr <sup>6+</sup> (mg/l)	1,667	Non détecté	100%	0,2
CN (mg/l)	2,45	Non détecté	100%	0,2

## Conclusion

La caractérisation des effluents brutes de l'industrie aéronautique de la plateforme aéroportuaire Mohammed V à Casablanca, ayant fait l'objet de cette étude, révèle une forte charge en matières colloïdales et oxydable et présentant également une contamination en éléments métalliques (Fer, cuivre, zinc, nickel, aluminium ...). Bien que ces rejets subissent au préalable un prétraitement, par déchromatation et décyanuration ciblant respectivement le chrome hexavalent et le cyanure, il s'est avéré qu'ils ne respectent pas les normes marocaines relatives aux rejets des industries de traitement de surface. A ce propos, l'application d'un procédé de traitement physico-chimique expérimental par coagulation/floculation, au chlorure ferrique à 30% et au polyacrylamide anionique, a donné des résultats très satisfaisants. En effet, en plus de l'élimination totale des cyanures et surtout du chrome Cr<sup>3+</sup>, ce traitement physico-chimique d'affinage a entraîné des abattements importants pour les autres paramètres atteignant jusqu'à 99 % pour les MES, turbidité et la plupart des métaux. Au même moment, les eaux traitées répondent très largement aux valeurs limites de rejets spécifiques aux industries de surface au Maroc.

## References:

1. Yatribi, A., Najmeddine, A. (2000). Impact écotoxicologique du traitement chimique des eaux usées de tanneries : analyse technico-

- économique. *Revue Des Sciences de L'eau*, Volume 13, N°2(2000) p 107-118
2. Montvydienė, D., Marčiulionienė, D. (2007). Assessment of toxic interaction of metals in binary mixtures using *lepidium sativum* and *spirodelapolyrrhiza*. *Polish Journal of Environmental Studies* N°6(5) p 777-783
  3. Secrétariat d'état auprès du ministre de l'Énergie des Mines de l'Eau et de l'Environnement chargé Eau "SEMÉMEE". (2010). Arrêté fixant des valeurs limites spécifiques de rejet de la branche de galvanisation à chaud relevant de l'activité du traitement de surface. bulletin officiel n° 5836 - 21 jomada i 1431(6-5-2010).
  4. Ministère délégué auprès du ministre de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement, chargé de l'eau et de l'environnement département de l'eau "MDMEMEE". (2014). Préservation de la qualité des ressources en eau et lutte contre la pollution (valeurs limites de rejet à respecter par les déversements (normes de pollution).
  5. Blais, J.F., Dufresne, S., Mercier, G. (1999). Etat du développement technologique en matière d'enlèvement des métaux des effluents industriels. *Revue des sciences de l'eau*. Volume 12, N° 4(1999) p 687-711
  6. Aziza Abid, Abdeljalil Zouhri et Abdelali Ider. (2010). Dimensionnement d'une station automatique et continue de traitement physicochimique des rejets liquides de traitement de surface. *Journal Afrique SCIENCE* N° 06(2) (2010) p93 – 107
  7. Sancey, B., Trunfio, G., Charles, J., Minary, JF., Gavaille, S., Badot, PM., Crini, G. (2010). Heavy metal removal from industrial effluents by sorption on cross-linked starch: chemical study and impact on water toxicity. *journal of environmental management* N° 92(3) (2011) p103-184-198.
  8. Chlaida, M., Brand, C., Kraume, M., Moutaib, Z and Fouad, S. (2011). Wastewater in the peri-urban area of grand casablanca (morocco): status quo, treatment and potential reuse in urban agriculture in 3rd international symposium Re-Water Braunschweig , 21-22 November 2011, p265-281
  9. Bouderkha, N., Kacem SA., Lakhili, F., Lahrach, A., Benabdelhadi, M. (2016). L'impact De La Pollution Agricole Sur La Qualite Des Eaux Souterraines De La Nappe Du Gharb. *European Scientific Journal* N° 11 Volume 12 p509-524
  10. Ayah, M., Grybos, M., Tampo, L., Bawa, LM., Bril, H. (2015). Qualité Et Pollution Des Eaux D'un Hydrosystème Littoral Tropical: Cas Du Système Lagunaire De Lomé, Togo. *European Scientific Journal* N° 15 Volume 11 p 95-119

11. Siba, A., Eljaafari, S., Mokhtari, F. (2018). Pollution Bactérienne Et Toxique Dans Les Eaux De Rejets Industriels Et Domestiques Du Littoral Atlantique (Casablanca Est- Maroc). European Scientific Journal N°12 Volume 14 p283-296
12. Izougarhane, M., Mansouri, D., El Ibaoui, H., Chakiri, S., Fadli, M. (2016). Physico-Chimie Et Teneurs Metalliques Des Eaux De L'estuaire De L'oued Sebou Durant Des Annees De Dragage Du Sable/ 2007, 2014, 2015, 2016. European Scientific Journal N°30 Volume 12 p127-147
13. Khyati, A., Messafi, A. (2004). Traitement des rejets liquides émanant des industries de traitements de surfaces et leur réutilisation dans les circuits des chaînes selon le principe « zéro rejet », journal desalination. p 87-99.
14. Crini, G., Gavaille, S. (2012). Bilan du programme metaldex 2008-2012. métaux lourds et rejets industriels : développement de nouveaux procédés de traitement des effluents industriels - évaluation de l'efficacité environnementale. UMR Chrono-environnement – Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse – 27 septembre 2012 p 3-28
15. Laforest, V. (1999). Technologies propres : Méthodes de minimisation des rejets et de choix des procédés de valorisation des effluents : application aux ateliers de traitement de surface, Sciences de l'ingénieur .Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; INSA de Lyon, 1999. Français, 280 p
16. Sihem Tireche, Abdelaziz Tairi. (2008). Evaluation of the impact of surface industry treatment on the quality of ouedisser. World Water Congress 2008 Montpellier le 01-04 September 2008
17. Tatangelo, A. (2006). Optimisation de la précipitation des métaux lourds en mélange et valorisation des boues d'hydroxydes : application aux effluents de traitement de surfaces Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2006. Français. Ingénierie de l'environnement 293p
18. Elise, E. (2017). Substances dangereuses dans les effluents de traitement de surface : identification et traitement par des procédés innovants Université de Franche-Comté, 2016. Français 369p
19. Pareau, D., Durand, G. (1995). Traitements D'effluents Industriels Contenant Des Traces De Cyanures Residuels Etude Record N°91-0301
20. Roques, H. (1998). Fondements Théoriques Du Traitement Chimique Des Eaux, Technique Et Documentation Lavoisier Vol 2
21. Florine Leveillard. (2011). Methodologie de minimisation de la pollution appliquée au traitement de surface : Etude de l'entraînement

- comme vecteur de pollution Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2011. Français. 234 p
22. Centre d'activités régionales pour la production propre "CARPP", plan d'action pour la méditerranée. (2002). Alternatives de prévention de la pollution à la source dans le secteur du traitement de surfaces. 158p. www.cema-sa.org.
  23. IC-R5.05-098
  24. IC-R5.05-41
  25. Trunfio, G., Crini, G. (2010). The déchromatation step in wastewater treatment plants: fundamental role and optimization. Ind. Eng. Chem. Res. Vol. 49, N°23(2010) p 12217–12223 IC-R5.05-41
  26. Semerjian, L., Ayoub, GM. (2003). High-ph–magnesium coagulation–flocculation in wastewater treatment. Advances in Environmental Research N°7 (2003) p 389–403
  27. Afnor. (1999). Recueil de normes françaises : la qualité de l'eau. tome 4p128.
  28. Lyonnaise des eaux de Casablanca Lydec. (1998). Rejets liquides :Cahier des charges de LYDEC.
  29. Charles, J., Crini, G., Sancey, B., Trunfio, G., Badot, PM., Morin-Crini, N., Minary, JF., Gavaille, S., Lagarrigue, C., Torri, G., Vismara, E et Winterton, P. (2019). Suivi et optimisation d'une station de décontamination des eaux usées de la filière traitement de surface : abattement chimique et impact écotoxicologique. journal of water science Volume 24, N° 4(2011) p. 329–341.
  30. Yatribi, A., Nejmeddine, A. Bouguerne, A et Tifnouti, A. (1999) . Evaluation de la toxicité des eaux usées industrielles de tanneries impact du traitement chimique .journal déchets - sciences et techniques N° 13 (1999) p 36-40.



## **Régénération Naturelle Assistée Du Teck (*Tectona Grandis* L. F.) Dans La Forêt Classée De La Lama Au Bénin**

***Denis Gnanguenon-Guesse,  
Kourouma Koura,  
Sunday Berlioz Kakpo,  
Alain Jaurès Gbètoho,  
Augustin Kossi N. Aoudji,***

Laboratoire des Sciences Forestières (LSF), Faculté des Sciences,  
Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Calavi Bénin,  
République du Bénin

***Dominique Louppe,***

Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le  
Développement (CIRAD)

***Jean Cossi Ganglo,***

Laboratoire des Sciences Forestières (LSF), Faculté des Sciences,  
Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Calavi Bénin,  
République du Bénin

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p414 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p414](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p414)

---

### **Résumé**

La régénération naturelle assistée, technique utilisée pour favoriser le développement du potentiel adventif et du potentiel séminal des arbres, est un mode de reproduction adopté de nos jours pour renouveler et pérenniser les formations forestières. La présente étude a été réalisée dans les plantations de la forêt classée de la Lama, situées entre 6°55' et 7°00' de latitude Nord et entre 2°4' et 2°12' de longitude Est. Elle vise à proposer une technique de régénération naturelle assistée peu coûteuse adaptée aux peuplements de teck installés sur des vertisols hydromorphes. Trois méthodes de régénérations naturelles assistées ont été testées sur quatre types de sols (vertisol argilo-sableux, vertisol argileux, vertisol argilo-calcaire et vertisols argilo-calcaire superficiel). Pour chaque traitement sur chaque type de sol, deux placeaux carrés de 100 m<sup>2</sup> ont été matérialisés avec chacun huit placettes de 4 m<sup>2</sup>. La régénération a été inventoriée dans chaque placette et des relevés ont été effectués par rapport au nombre, hauteur et circonférence au collet des jeunes plants. L'évaluation des coûts de la méthode a été réalisée grâce à une

comptabilité analytique régulière prenant en compte toutes les dépenses d'installation et de maintenance des parcelles expérimentales.

La densité, hauteur et circonférence au collet varient significativement en fonction des types de sol. Toutefois, les plants sont plus développés en hauteur et en circonférence au collet dans les interlignes que sur les lignes. La régénération sur sol non travaillé est le moins coûteuse et donc celui à recommander aux gestionnaires des teckeraies de la Lama.

---

**Mots clés :** Bénin, Régénération naturelle assistée, *Tectona grandis*

---

## **Assisted Natural Regeneration Of Teak (*Tectona Grandis* L. F.) In Lama Forest Reserve (Benin)**

***Denis Gnanguenon-Guesse,***

***Kourouma Koura,***

***Sunday Berlioz Kakpo,***

***Alain Jaurès Gbètoho,***

***Augustin Kossi N. Aoudji,***

Laboratoire des Sciences Forestières (LSF), Faculté des Sciences,  
Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Calavi Bénin,  
République du Bénin

***Dominique Louppe,***

Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le  
Développement (CIRAD)

***Jean Cossi Ganglo,***

Laboratoire des Sciences Forestières (LSF), Faculté des Sciences,  
Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Calavi Bénin,  
République du Bénin

---

### **Abstract**

Assisted natural regeneration is a technique used to promote the development of the seminal potential of trees. Actually, it is a mode of reproduction adopted to renew and sustain the forests. This study was carried out in the plantations of the Lama reserve (between 6° 55' and 7° 00' north and between 2° 4' and 2° 12' east). It aims to propose an inexpensive assisted natural regeneration method adapted to teak stands installed on hydromorphic vertisols. Three assisted natural regeneration methods were tested on four soil

types ((clay-sandy vertisol, clay vertisol, clay-limestone vertisol, and superficial clay-limestone vertisols). For each treatment about each type of soil, two square plots (100 m<sup>2</sup>) were materialized with eight plots of 4 m<sup>2</sup> each one. Regeneration was inventoried in each plot and data are collected about number, height, and circumference at the neck of seeding. The production costs were assessed through regular cost accounting taking into account all the installation and maintenance expenses of the experimental plots. From the results, density, height, and collar circumference vary significantly with soil types. However, the seedlings are more developed in height and circumference at the collar in the interlinings than on the lines. Regeneration on unworked soil is the least expensive and therefore the one to recommend to managers of teak plantations of the Lama.

---

**Keywords:** Benin, Natural assisted regeneration, *Tectona grandis*

## Introduction

La forêt est une des principales richesses de nombreux pays de la zone intertropicale humide mais elle est en train de régresser face à l'augmentation de la demande en bois et en terres liées à la pression démographique et à l'agriculture industrielle (Putz & Redford 2010 ; Gnanguenon-Guessè *et al.*, 2015 ; FAO, 2016 ; Kakpo *et al.*, 2018). Ainsi, le Bénin perd environ 50 000 hectares de couverture forestière chaque année (FAO, 2010). Pourtant d'après le rapport de la FAO (2014), la valeur ajoutée du secteur forestier serait de 145 millions de US\$ par an, sans que soient comptabilisés le commerce informel du bois de feu, ni celui de produits forestiers non ligneux, ni l'autoconsommation du bois en milieu rural et urbain.

Dès la fin des années 1940, des actions de reboisement ont été menées pour suppléer à l'insuffisance, déjà prévisible, des ressources forestières naturelles et pour satisfaire les besoins des populations (Verhaegen *et al.*, 2010). Aujourd'hui, les plantations ont aussi comme objectif de freiner la perte des couverts forestiers. Elles visent à produire du bois d'œuvre de qualité. Le teck (*Tectona grandis* L. f) est, au Bénin, l'une des espèces retenues à cette fin. C'est une espèce caducifoliée de pleine lumière, pionnière à longue durée de vie. Sa phénologie dépend de la zone climatique. Il peut croître sur de nombreux types de sols sauf ceux à engorgement temporaire (de longue durée) ou permanent. Cependant, le teck reste une espèce très exigeante qui, pour une bonne croissance, demande un sol profond, bien drainé, à forte teneur en bases, surtout Ca, Mg et P, et un pH neutre ou légèrement acide (Louppe, 2005). Le teck a été introduit au Bénin dès 1916 par la mission catholique (Behaghel, 1999) et ses plantations couvrent une superficie de 40 000 ha dont 20 000 ha de plantations domaniales. Pour renouveler ces peuplements de teck après exploitation, l'Office National du Bois (ONAB) utilise depuis 1989, sur les

sols ferrallitiques et ferrugineux, la technique de régénération naturelle assistée (RNA) (Lutz, 1991 ; Akouèhou & Ayélo, 2005). La régénération naturelle est un élément de la dynamique des écosystèmes forestiers tropicaux. Elle peut être utilisée pour orienter la reconstitution des forêts et définir les possibilités réelles d'aménagement dans le domaine des plantations forestières (Marien & Mallet, 2004). La régénération naturelle assistée consiste à créer des conditions favorables au développement spontané du potentiel adventif et du potentiel séminal y compris édaphique en dormance (Marien & Mallet, 2004 ; Akouèhou & Ayélo, 2005) ou, selon la FAO (2005), à protéger des plants d'espèces à valeur économique, sociale et culturelle reconnue et à améliorer leur croissance.

Il existe plusieurs méthodes pour multiplier les végétaux, en fonction du type de plantes. Généralement le forestier planteur utilise la reproduction sexuée ou la multiplication végétative pour produire, en pépinière des plants, qui seront transportés et mis en terre sur le terrain. Plus rarement, il sème des graines directement sur le terrain pour éviter les coûts de pépinière. La régénération naturelle assistée est une autre voie qui vise à améliorer le renouvellement naturel et spontané des forêts.

La régénération naturelle des peuplements est moins coûteuse que la plantation. Elle procure une stabilité et une adaptation plus adéquates à l'environnement (Lutz, 1991). Par contre, on note un appauvrissement du stock génétique au fil des années car le mode de propagation par graines présente plusieurs limites (Monteuuis *et al.*, 2007 ; Kjaer *et al.* 2000 ; Akpenè *et al.*, 2014).

Au Bénin, la technique de régénération naturelle assistée consiste à diviser la parcelle à régénérer en bandes parallèles de 30 mètres de large. Une bande sur deux est exploitée à blanc la première année. La seconde est conservée pour le maintien du système écologique existant afin d'éviter l'érosion hydrique du sol. Le bois d'œuvre et de service est vendu aux industriels. Les branchages sont ramassés par les populations riveraines avant le démarrage de la saison pluvieuse. Au début de la saison des pluies suivante, la végétation adventice est fauchée, les feuilles mortes et les brindilles sont mises en tas et brûlées pour laisser un terrain propre où les graines vont pouvoir germer. On obtient ainsi de 7 000 à 20 000 semis par hectare. La bande conservée est exploitée l'année suivante. Cette technique est bien adaptée au teck poussant sur des sols filtrants (ferrallitiques et ferrugineux). Cette technique est –elle transposable aux vertisols hydromorphes de LAMA ? Ces sols mal drainés, où les inondations sont fréquentes, ne seraient-ils pas un handicap pour la régénération naturelle d'une espèce exigeante comme le teck ?

## Matériel et méthodes

### Milieu d'étude

Les plantations de teck étudiées sont situées dans la forêt classée de la Lama, entre 6°51' et 7°04' de latitude nord et 2°03' et 2°22' de longitude est, dans les secteurs forestiers de Massi, de Koto et d'Akpè (Figure 1). Elles couvrent une superficie de 7200 ha. C'est une zone de transition entre le climat subéquatorial et le climat tropical où la pluviosité moyenne annuelle varie de 1100 mm à 1200 mm. Il y a quatre saisons : une grande saison de pluies de mars à juillet, une petite saison sèche en août, une petite saison de pluies de septembre à octobre et la grande saison sèche de novembre à février.

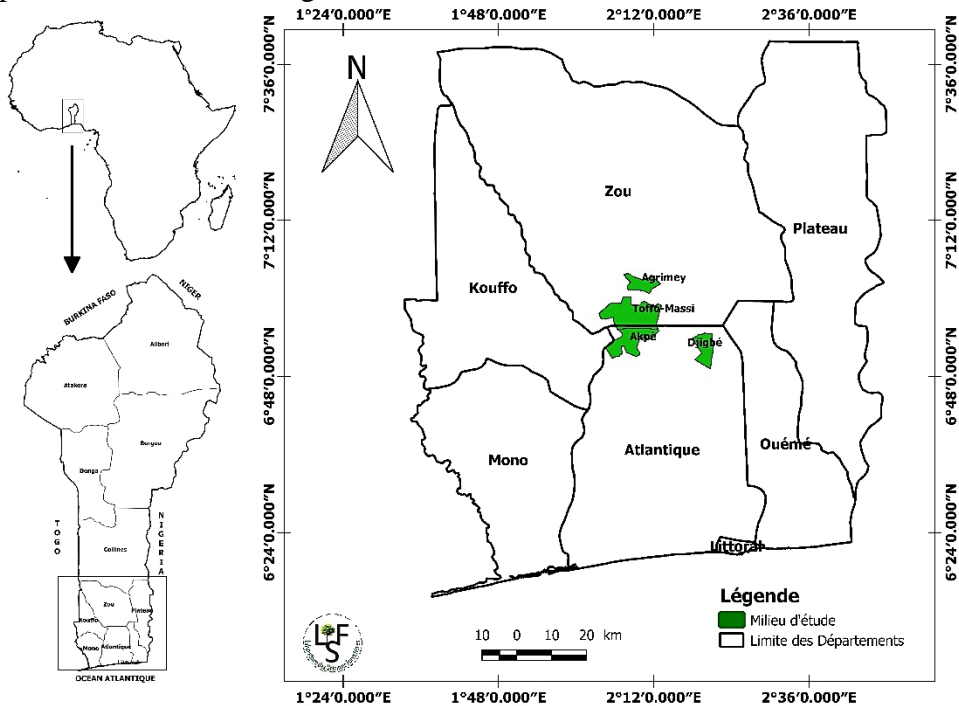


Figure 1: Localisation de la forêt de Lama (source : Gnanguènon-Guèssè, 2019)

## Paramètres dendrométriques des régénérations

### Sites d'expérimentation

Les études sur les possibilités d'utiliser la RNA sur les vertisols ont été menées dans quatre parcelles forestières (6a, 10a, 17a et 25a), qui devaient être régénérées par semis naturel en 2017. Chacune de ces parcelles présente un type de sol différent : la parcelle 6a de Massi est sur un sol argileux à recouvrement sableux (AS), la parcelle 25a de Massi sur un vertisol argileux (VA), la parcelle 17a dans le secteur d'Akpè sur un vertisol argilo-calcaire superficiel (VACS) et la parcelle 10a de Koto sur un vertisol argilo-calcaire (VAC) (Viennot, 1966).

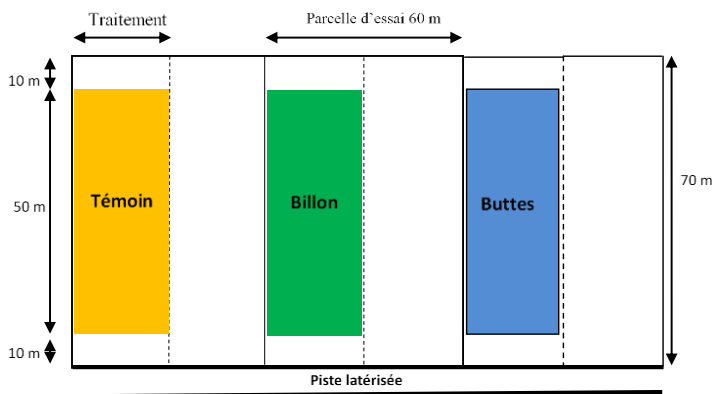
## Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental mis en place a pour but de comparer le système usuel de régénération naturelle assistée décrit ci-dessus avec la régénération par semis de graines sur billons et sur buttes qui a pour objectif d'éviter la submersion des graines et l'asphyxie des racines des jeunes plants pendant la saison des pluies.

C'est un essai en blocs complets à quatre répétitions dans lequel chaque bloc correspond à un des types de sols décrits ci-dessus. Chaque bloc, compte trois parcelles d'essai orientées nord-sud, de 30 x 70 m soit 0,21 ha séparées par une bande non exploitée (Figure 2). Dans chacune de ces parcelles, les arbres ont été abattus puis débardés. Les trois traitements ont été disposés de manière systématique :

- À l'ouest, le témoin a consisté en l'élimination des rémanents, suivi d'un désherbage pour laisser un sol nu non travaillé.
- La parcelle du second traitement, au centre, a été billonnée à la houe après dégagement du terrain. Les billons ont une largeur moyenne de 1 m et une hauteur de 50 cm.
- Dans le troisième traitement, à l'est, le travail du sol a consisté en un buttage à la houe. Les buttes ont un diamètre de 60 cm à la base et une hauteur de 50 cm.

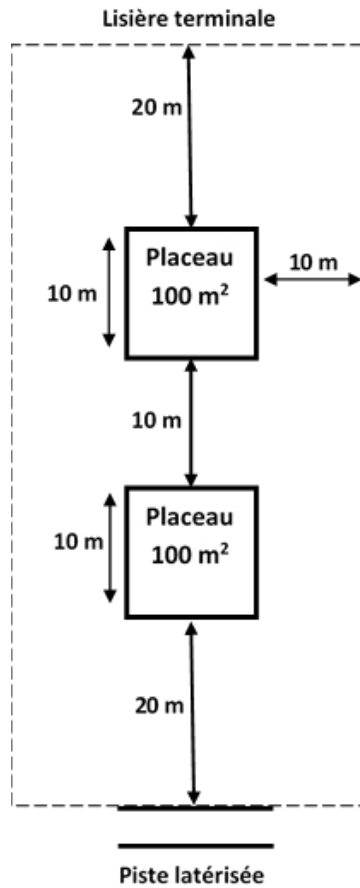
Les billons et les buttes sont faits sur les anciennes lignes de plantation. Des graines de teck ont ensuite été semées sur les billons et les buttes.



**Figure 2 :** Disposition des parcelles d'essai expérimentales (source : Gnanguènon-Guèssè, 2019)

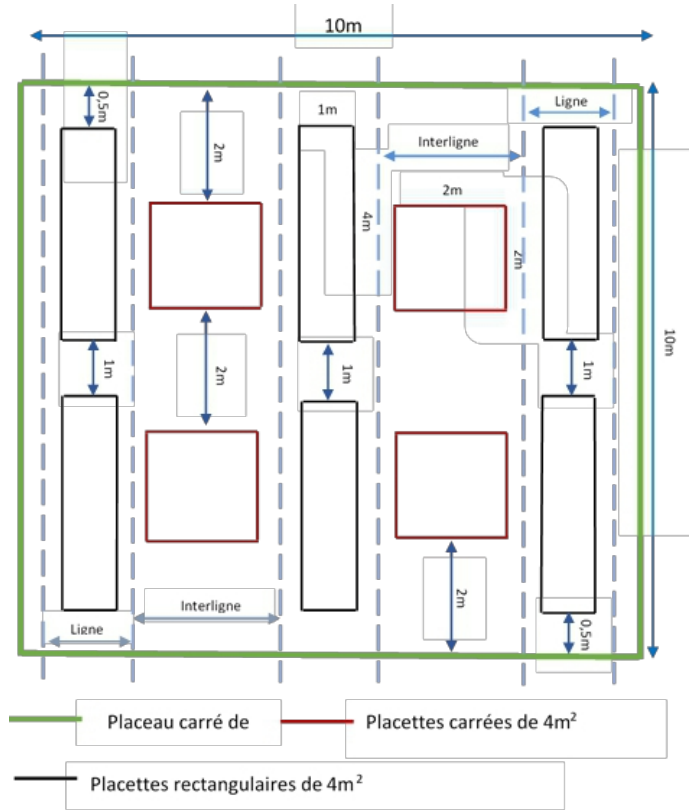
Tous les traitements ont, une fois par mois pendant six mois, été désherbés et débarrassés des rejets de souches pour éviter la concurrence. Dans chacune des parcelles ont été installés deux placeaux de 10 mètres de côté (un are), séparés de 10 m, tout en évitant les micro-cuvettes qui risqueraient de biaiser les résultats. Pour limiter les effets de bordure et les effets d'ombrage, les placeaux sont à 20 m de la piste d'accès et la lisière terminales et à 10 m

des lisières latérales (figure 3). Les placeaux dans lesquels sont effectués les comptages de germination et la mesure des plantules comportent trois lignes de plantation et deux interlignes.



**Figure 3 :** Disposition des placeaux de mesure dans les parcelles expérimentales  
(source : Gnanguènon-Guéssè, 2019)

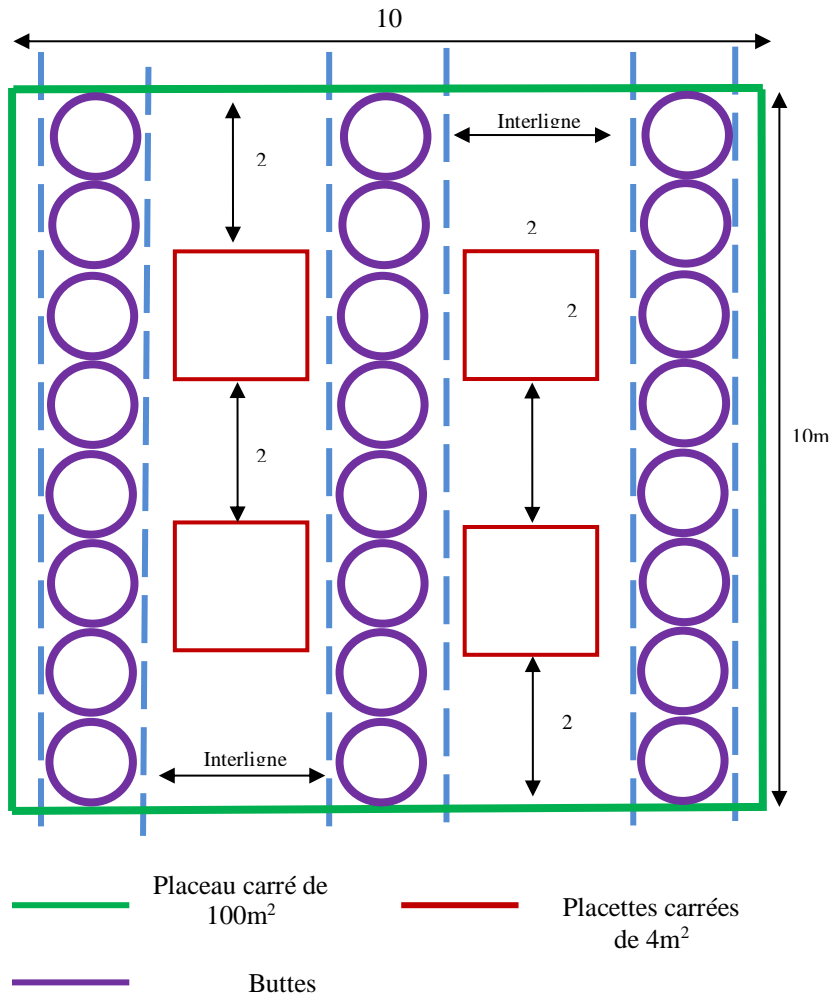
Dans chacun des placeaux, dix (10) placettes de 4 m<sup>2</sup> ont été matérialisées : 6 placettes rectangulaires (4mx1m) sur lignes de plantation où sont situés les billons et les buttes et 4 placettes carrées (2mx2m) dans les interlignes (figure 4).



**Figure 4 :** Schéma des placettes dans le placeau du témoin et des billons  
(source : Gnanguènon-Guèssè, 2019)

Dans chacun des placeaux où le travail du sol consiste à façonner des buttes, 4 placettes carrées (2mx2m) ont été installées dans les interlignes et sur les lignes toutes les buttes ont été considérées comme des unités d'échantillonnage (figure 5).





**Figure 5** : Schéma des placettes dans le placeau des buttes  
(source : Gnanguènon-Guèssè, 2019)

### ***Collecte des données***

Dans chaque placette et sur chaque butte, on a procédé au comptage systématique des plants par classe de hauteurs ( $Ht < 0,5$  m;  $0,5 \leq Ht < 1$  m et  $Ht \geq 1$  m). Les mesures de la hauteur ont été prises avec une perche graduée et celles de la circonférence avec un mètre de couturier. La circonférence au collet et la hauteur ont été mesurées sur le premier de chaque série de quatre plants dans le sens de la progression

### ***Traitement et analyse des données***

Les données d'inventaire sont saisies à l'aide du logiciel Excel. Les principaux paramètres dendrométriques suivants sont calculés.

La densité à l'hectare ( $N_i$ ) de chaque surface échantillonnée :

$$N_i = \frac{Ne}{S} \times 10000 \quad (1)$$

avec Ne le nombre de plants par butte ou par placette et S la surface de la section d'une butte  $S = \left(\frac{0,60}{2}\right)^2 \times \pi = 0,2826 \text{ m}^2$  ou d'une placette  $S = 4 \text{ m}^2$ .

La densité moyenne (N) de plants par sous-bande du plateau :

$$N = \frac{\sum d_i}{n} \quad (2)$$

avec n le nombre total de buttes ou de placettes par emplacement (sommets ou interlignes) par plateau.

*La hauteur moyenne (Hm, en m).* Elle est la hauteur moyenne des plants échantillons par plateau.

$$H_m = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad (3)$$

Avec  $H_m$  = hauteur moyenne des plants,  $h_i$  = la hauteur du plant  $i$  échantillonné et  $n$  = le nombre de plants échantillonnés par placette ou par butte.

*La circonférence moyenne au collet (Ccm, en cm).*

$$C_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n} \quad (4)$$

Avec  $C$  la circonférence moyenne au collet des plants,  $c_i$  = la circonférence au collet de chaque plant mesuré et  $n$  = le nombre de plants mesurés par placette ou par butte.

Après vérification de la normalité et de l'homogénéité des variances, le test  $t$  de Student a été utilisé pour comparer les modes de préparation du sol par type de sol en comparant les densités moyennes de plants, les hauteurs moyennes et les circonférences moyennes, ceci sur les lignes et dans les interlignes.

Des analyses de variance à deux facteurs ont été utilisées pour définir l'impact du type de sol et du mode de préparation du sol, et leurs interactions. Avant la réalisation de l'analyse de variance, la normalité a été vérifiée grâce à un test de Shapiro-Wilk. L'égalité des variances inter-bloc et inter-mode de préparation du sol a été vérifiée grâce au test de Levene. Suite à l'analyse de variance et la vérification de l'absence d'interaction grâce à un test d'additivité, un test de Student–Newman–Keuls (SNK) est effectué lorsque qu'un facteur (sol ou traitement) influence significativement un paramètre dendrométrique. Ce test est une procédure de comparaisons multiples deux à deux des moyennes des modalités des facteurs d'intérêts qui sont significativement différentes dans l'ANOVA.

### ***Evaluation des coûts liés à la préparation du sol***

Les dépenses comptabilisées concernent la mise en place de parcelles de 1 500 m<sup>2</sup> (abattage, nettoyage, billonnage et buttage), des placeaux et des placettes, les désherbages et l'élimination des rejets de souche.. Après l'évacuation des grumes, le dégagement des parterres de coupe a été réalisé par les populations riveraines qui récupère et commercialise les rémanents ; cela n'a entraîné aucun coût supplémentaire.

Pour le traitement témoin, les coûts se sont limités à cinq entretiens à raison de 18.000 FCFA (Franc de la Communauté Financière Africaine) chacun.

Concernant le billonnage : il y a 7 billons par parcelle de 1 500 m<sup>2</sup> dont le façonnage coûte 4.000 FCFA par billon, soit 28.000 FCFA par parcelle. Il y a également eu cinq (05) entretiens à raison de 18.000 FCFA l'entretien.

Concernant le buttage, le coût d'une butte est de 100 FCFA. Avec 270 buttes pour un parcelle de 1 500 m<sup>2</sup>, le coût d'installation est de 27.000 FCFA par parcelle auxquels s'ajoutent les coûts des cinq entretiens.

Le prix d'achat des graines de teck (descendance d'une provenance tanzanienne récoltée localement) est de 300 FCFA le kg (2 sacs de 40 kg à l'hectare à raison de 300 FCFA le kg) est de 24.000 FCFA; celui de l'épandage des graines (1h/j par sac de 40 Kg) est de 2.520 FCFA et celui des entretiens est de 18.000 FCFA le tour. Le coût de maintenance des ouvriers est également estimé à 10% des coûts des autres dépenses par traitement.

## **Résultats**

### **Caractéristiques des régénérations par traitement et par type de sol**

Le tableau 3 ci-dessous présente les caractéristiques dendrométriques des régénérations de teck obtenues, à savoir: la densité par classe de hauteur, la densité totale, la hauteur moyenne et la circonférence au collet des plants par traitement, par type de sol et selon les emplacements (ligne et interligne).

Sol	Traitement	Emplacement	Nombre de plants/ha			Nombre total de plants/ha	Hauteur (cm)	Circonférence (mm)
			Ht < 0,5 m	0,5 ≤ Ht < 1 m	Ht ≥ 1 m			
<b>Vertisol Argileux à recouvrement sableux (AS)</b>	Témoin	Interligne	12187±3094	2812±3977	312±442	15312±7513	33±25	34±0,2
		Ligne	13333±0	208±295	0	13542±295	29±5	25±1,5
	Billon	Interligne	12812±442	2500±884	0	15312±1326	42±14	55±12,3
		Ligne	25000±5893	0	0	25000±5893	21±4	27±1,2
	Butte	Interligne	26563	0	0	26563	21±2	30±1,6
		Ligne	23590±10009	0	0	23590±10009	15±2	22±8,1
<b>Vertisol Argileux (VA)</b>	Témoin	Interligne	23437±6629	6562±442	2812±1326	32812±4861	58±17	63±11
		Ligne	26667±15910	8333±0	1458±295	36458±16205	54±1	62±6,5
	Billon	Interligne	18437±7513	6875±2652	6562±7513	31875±2652	72±38	71±8,1
		Ligne	29583±17088	13542±5598	5208±5009	48333±17678	67±35	62±23,3
	Butte	Interligne	16875	10313	3750	30938	73±2	65±1,1
		Ligne	52732±7850	5898±8340	2949±4170	61578±4661	31±18	40±10,3
<b>Vertisol Argilo-Calcaire (VAC)</b>	Témoin	Interligne	28437±3094	625±0	0	29062±3094	28±7	44±5
		Ligne	31667±1179	208±295	0	31875±1473	24±01	42±0,4
	Billon	Interligne	12500±15026	625±884	0	13125±15910	24±11	39±13
		Ligne	47500±32409	1042±1473	0	48542±33882	24±5	33±8
	Butte	Interligne	34688	0	0	34688	26±0,3	43±10,7
		Ligne	113442±30909	2082±2944	0	115524±33853	25±0,1	46±1,1
<b>Vertisol Argilo-Calcaire superficiel (VACS)</b>	Témoin	Interligne	30625±13258	1562±442	0	32187±13700	33±1	51±2,5
		Ligne	38958±2062	9583±7071	208±295	48750±8839	34±3	43±0,5
	Billon	Interligne	22812±145847	5625±7955	625±884	29062±23423	30±6	37±0,8
		Ligne	37292±3830	2083±589	833±0	40208,33±4419,41	28±2	35±1,9
	Butte	Interligne	9063	3125	1563	13751	58±2	65±1,7
		Ligne	7274±3614	983±1390	0	8257±5004	33±15	66±23

**Tableau 3:** Description des régénérations de teck obtenues

### **Densité moyenne de régénération naturelle assistée**

Le tableau 3, montre que quel que soit le traitement, la régénération obtenue est largement suffisante pour reconstituer un peuplement dense de teck avec plus de 3 000 plants à l'hectare dans le pire des cas (8 257 plants  $\pm$  5 004 sur les buttes du sol argilo-calcaire superficiel). Considérant le facteur traitement (témoin, butte et billon), il ressort des résultats qu'au niveau des témoins, les densités varient de 15 313 à 32 813 plants/ha dans les interlignes et de 13 542 à 48 750 plants/ha sur les lignes avec la plus forte densité (48 750 plants/ha) sur le vertisol argileux calcaire à faible profondeur et la plus faible (13 542 plants/ha) sur le sol argileux sableux. Sur les billons les densités varient de 13 125 à 31 875 plants/ha dans les interlignes et de 25 000 à 48 542 plants/ha sur les lignes avec la plus forte densité (48 542) sur le vertisol argileux calcaire et la plus faible (13 125) sur le même vertisol. Sur les buttes, elles varient de 13 750 à 34 688 plants/ha dans les interlignes et de 8 257 à 61 578 plants/ha sur les lignes avec la plus forte densité (61 578) sur le vertisol argileux et la plus faible (8 257) sur le vertisol argileux calcaire à faible profondeur.

Pour ce qui concerne le facteur sol, sur le sol argileux sableux, les densités varient de 15 313 à 26 563 plants/ha dans les interlignes et de 13 542 à 25 000 plants/ha sur les lignes avec la plus forte densité (26 563 plants/ha) sur les buttes et la plus faible (13 542 plants/ha) sur le traitement témoin. Sur le vertisol argileux, les densités varient de 30 938 à 32 813 plants/ha dans les interlignes et de 36 458 à 61 578 plants/ha sur les lignes avec la plus forte (61 578 plants/ha) et la plus faible (30 938 plants/ha) densité sur les buttes. Sur le vertisol argileux calcaire, elles varient de 13 125 à 34 688 plants/ha dans les interlignes et de 11 552 à 48 542 plants/ha sur les lignes avec la plus forte densité (48 542 plants/ha) sur les billons et la plus faible (11 552 plants/ha) sur les buttes. Sur le vertisol argileux calcaire à faible profondeur, la densité varie de 13 750 à 32 188 plants/ha dans les interlignes et de 8 257 à 48 750 plants à l'hectare sur les lignes avec une plus forte densité (48 750 plants/ha) sur le traitement témoin et la plus faible sur les buttes.

L'analyse de variance (tableau 4) montre que le nombre total de plants diffère significativement selon les types de sol ( $p=0,028$ ) mais ne varie pas significativement suivant le traitement ( $p=0,722$ ). Ce qui montre l'influence du sol sur le taux de germination. Il faut noter que les caractéristiques physico-chimiques des sols sont très variables. Le test d'additivité de Tukey renseigne qu'aucune interaction n'est observée entre le type de sol et le traitement ( $p=0,391$ ). La détermination des différences existant entre les traitements sur la base du test de Student-Newman-Keuls montre que les types de sol vertisol argileux et vertisol argilo-calcaire constituent un groupe significativement différent du groupe constitué par le vertisol argilo-calcaire superficiel et le vertisol argileux à recouvrement sableux.

### **Hauteur moyenne des régénérations naturelles assistées**

Pour les traitements, il ressort des résultats au niveau des cas témoin que la hauteur des plants varie de 0,28 m à 0,58 m dans les interlignes et 0,24 m à 0,54 m sur les lignes avec une forte croissance (0,58 m) sur le vertisol argileux et une plus faible (0,24 m) sur le vertisol argileux calcaire. Sur les billons, la hauteur enregistrée varie de 0,24 à 0,72 m dans les interlignes et de 0,22 m à 0,67 m sur les lignes avec une forte croissance (0,72 m) sur le vertisol argileux et une plus faible (0,22 m) sur le sol argileux sableux. Sur les buttes, elle varie 0,21 m à 0,73 m dans les interlignes et de 0,15 m à 0,33 m sur les lignes avec une forte croissance (0,73 m) sur le vertisol argileux et une plus faible (0,15 m) sur le sol argileux sableux.

Par rapport au facteur sol, sur le sol argileux sableux, la hauteur des plants varie de 0,21 m à 0,42 m dans les interlignes et de 0,15 m à 0,29 m sur les lignes avec une forte croissance (0,42 m) sur le traitement des billons et une faible (0,15 m) au niveau des buttes. Sur le vertisol argileux, la hauteur varie 0,58 m à 0,73 m dans les interlignes et de 0,31 m à 0,67 m sur les lignes avec de forte croissance sur les traitements des buttes (0,73 m) et des billons (0,72 m) et de faible (0,31 m) au niveau des buttes. Sur le vertisol argileux calcaire, elle varie de 0,24 m à 0,28 m dans les interlignes et de 0,24 m à 0,25 m sur les lignes avec une forte croissance (0,28 m) sur le traitement témoin et une faible (0,24 m) au niveau des traitements témoin et billon. Sur le vertisol argileux calcaire à faible profondeur, elle varie de 0,30 m à 0,58 m dans les interlignes et de 0,28 m à 0,34 m au niveau des lignes avec une forte croissance (0,58 m) sur les buttes et une plus faible (0,28 m) sur les billons.

L'analyse de variance montre que la hauteur des plants ne varie pas significativement suivant les traitements ( $p=0,683$ ) mais varie significativement suivant le type de sol ( $p=0$ ). Le test d'additivité de Tukey renseigne qu'aucune interaction n'est observée entre le type de sol et le traitement pour le paramètre hauteur ( $p=0,961$ ). La détermination des différences existant entre les types de sol sur la base du test de Student-Newman-Keuls montre que trois groupes de hauteurs se distinguaient suivant le type de sol : le groupe du sol vertisol argileux, le groupe du vertisol argilo-calcaire superficiel et le groupe constitué des sols argileux sableux et des vertisols argilo-calcaires.

### **Circonférence moyenne des régénérations naturelles**

Il ressort des résultats qu'au niveau du traitement témoin, la circonférence au collet des plants varie de 3,42 cm à 6,26 cm dans les interlignes et 2,42 cm à 6,19 cm sur les lignes avec la plus forte grosseur sur le vertisol argileux (6,26 cm) et la plus faible sur le sol argileux sableux (2,42 cm). Sur les billons, la circonférence au collet enregistrée a varié de 3,69 cm à 7,06 cm dans les interlignes et de 2,74 cm à 6,23 cm sur les lignes avec la

plus forte grosseur sur le vertisol argileux (7,06 cm) et la faible sur le sol argileux sableux (2,74 cm). Sur les buttes, elle pourrait varier de 3,01 cm à 6,54 cm dans les interlignes et de 2,17 cm à 6,62 cm sur les lignes avec la plus forte grosseur sur le vertisol argileux calcaire à faible profondeur (6,62 cm) et la plus faible sur le sol argileux sableux (2,17 cm).

Par rapport au facteur sol, sur le sol argileux sableux, la circonférence au collet des plants varie de 2,42 cm à 5,5 cm dans les interlignes et de 2,17 cm à 2,74 cm sur les lignes avec une forte grosseur sur le traitement des billons (5,5 cm) et une faible grosseur sur le traitement sur celui des buttes (2,17 cm). Sur le vertisol argileux, elle varie de 6,26 cm à 7,06 cm dans les interlignes et de 3,96 cm à 6,23 cm sur les lignes avec la plus forte grosseur sur les traitements des billons (7,06 cm) et la plus faible au niveau des buttes (3,96 cm). Sur le vertisol argileux calcaire, circonférence au collet varie de 3,96 cm à 4,42 cm dans les interlignes et de 3,26 cm à 4,61 cm sur les lignes avec la plus forte grosseur (4,61 cm) sur le traitement butte et la plus faible (3,26 cm) au niveau des billons. Sur le vertisol argileux calcaire à faible profondeur, elle varie de 3,69 cm à 6,5 cm dans les interlignes et de 3,47 cm 6,62 cm au niveau des lignes avec la plus forte grosseur sur les buttes (6,62 cm) et la plus faible (3,47 cm) sur les billons.

L'analyse de variance montre que la circonférence des plants ne varie pas significativement suivant les traitements ( $p=0,942$ ) mais varie significativement suivant le type de sol ( $p=0$ ). Le test d'additivité de Tukey renseigne qu'aucune interaction n'est observée entre le type de sol et le traitement pour le paramètre circonférence ( $p=0,530$ ). La détermination des différences existant entre les types de sol sur la base du test de Student-Newman-Keuls montre que quatre groupes de circonférences se distinguent suivant le type de sol: le groupe du sol vertisol argileux, le groupe du vertisol argilo-calcaire et le groupe constitué des sols argileux sableux. Les vertisols argilo-calcaires superficiels ne se différencient pas statistiquement du sol vertisol argileux ni du vertisol argilo-calcaire.

### **Comparaison des paramètres dendrométriques entre interligne et ligne**

Le test de student utilisé pour mettre en évidence les différences entre les interlignes et les lignes montre que pour l'ensemble des dispositifs réunis, la hauteur ( $p=0,096$ ) et la circonférence des plants ( $p=0,07$ ) ne varient pas significativement entre les interlignes et les lignes. Seul le nombre de plants varie significativement ( $p=0,021$ ) entre interlignes et lignes.

### **Evaluation des coûts d'investissement en fonction des traitements.**

Les coûts des travaux, hors abattage et dégagement des rémanents sont présentés dans le tableau 11. Il ressort que le buttage ou le billonnage sont trois

fois plus onéreux que le traitement témoin pour lequel il n’y a aucun apport de graines autres que celles venant du peuplement abattu.

**Tableau 11** : Point des dépenses réalisées par traitement.

Activités	Traitements (FCFA CFA/ha)		
	Témoin	Billons	Buttes
Réalisations des buttes et billons	0	186667	180000
Achat des graines de teck (2 sacs/ha de 40kg)	0	24000	24000
Epanchage des graines de teck	0	2520	2520
Entretien manuel (5 entretiens)	90000	90000	90000
Maintenance des ouvriers (10%)	9000	30319	29652
<b>TOTAL</b>	<b>99 000</b>	<b>333 506</b>	<b>326 172</b>

## Discussion

### Effets des traitements et du type de sol

Le teck (*Tectona grandis* L. f) présente un potentiel très élevé de régénération naturelle sur les vertisols hydromorphes de la Lama tout comme cela avait déjà été démontré depuis les années 1990 pour les sols ferrallitiques et les sols ferrugineux du Bénin (Lutz, 1991; Akouèhou & Ayélo, 2005). Forget (1988) affirme que l'hydromorphie favorise une meilleure survie de la régénération, en particulier au cours de la saison sèche et qu'une moindre mortalité et une croissance légèrement supérieure favorisent une plus forte densité des arbres aux stades juvéniles et gaulis.

La densité, la hauteur et la circonférence au collet des plants diffèrent significativement selon les types de sol et confirment ainsi notre première hypothèse quant à l'importance du sol pour la régénération naturelle assistée (RNA). D'autres auteurs ont également mis en évidence le rôle déterminant du sol dans l'établissement de la régénération des ligneux (Ouédraogo *et al.*, 2006 ; Ky-Dembele *et al.*, 2007 ; Avocevou-Ayisso *et al.*, 2009 ; Schumann *et al.*, 2011 ; Nacoulma *et al.*, 2011 ; Bondé *et al.*, 2013 ; Assédé *et al.*, 2015). Sur le vertisol argileux les régénérations naturelles ont été abondantes (61 578 plants/ha) et ont montré une bonne croissance en hauteur (0,73 m) et en circonférence au collet (7,06 cm). À l'opposé, sur les sols argileux à recouvrement sableux, les croissances ont été faibles tant en hauteur (0,15 m) qu'en circonférence au collet (2,17 cm), ce que Lepoutre (1965) avait déjà observé en notant que plus la couche sableuse est épaisse, plus les racines des semis tardent à atteindre la couche d'argile où elles pourront puiser l'eau nécessaire à leur survie et à leur résistance. Les régénérations les moins denses (8 257 plants/ha) ont été observées sur les vertisols argilo-sableux superficiels, ce qui pourrait s'expliquer en partie par une plus faible densité des semenciers sur ce type de sol. Sinsin *et al.* (2004) et de Biaou *et al.* (2011) affirment aussi que le potentiel de régénération est favorisé par une densité optimale de



semenciers alors que Boudy (1948) précise que la régénération par semis est aléatoire surtout quand les conditions écologiques de base sont perturbées.

Au niveau des circonférences au collet, quatre groupes se distinguent suivant le type de sol: le groupe (a) du vertisol argileux, le groupe (b) du vertisol argileux calcaire et le groupe (c) constitué des sols argileux sableux. Les vertisols argilo-calcaire superficiels peuvent être classés dans le groupe (ab) du vertisol argileux ou dans le groupe du vertisol argileux calcaire. Le groupe (c) constitué ici peut être dû à la provenance. Sur le sol AS la provenance du teck est locale alors qu'elle est tanzanienne pour tous les autres. Cela peut expliquer la circonférence moyenne relativement basse obtenue au niveau de ce sol. On pourra donc considérer deux groupes: AS d'une part, et VA, VAC, VACS d'autre part. Le second groupe peut se subdiviser en deux sous-groupes: VAC, VACS puis VA.

La densité, la hauteur et la circonférence au collet des plants ne varient pas significativement suivant le type de travail du sol, ce qui infirme notre seconde hypothèse sur l'importance du travail du sol sur la régénération naturelle. Aucune interaction n'est aussi observée entre le type de sol et le travail de celui-ci. Cependant, de façon générale, les densités observées au niveau des lignes où le sol a été travaillé dépassent celles des interlignes non travaillées. Par contre, les hauteurs et les circonférences des plants des interlignes sont supérieures à celles des plants sur les lignes, ce qui pourrait s'expliquer par une plus forte densité de semis sur les lignes travaillées entraînant une concurrence pour l'eau et les éléments nutritifs. Akouèhou & Ayélo (2005) ont ainsi montré que la densité des régénérations de teck de moins de trois ans influence négativement la croissance en hauteur et en circonférence.

### **Coûts d'investissements et de rentabilité des traitements**

Les coûts des travaux destinés à favoriser l'installation des semis se sont limités aux désherbages pour le « témoin » (99.000 francs CFA/ha) soit nettement moins que le billonnage (333.506 francs CFA/ha) ou le façonnage de buttes (326.172 francs CFA/ha) associés à des apports de graines supplémentaires. Compte tenu de ces différences de coûts, et des faibles différences constatées sur la densité des semis ainsi que sur leur croissance, la technique témoin peut être recommandée pour régénérer, après exploitation, les teckeraies sur les vertisols et les sols hydromorphes de la Lama.

Il faut toutefois noter qu'associer les populations riveraines aux activités de nettoyage et de dégagement des rémanents a permis de diminuer considérablement les coûts des travaux de terrains. Les populations étant rémunérées par le bois qu'elles récupèrent pour la vente ou leur usage personnel. L'apport des riverains apparaît indispensable pour la réussite des régénérations naturelles à moindre coût. Cependant, il est indispensable

d'exploiter le peuplement et de procéder au dégagement et au nettoyage des parterres de coupe avant la période pluvieuse. Ce travail de dégagement et de nettoyage passe inévitablement par la sensibilisation et l'adhésion des populations riveraines des plantations de la Lama aux activités de l'exploitation forestières.

## **Conclusion**

La maîtrise des techniques de régénération naturelle assistée constitue aujourd'hui plus que jamais, une priorité pour les gestionnaires des plantations de *Tectona grandis* L.f. Les sols hydromorphes et les vertisols ne constituent pas un obstacle majeur à l'installation de régénérations naturelles. La densité, la hauteur et la circonférence au collet des régénérations obtenues ne varient pas significativement en fonction du travail préparatoire du sol mais selon le type de sol sans qu'il y ait d'interaction entre ces deux facteurs.

Le coût d'installation du témoin, qui consiste en l'enlèvement des rémanents après l'exploitation de la parcelle suivi de désherbages, est le moins onéreux. Cette technique apparaît donc comme la plus appropriée pour le renouvellement de ces plantations de teck. Cette méthode de régénération doit cependant respecter strictement les conditions et les critères de sa mise en œuvre, c'est à dire exploiter le peuplement à blanc en saison sèche et dégager les rémanents issus des houppiers, faucher les herbacées et nettoyer le parterre de coupe avant la saison pluvieuse. Il est donc indispensable de mobiliser tous les moyens pour réaliser les coupes, le dégagement et le nettoyage à temps. Ce n'est qu'à ces conditions que la régénération naturelle assistée donnera les résultats attendus.

Pour minimiser les coûts en mobilisant les populations riveraines, il est nécessaire pour les gestionnaires forestiers de sensibiliser davantage les populations riveraines qui tireront un bénéfice de la récupération des rémanents.

Les résultats obtenus ne concernent pas les bas-fonds qui peuvent être temporairement inondés. En effet, l'hydromorphie de ces vertisols et le dérèglement climatique observé ces dernières années peuvent engendrer l'échec des régénérations naturelles tant souhaitées. Dans ces zones sensibles nous suggérons de faire un billonnage suivi d'un semis de graines sur les billons pour éviter que les plantules ne soient asphyxiées en cas d'inondation. Par la suite, cela ne posera plus de problème car le teck, une fois bien installé, supporte une submersion si elle ne dure pas trop longtemps.

## References:

1. Akouèhou S. G. & Ayelo H. G. (2005). De la conduite des peuplements issus de la régénération naturelle à la sylviculture : cas du teck (*Tectona grandis*) dans de la plantation domaniale de Djigbé au sud Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, 47 : 7-18.
2. Akpene A. D., Chaix G., Monteuis O., Langbour P., Guibal D., Tomazello M. F., Kokutse A. D., Kokou K (2014). Mise au point d'une stratégie d'amélioration des plantations de teck au Togo. Conférence Matériaux 2014 - Colloque Ecomatériau, Nov 2014, Montpellier, France. Collection ECOMATERIAU. <hal-01144499>
3. Assédé E. S. P., Azihou F. A., Adomou A. C., Oumorou M. & Sinsin B. (2015). Effet du relief sur la régénération des espèces ligneuses en zone soudanienne du Bénin. Bois et Forêts des Tropiques, 326(4): 15.
4. Avocevou-Ayisso C., Sinsin B., Adégbidi A., Dossou G. & Van Damme P. (2009). Sustainable use of non-timber forest products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. Forest Ecology and Management, 257: 1930-1938.
5. Béhaghel I. (1999). Etat des plantations de teck (*Tectona grandis* l.f.) dans le monde. [The state of teak (*Tectona grandis* l.f.) plantations in the world; Estado de las plantaciones de teca (*Tectona grandis* l.f.) en el mundo]. [archive]. Bois et forêts des tropiques, 262: 6-18.
6. Biaou S. S. H., Holmgren M., Sterck F. J. & Mohren G. M. J. (2011). Stress-Driven Changes in the Strength of Facilitation on Tree Seedling Establishment in West African Woodlands. Biotropica, 43(1): 23-30.
7. Bondé L., Ouédraogo O., Kagembèga F. & Boussim J. I. (2013). Impact des gradients topographique et anthropique sur la diversité des formations ligneuses soudanaises. Bois et Forêts des Tropiques, 318(318) : 15-25.
8. Boudy P. (1948). Economie forestière Nord-Africaine. Milieu physique et humain. Ed. Larose, Paris, Tome I, 684 p.
9. FAO (2005). Evaluation des Ressources Forestières Mondiales 2005. FAO. Rome Italie. 320 p.
10. FAO (2010). Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 Rapport principal. Rome Italie, 317 p.
11. FAO (2014). Situation des forêts du monde : Mieux tirer parti des avantages socioéconomiques des forêts. Rome Italie. 146 p.
12. FAO (2016). Situation des Forêts du monde 2016 (SOFO). Forêts et agriculture : défis et possibilités concernant l'utilisation des terres. Rome Italie. 138 p.

13. Forget P. M. (1988). Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise. Thèse de Doctorat, Université Paris VI, 245 p
14. Gnanguènon-Guessè D., Kakpo S. B., Aoudji A. K. N., Koura K. & Ganglo J. C. (2015). Exploitation forestière à faible impact dans les teckeraies de la Lama (Benin, Afrique de l'ouest). *Science de la vie, de la terre et agronomie*, 03(02): 37-44.
15. Kakpo S. B., Yêhouéno Tessi D. R., Gbètoho J. A., Aoudji A. K. N. & Ganglo J. C. (2018). Répartition spatiale de *Cola millenii* K. Schum., *Dialium guineense* Wild. et *Afzelia africana* Smith ex Pers. dans les forêts secondaires du Sud Benin (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1): 353-362. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.28>
16. Kjaer E. D., Kaosa-ard A. & Suangtho V. (2000). Domestication of teak through tree improvement. Options, possible gains and critical factors. In: *Site, technology and productivity of teak plantations*. FORSPA Publication N° 24/2000, TEAKNET Publication N° 3: 161–189 p.
17. Ky-Dembele C., Tigabu M., Bayala J., Ouédraogo S. J. & Odén P. C. (2007). The relative importance of different regeneration mechanisms in a selectively cut savanna-woodland in Burkina Faso, West Africa. *Forest Ecology and Management*, 243(1): 28-38.
18. Lepoutre B., (1965). Régénération artificielle du chêne-liège et équilibre climacique de la subéraie en forêt de la Mamora. *Ann. Rech. Forest. Rabat*, 9: 1-86 p.
19. Louppe, D. (2005). *Tectona grandis* L.f. [Internet] Fiche de Protabase. Louppe, D. et Oteng-Amoako, A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. <<http://database.prota.org/recherche.htm>>. Visité le 1 février 2008.
20. Lutz W. (1991). La régénération naturelle de *Tectona grandis* dans les plantations des secteurs d'Agrikey, Djigbé et Toffo au Sud du Bénin. *GTZ*, 68 p.
21. Marien J. N. & Mallet B. (2004). Nouvelles perspectives pour les plantations forestières en Afrique centrale. *Bois et forêts des tropiques*, 282(4): 67-79.
22. Monteuis O. & Maître H. F. (2007). New developments in teak cloning lead to better plantation stock. *ITTO Tropical Forest Update* 17/3.
23. Nacoulma B. M. I., Schumann K., Traoré S., Bernhardt-Römermann M., Hahn K., Wittig R. & Thiombiano A. (2011). Impacts of land-use on West African savanna vegetation: a comparison between protected

- and communal area in Burkina Faso. *Biodiversity and Conservation*, 20(14): 3341-3362.
24. Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K. & Guinko S. (2006). Structure du peuplement juvénile et potentialités de régénération des ligneux dans l’Est du Burkina Faso. *Études de la Flore et de la Végétation du Burkina Faso*, 10: 17-24 .
  25. Putz F. E. & Redford K. H. (2010). The Importance of Defining ‘Forest’: Tropical Forest Degradation, Deforestation, Long-term Phase Shifts, and Further Transitions. *Biotropica*, 42(1): 10-20. Doi: 10.1111/j.1744-7429.2009.00567.
  26. Schumann K., Wittig R., Thiombiano A., Becker U. & Hahn K. (2011). Impact of land-use type and harvesting on population structure of a non-timber forest product-providing tree in a semi-arid savanna, West Africa. *Biological Conservation*, 144(9): 2369-2376.
  27. Sinsin B., Eyog-Matig O., Assogbadjo A. E., Gaoué O. G. & Sinadouwirou T. (2004). Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azelia africana* Sm. trees dynamics in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, 13(8): 1555-1570.
  28. Verhaegen D., Fofana I. J., Zénor A. L. & Ofori D. (2010). What is the genetic origin of teak (*Tectona grandis* L.) introduced in Africa and in Indonesia? *Tree Genetics & Genomes*, 6(7): 17–733. Doi 10.1007/s11295-010-0286-x
  29. Viennot M. (1966). Etude des sols de la dépression de la Lama et de ses bordures. Carte pédologique de reconnaissance au 1/50000. ORSTOM, Cotonou, 58 p.
  30. Akouèhou S. G. & Ayelo H. G. (2005). De la conduite des peuplements issus de la régénération naturelle à la sylviculture : cas du teck (*Tectona grandis*) dans de la plantation domaniale de Djigbé au sud Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 47 : 7-18.
  31. Akpene A. D., Chaix G., Monteuis O., Langbour P., Guibal D., Tomazello M. F., Kokutse A. D., Kokou K (2014). Mise au point d’une stratégie d’amélioration des plantations de teck au Togo. Conférence Matériaux 2014 - Colloque Ecomatériau, Nov 2014, Montpellier, France. Collection ECOMATERIAU. <hal-01144499>
  32. Assédé E. S. P., Azihou F. A., Adomou A. C., Oumorou M. & Sinsin B. (2015). Effet du relief sur la régénération des espèces ligneuses en zone soudanienne du Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*, 326(4): 15.
  33. Avocevou-Ayisso C., Sinsin B., Adégbidi A., Dossou G. & Van Damme P. (2009). Sustainable use of non-timber forest products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. *Forest Ecology and Management*, 257: 1930-1938.

34. Béhaghel I. (1999). Etat des plantations de teck (*Tectona grandis* l.f.) dans le monde. [The state of teak (*Tectona grandis* l.f.) plantations in the world; Estado de las plantaciones de teca (*Tectona grandis* l.f.) en el mundo]. [archive]. Bois et forêts des tropiques, 262: 6-18.
35. Biaou S. S. H., Holmgren M., Sterck F. J. & Mohren G. M. J. (2011). Stress-Driven Changes in the Strength of Facilitation on Tree Seedling Establishment in West African Woodlands. *Biotropica*, 43(1): 23-30.
36. Bondé L., Ouédraogo O., Kagembèga F. & Boussim J. I. (2013). Impact des gradients topographique et anthropique sur la diversité des formations ligneuses soudaniennes. *Bois et Forêts des Tropiques*, 318(318) : 15-25.
37. Boudy P. (1948). Economie forestière Nord-Africaine. Milieu physique et humain. Ed. Larose, Paris, Tome I, 684 p.
38. FAO (2005). Evaluation des Ressources Forestières Mondiales 2005. FAO. Rome Italie. 320 p.
39. FAO (2010). Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 Rapport principal. Rome Italie, 317 p.
40. FAO (2014). Situation des forêts du monde : Mieux tirer parti des avantages socioéconomiques des forêts. Rome Italie. 146 p.
41. FAO (2016). Situation des Forêts du monde 2016 (SOFO). Forêts et agriculture : défis et possibilités concernant l'utilisation des terres. Rome Italie. 138 p.
42. Forget P. M. (1988). Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise. Thèse de Doctorat, Université Paris VI, 245 p
43. Gnanguènon-Guessè D., Kakpo S. B., Aoudji A. K. N., Koura K. & Ganglo J. C. (2015). Exploitation forestière à faible impact dans les teckeraies de la Lama (Benin, Afrique de l'ouest). *Science de la vie, de la terre et agronomie*, 03(02): 37-44.
44. Kakpo S. B., Yéhouénu Tessi D. R., Gbètoho J. A., Aoudji A. K. N. & Ganglo J. C. (2018). Répartition spatiale de *Cola millenii* K. Schum., *Dialium guineense* Wild. et *Azelia africana* Smith ex Pers. dans les forêts secondaires du Sud Benin (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1): 353-362. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.28>
45. Kjaer E. D., Kaosa-ard A. & Suangtho V. (2000). Domestication of teak through tree improvement. Options, possible gains and critical factors. In: Site, technology and productivity of teak plantations. FORSPA Publication N° 24/2000, TEAKNET Publication N° 3: 161–189 p.
46. Ky-Dembele C., Tigabu M., Bayala J., Ouédraogo S. J. & Odén P. C. (2007). The relative importance of different regeneration mechanisms

- in a selectively cut savanna-woodland in Burkina Faso, West Africa. *Forest Ecology and Management*, 243(1): 28-38.
47. Lepoutre B., (1965). Régénération artificielle du chêne-liège et équilibre climacique de la subéraie en forêt de la Mamora. *Ann. Rech. Forest.* Rabat, 9: 1-86 p.
  48. Louppe, D. (2005). *Tectona grandis* L.f. [Internet] Fiche de Protabase. Louppe, D. et Oteng-Amoako, A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l’Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. <<http://database.prota.org/recherche.htm>>. Visité le 1 février 2008.
  49. Lutz W. (1991). La régénération naturelle de *Tectona grandis* dans les plantations des secteurs d’Agrimey, Djigbé et Toffo au Sud du Bénin. *GTZ*, 68 p.
  50. Marien J. N. & Mallet B. (2004). Nouvelles perspectives pour les plantations forestières en Afrique centrale. *Bois et forêts des tropiques*, 282(4): 67-79.
  51. Monteuis O. & Maître H. F. (2007). New developments in teak cloning lead to better plantation stock. *ITTO Tropical Forest Update* 17/3.
  52. Nacoulma B. M. I., Schumann K., Traoré S., Bernhardt-Römermann M., Hahn K., Wittig R. & Thiombiano A. (2011). Impacts of land-use on West African savanna vegetation: a comparison between protected and communal area in Burkina Faso. *Biodiversity and Conservation*, 20(14): 3341-3362.
  53. Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K. & Guinko S. (2006). Structure du peuplement juvénile et potentialités de régénération des ligneux dans l’Est du Burkina Faso. *Études de la Flore et de la Végétation du Burkina Faso*, 10: 17-24 .
  54. Putz F. E. & Redford K. H. (2010). The Importance of Defining ‘Forest’: Tropical Forest Degradation, Deforestation, Long-term Phase Shifts, and Further Transitions. *Biotropica*, 42(1): 10-20. Doi: 10.1111/j.1744-7429.2009.00567.
  55. Schumann K., Wittig R., Thiombiano A., Becker U. & Hahn K. (2011). Impact of land-use type and harvesting on population structure of a non-timber forest product-providing tree in a semi-arid savanna, West Africa. *Biological Conservation*, 144(9): 2369-2376.
  56. Sinsin B., Eyog-Matig O., Assogbadjo A. E., Gaoué O. G. & Sinadouwirou T. (2004). Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azelia africana* Sm. trees dynamics in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, 13(8): 1555-1570.
  57. Verhaegen D., Fofana I. J., Zénor A. L. & Ofori D. (2010). What is the genetic origin of teak (*Tectona grandis* L.) introduced in Africa and in

- Indonesia? *Tree Genetics & Genomes*, 6(7): 17–733. Doi 10.1007/s11295-010-0286-x
58. Viennot M. (1966). Etude des sols de la dépression de la Lama et de ses bordures. Carte pédologique de reconnaissance au 1/50000. ORSTOM, Cotonou, 58 p.



## **Development of Cost-Effective Menstrual Absorbent Pad with Eco-Friendly Antimicrobial Finish**

***Md. Moynul Hassan Shibly,***

Department of Wet Process Engineering,  
Bangladesh University of Textiles, Bangladesh

***Mohammad Forhad Hossain, PhD***

***Mustafijur Rahman, MSc***

Department of Dyes and Chemical Engineering,  
Bangladesh University of Textiles, Bangladesh

***Md. Golam Nur, MSc***

Natore Textile Institute, Bangladesh

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p438 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p438](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p438)

---

### **Abstract**

Management of menstrual hygiene is a critical problem for Bangladeshi women and girls as the sanitary pads are expensive. Therefore, purchasing sanitary napkins for incredibly poor and middle-class families is very challenging. Many retail sanitary napkins are available on the local market, but most of them are costly. However, poor women's are unable to purchase or use high-quality sanitary napkins. Thus, a maximum of nine sanitary napkin pad samples with very cheap raw materials (natural fibres) have been produced in this study. Newly manufactured products even undergo antimicrobial treatment with natural antimicrobial agents such as Tulshi and Aloe Vera accompanied by a simple production process, which ultimately makes the product cheaper and safer for the consumer during use. A maximum of nine samples were produced and compared with commercial samples for cost analysis. The primary objective of this research is to develop such a kind of sanitary napkin that will be cheaper as well as user-friendly in contrast to commercial samples. More interestingly, poor women are not used to wear underwear, because of which they are not interested in using pads as commercial sanitary napkins; panty or other underwear is required. For this reason, an adjustable waistband support is used in this experiment to easily attach the sanitary napkin without any gum. Since menstruation is directly linked to the human reproductive process, it is important for women and girls to manage menstruation appropriately. In addition, the material (especially sanitary napkin core forming materials) used in commercial sanitary napkins is synthetic and may lead to accelerated growth of bacteria and germs by long-

term use of the pad. The goal of this research was to construct an inexpensive sanitized pad that was treated with Aloe Vera and Tulshi extract. Tulshi and Aloe Vera modified non-woven fabrics incorporate antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) and *Escherichia coli* (*E. coli*). Therefore, as it can be used without undergarments, sanitary napkin is not only hygienic but also inexpensive and comfortable with effective protection against leakage. Findings demonstrate the newly developed prototype's substantial design and cost-effectiveness.

---

**Keywords:** Antimicrobial activity, Low-Cost Sanitary Napkin, Menstrual Management, Aloe Vera, Tulshi

## Introduction

Cultural norms, parental influence, personal preferences, economic status and socio-economic pressures have influenced menstrual hygiene activities. Menstrual views relate to misconceptions or perceptions about menstruation within a specific culture or religion. Menstrual values, awareness, and behaviors were all linked to menstrual hygiene management (Aniebue, 2010). Such norms are obstacles to better menstrual hygiene practices. Most women experience restrictions on cooking sexual intercourse, washing, worshipping, or eating other foods (Drakshayani Devi, 1994). Such restrictions are due to people's overall perception of menstruation because they consider it dirty and polluting (Jogdand, 2011).

Chakwana et al. (2014) revealed the way to develop a low-cost re-usable microfibre sanitary pad with good performance properties and low cost maintenance, affordable to poor women. The total cost of one re-usable microfibre sanitary napkin will be \$2.40, which is eventually not suitable for Bangladeshi poor woman. Several attempts have been made for preparing the absorbent core for an ultrathin sanitary napkin using super absorbent fibre (SAF) and viscose fibre blends with varying SAF percentages and mass per unit area ( $\text{g/m}^2$ ) but the researchers did not compare the cost effectiveness of developed product with the existing product (Das et al., 2008).

Most girls and women face difficulties in managing their periods safely. In addition to constant taboos, the ability of women and girls to manage their periods is affected by a number of other factors, including limited access to affordable and hygienic sanitary materials and disposal options, leaving many to manage their periods in an ineffective, uncomfortable and unhygienic manner. In some cases, natural materials such as mud leaves and dung and animal skins are used to control menstrual flow (Summer, 2013). Use of unclean rags, for example, particularly if they are inserted into the vagina, can induce or support the growth of unwanted bacteria that could lead to infection (Kirk and Sommer 2006). As a result natural and inexpensive antimicrobial

agent such as Aloe Vera and Tulshi extract solution is used in this research to maintain consumer hygiene.

The direct contact of material with the skin induces the development of microorganisms. Sanitary napkins are such materials that are highly prone to bacterial infestation, contributing to diseases of the body in both immune compromised and normal people (Boryo DEA, 2013). Some bacterial and fungal organisms cause sanitary napkin-associated infections. There is therefore a strong need for a hygienic product for menstrual protection worldwide. To prevent infections in sanitary napkins, the fabrics should have antimicrobial activity. In the women's sanitary napkin industry, antimicrobial sanitary napkins may have their own place due to their preventing disease resistance properties (Sarika Mishra, 2016). Clothing and textiles are very good materials for the production of microorganisms (Sauperl O, 2016). These may serve as carriers for certain microorganisms, such as pathogenic bacteria, odor-generating bacteria or molds and fungi. Natural herbal extract finishes on fabrics have many benefits, such as non-toxic, non-irritant, biodegradable, cost-effective and easy availability. Finishing herbal extracts with antibacterial activity on fibres helps to reduce the growth of microbes. Therefore, the antimicrobial function of the fabrics can be accomplished by finishing the herbal extracts on the fibres. Bioactive substances in herbal extracts are responsible for antimicrobial action (Shabrin Farhana, 2018).

For example, findings from Bangladesh, where 80 per cent of factory workers were female, indicate that 60 per cent of them used menstrual fabric rags from the factory floor. These are extremely chemically modified and often newly dyed. Infections are widespread, resulting in an average of 73% of women unemployed for six days a month. Women did not have a safe place either to buy fabric or pads or to change / dispose them. Women are paid per piece; those six days away are a major economic loss to them, but also to the supply chain for companies (Summer, 2013).

Moreover poor women are not used to wearing underwear because of which they are not interested in using commercial sanitary napkins although panty or other underwear is essential to use commercial sanitary napkin. A number of researchers have been reported about the development of low cost menstrual pad, which generally requires panty or undergarments during using sanitary pad (Barman et al., 2017) which is eventually not affordable to poor woman. Therefore, in this research, such a method is taken where any female can use pad conveniently without using a panty, as there will be an elastic waistband line where a pad can be added without any gum or undergarments.

## **Material and Methods**

### **Materials**

The research study was carried out using 100% cotton and 100% viscose fibre obtained from Square Textiles Ltd. White non-woven (90 per cent polyester and 10 per cent polypropylene) and black non-woven (95 per cent and 5 per cent polypropylene) fabrics, tissue paper (Bashundhara tissue paper), locally marketed and polyethylene were obtained from Bangladesh regional market. Antimicrobial activity of Aloe Vera and Tulshi treated non-woven tissue was investigated against *Staphylococcus aureus* (gram positive) and *Escherichia coli* (gram negative) collected from the Department of Microbiology, Primeasia University, Bangladesh. Those two bacteria have been chosen because they are commonly available in the human body. Analytical grade methanol from Zengzhou Sigma Chemical Company Ltd., China used to dissolve Tulshi. Analytical grade citric acid from Merck, India was used as a binder throughout the use of Tulshi extract on non-woven fabric. Whatman No. 1 filter paper was used during the extraction of Aloe Vera collected from the Department of Textile Technology, Primeasia University, Bangladesh.

### **Apparatus**

Antimicrobial treatment of neem on non-woven fabric was performed by means of laboratory padding of Copower Technology Ltd, Taiwan. All the layers are sealed together by a heat-sealing system (Model PS-1000, 1000 mm, Impulse Heat Sealer, china). Eventually, all produced pad specimens were sterilized using a UV-treated sterilizer Model YTP280MT-1, UV, china).

### **Methods**

#### **Sample Preparation**

For developing hygiene feminine products in this study finished non-woven fabrics were first treated with Tulshi and Aloe Vera extract solution, collected from freshly Tulshi and Aloe Vera leaves grown in National Botanical Garden, Bangladesh. At first Tulshi leaves were washed with distil water and leaves were dried under sunshade. The dried herbals are crushed into small pieces and extracted with 5% methanol for 12 hours in a soxhlet extractor. Methanol extracts of the herb were directly applied on non-woven fabric by pad-dry cure method. Various concentrations (10%, 25% and 50%) of Tulshi extract was applied on non-woven fabric along with 6% citric acid as cross linking agent by pad-dry cure method. Whereas, for Aloe Vera the spines of the leaf were chopped and the upper layer of the skin called rind was opened longitudinally to collect the gel. Then the gel was homogenized to make a crude paste and was used for extraction. Whereas, required amount of crude paste of Aloe Vera gel was soaked in 100 ml of distilled water for 24

hours with frequent mixing. This preparation was filtered using Whatman filter paper and the filtrate was concentrated at 100°C in a water bath and various concentration (10%, 25% and 50%) of aloe-vera gel extract was applied on non-woven fabrics.

The treatment of non-woven fabrics with tulshi and Aloe Vera extract solution was carried out separately by using Laboratory Padding Mangle from Copower Technology Ltd, Taiwan. The Padding of fabric samples was performed at room temperature, 2 kg/cm<sup>2</sup> pressure, and squeeze to remove excess solution. After padding all the test samples were dried at 80°C for 20 min followed by curing at 120°C for 5 min. For the easier investigations all the test fabric sample were coded as shown in Table 2. The developed pad sample contains four layers. All of the layers were sealed together by heat-sealing machine (Model PS-1000, 1000mm, Impulse Heat Sealer, China). After that, the UV treated sterilizer (Model YTP280MT1, UV, China) sterilizes all created pad samples. Newly developed total of nine samples (sample 01 to sample 09) defined by different core forming materials as shown in Table 1. In addition, three commercial samples used in this experiment defined by commercial sample-01, commercial sample-02 and commercial sample-03 respectively.

**Table 1.** Design of Various Layer of Developed Pad Sample

Name of the sample	Top Layer or 1st Layer	Absorbent Layer / Core Layer / Middle Layer	Protective Layer or 3rd Layer	Bottom Layer
Sample-01	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	100% Cotton fibre	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven
Sample-02	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	80% cotton and 20% viscose fibre	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven
Sample-03	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	50% cotton and 50% viscose fibre	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven
Sample-04	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	33.3% cotton, 33.3% viscose fibre and 33.3% tissue paper	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven
Sample-05	White Non-woven composed of 90% Polyester	50% cotton 50% viscose fibre and	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene)

	and 10% Polypropylene	1gm sodium alginate powder		Black Non-Woven
Sample-06	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	50% cotton 50% viscose fibre and 2gm sodium alginate powder	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven
Sample-07	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	50% cotton 50% viscose fibre and 1gm CMC powder	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven
Sample-08	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	50% cotton 50% viscose fibre and 2gm CMC powder	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven
Sample-09	White Non-woven composed of 90% Polyester and 10% Polypropylene	50% cotton 50% viscose fiber, 1gm CMC powder and 1gm sodium alginate	Polyethylene	(95% polyester and 5% polypropylene) Black Non-Woven

### Evaluation Methods

Initially, non-woven fabrics are treated with Tulshi and Aloe Vera extract solution at different concentrations (10 per cent, 25 per cent and 50 per cent) in order to select the best-performing cloth for the further production of all sanitary napkins, which typically have excellent antimicrobial properties. The developed sanitary pad samples then performed a spray rating test to evaluate the ability of polyethylene to withstand blood or other menstrual fluid leakage. Eventually, the cost structure of the produced sanitary napkin was prepared and contrasted with commercial specimens.

### Antibacterial Property Testing

The antimicrobial properties of Aloe Vera and Tulshi extract solution treated non-woven fabric (used to design sanitary napkin) were evaluated using ASTM E2149-01, which is a quantitative antimicrobial test method designed to evaluate the resistance of non-leaching antimicrobial treated specimens to the growth of the microbes under dynamic contact conditions. Antimicrobial activity was assessed against *S.aureus* (gram positive) and *E.coli* (gram negative). Each culture was suspended in a small amount of nutrient broth, spread on the nutrient agar plate, and incubated at 37°C for 2 h. Two single colonies were picked up with an inoculating loop from the agar plate, suspended in 5 mL nutrient broth, and incubated for 18 hour at 37°C. A final concentration of 1.5-3.0 X 10<sup>5</sup> colony forming units per millilitre (CFU/mL) was prepared by appropriately diluting each culture with a sterile

buffer solution (0.3 mM phosphate buffer, pH 7.2) which was used as diluents in all experiments. These dilute culture solutions were used for the antimicrobial test.

For each Aloe Vera and Tulshi extract treated and one untreated sample, a 250 ml flask are prepared containing 50 mL of the working bacterial dilution (1.5-3 x 10<sup>5</sup> CFU/MI) and non-woven fabric samples which are cut into small pieces (1cm x 1cm). All flasks were capped loosely, placed on a shaking incubator, were shaken at 37°C and 120 rpm for 1 hour. A series of dilutions were made using the buffer solution and each 0.1 ml of the dilution was placed in nutrient agar plate. The inoculated plates were incubated incubator (Binder from USA) at 37°C for 18-24 hour and surviving cells were counted. Safety cabinet (Clernair from Belgium) was used to carry out the preparation of bacteria culture and transferring to agar plate. The antimicrobial was expressed in terms of % reduction of the organism after contact with the test specimen compared to the number of bacterial cells surviving after contact with the control using equation-1 (Ferrero, 2012).

$$\% \text{ Reduction} = \frac{B-A}{B} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Where A and B are the surviving cells (CFU/ml) for the flasks containing test samples (Tulshi and Aloe Vera extract treated samples) and the control (blank samples) respectively after 1 hour contact time.

**Table 2.** Test for Non-Woven Fabrics Sample

Test Fabric Sample	Code
Non-Woven Fabric samples without any Tulshi and Aloe Vera extract solution treatment	U
Non-Woven Fabric samples treated with 10% Tulshi and Aloe Vera extract solution	A
Non-Woven Fabric samples treated with 25% Tulshi and Aloe Vera extract solution	B
Non-Woven Fabric samples treated with 50% Tulshi and Aloe Vera extract solution	C

**Cost analysis of Developed Pad Sample**

Cost analysis is a standardized process to determine the cost of each element. This plays a vital role in the process of product design. It is necessary to make and purchase decisions, to make alternative selections, to create a break-even analysis and to regain capital. The cost analysis shall assess the economic feasibility of the planned factory, sector or product.

There are several types of cost such as

- \* Direct material Cost.
- \* Labor cost.
- \* Factory overhead cost.

### Water Spray Test: AATCC Test Method 22-2010

Water sprayed against the tight surface of the sample specimen under controlled conditions creates a wet pattern, the size of which depends on the relative repulsion of the fabric. Evaluation was achieved by matching the wetted template with the objects shown in the standard chart.

### Results and Discussion

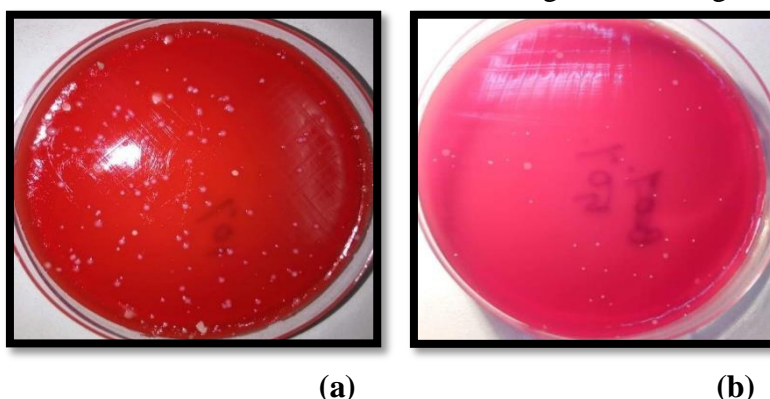
#### Antimicrobial Performance of Aloe-Vera Treated Non-woven Fabric

The main components of Aloe-Vera gels are glycoprotein, barbaloin, aloe-emodin, emodin, mannose-6-phosphate, polysaccharides, acemanan, aloesin, etc. The active ingredients of Aloe vera gel have wide range of activities such as moisturizing, anti-inflammatory, antibacterial, antifungal, antiviral agent, antiodor, etc. (Krinsky 2003; Lee et al. 2009).

The antimicrobial test result of the aloe-vera extract treated non-woven fabric against *S. aureus* are listed in Table 3 and results are summarized in Figure 1 and Figure 3.

Concentration of Aloe-Vera extract applied on non-woven fabric	Surviving cells after 1 hour contact time (CFU/mL)	Reduction (%)
0 (Untreated)	$2.32 \times 10^5$ [B]	
10%	$57 \times 10^3$ [A]	75.43
25%	$31 \times 10^3$ [A]	86.64
50%	$14 \times 10^3$ [A]	93.97

Experimental results of Aloe-Vera treated non-woven fabric against *E. coli* are given in Table 4. and results are summarized in Figure 2 and Figure 3.

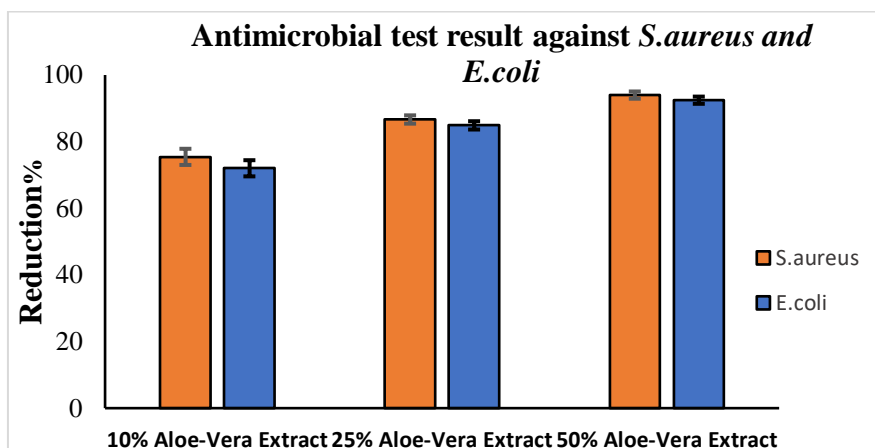


**Figure 2.** Number of Surviving Cells (*E. coli*) after 1 hour Contact with Untreated Non-Woven fabric (a) and Non-Woven Fabric Treated with 50% Aloe-Vera Extract (b)



**Table 4.** Reduction of Microorganisms (*E. coli*) in Treated Non-Woven with the Increment of Aloe-Vera Extract Concentration.

Concentration of Aloe-Vera extract applied on non-woven fabric	Surviving cells after 1 hour contact time (CFU/mL)	Reduction (%)
0 (Untreated)	$2.25 \times 10^5$ [B]	
10%	$63.0 \times 10^3$ [A]	72
25%	$34.0 \times 10^3$ [A]	84.88
50%	$17.0 \times 10^3$ [A]	92.44

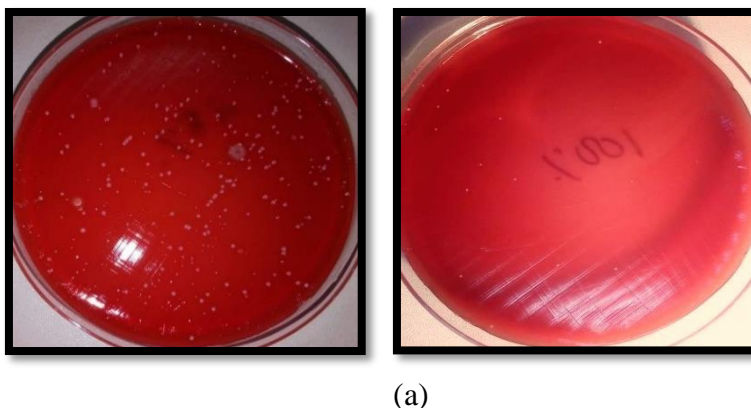
**Figure 3.** Results of Antibacterial Test against *S.aureus* and *E. coli*

The results have shown the excellent antibacterial efficacy of Aloe Vera treated non-woven fabrics. Untreated non-woven fabrics displayed no antibacterial activity against both (*S.aureus* and *E.coli*) where a significant improvement in antibacterial activity against both organisms was observed in all treated non-woven fabrics. The decrease of bacteria has been found to increase with an improvement in the amount of Aloe Vera extract solution. When the concentration was raised from 10% to 25%, antimicrobial resistance is also improved. Increasing the concentration from 25% to 50% has a significant effect on increasing antimicrobial resistance comparable to the commercial sample (Commercial Sample-01). Aloe gel polysaccharides and barbaloin are mainly responsible for their antimicrobial activity (Krinsky et al. 2003; Ramachandra and Rao, 2008). The antifungal and antibacterial effects of Aloe veracan can also be used for clinical fabric uses, such as wound dressing, suture and other bioactive textiles.

#### Antimicrobial Performance of Tulshi Treated Non-woven Fabric

Traditionally, Tulshi used in different forms; aqueous extracts from the leaves (fresh or dried as powder) are used in herbal teas or mixed with other

herbs or honey to enhance the medicinal value. Traditional uses of Tulshi aqueous extracts include the treatment of different types of poisoning, stomach-ache, common colds, headaches, malaria, inflammation, and heart disease (Pattanayak et al., 2010). The antimicrobial test results of the Tulshi extract treated non-woven fabric against *S. aureus* are listed in Table 5 and results are summarized in Figure 4 and Figure 6.

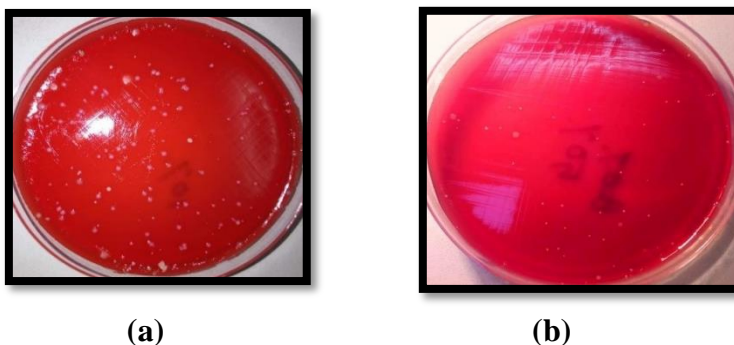


**Figure 4.** Number of Surviving Cells (*S.aureus*) after 1 hour Contact with Untreated Non-Woven fabric (a) and Non-Woven Fabric Treated with 50% Tulshi Extract (b)

**Table 5.** Reduction of Microorganisms (*S.aureus*) in Treated Non-Woven with the Increment of Tulshi Extract Concentration

Concentration of tulshi extract applied on non-woven fabric	Surviving cells after 1 hour contact time (CFU/mL)	Reduction (%)
0 (Untreated)	$2.32 \times 10^5$ [B]	
10%	$56 \times 10^3$ [A]	75.86
25%	$33 \times 10^3$ [A]	85.77
50%	$15 \times 10^3$ [A]	93.53

Experimental results of Tulshi treated non-woven fabric against *E. coli* are given in Table 6. and results are summarized in Figure 5 and Figure 6.

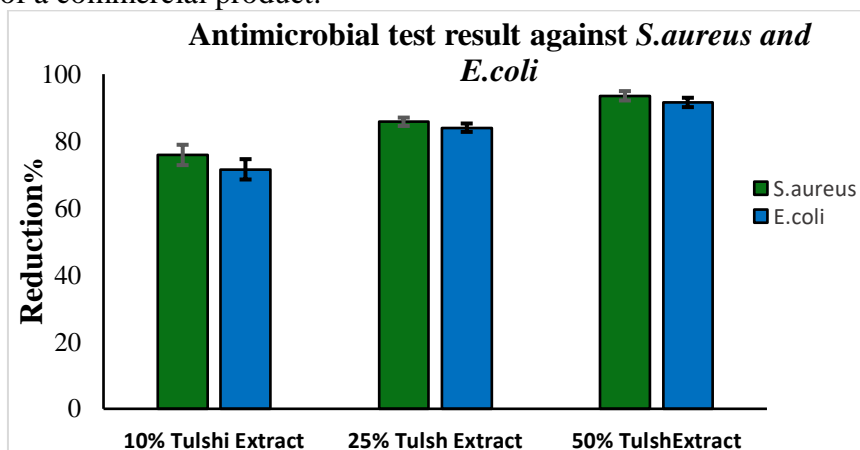


**Figure 5.** Number of surviving cells (*E. coli*) after 1 hour Contact with untreated non-woven fabric (a) and non-woven fabric treated with 50% Tulshi Extract (b)

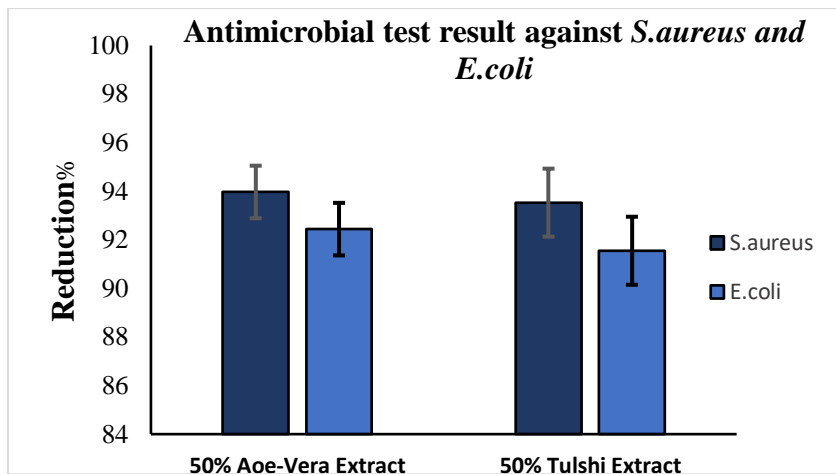
**Table 6.** Reduction of Microorganisms (*E. coli*) in Treated Non-Woven with the Increment of Tulshi Extract Concentration

Concentration of tulshi applied on non-woven fabric	Surviving cells after 1 hour contact time (CFU/mL)	Reduction (%)
0 (Untreated)	$2.25 \times 10^5$ [B]	
10%	$64.0 \times 10^3$ [A]	71.56
25%	$36.0 \times 10^3$ [A]	84
50%	$19.0 \times 10^3$ [A]	91.55

The results clearly demonstrate the outstanding antibacterial efficacy of Tulshi extract treated with non-woven fabrics. Untreated non-woven fabrics displayed no antibacterial activity against both (*S.aureus* and *E.coli*) where a remarkable improvement in antibacterial activity against both organisms has been identified in all treated non-woven fabrics. The decrease of bacteria has been shown to improve with an improvement in the amount of Tulshi extract solution. When the concentration is raised from 10% to 25%, antimicrobial resistance is also improved. Improving the concentration from 25% to 50% has a significant effect on improving the antimicrobial protection compared to that of a commercial product.

**Figure 6.** Results of Antibacterial Test against *S.aureus* and *E. coli*

Eugenol is the most prominent phytoconstituent in the Tulshi plant that may be responsible for antimicrobial action. Many research proposed the mechanism of bactericidal action of eugenol, alpha terpinol and gamaterpine, which are the major component of tulshi efficiently, work against test microorganism. The attached antimicrobial agent disrupts the cell membrane of the bacteria through the physical or ionic mechanism (Sarkar et al., 2003). When the cell walls are penetrated, the metabolite leakage occurs and other cell processes become disabled preventing the organism from functioning and reproducing.



**Figure 7.** Comparison of Antibacterial Test Result of 50% Concentration of Aloe-Vera and Tulshi Extract Treated Non-Woven Fabric against *S. aureus* and *E. coli*

Figure 7 demonstrated a comparison of the antimicrobial properties of a particular amount (50%) of Aloe Vera and Tulshi extract solution added to non-woven fabrics. In this research, non-woven outer layer fabrics and pocketing fabrics were treated with various natural antimicrobial agents (Aloe Vera and Tulshi) to enable them both hygienic and user-friendly. For this reason, various amounts (10 per cent, 25 per cent or 50 per cent) are added to non-woven fabrics followed by padding. Among them, the 50 per cent concentration of Aloe Vera and Tulshi extract solutions are highly effective for rapid removal of bacteria as the reduction percentage increases with enhanced concentrations. The highest percentage of reduction against *S. aureus* and *E. coli* was observed for 50% concentration of Aloe Vera extract solution. As a result, non-woven fabrics treated with a 50 per cent concentration of Aloe Vera extract solution (outer layer fabrics and pocketing fabrics used to develop sanitary napkin) are chosen for the remaining of the other samples development (sample 01 to sample 09).

Developed Sample	Commercial Sample-01	Commercial Sample-02	Commercial Sample-03
Surviving cells after 1 hour contact time CFU/mL-0.12 x 10 <sup>3</sup>	Surviving cells after 1 hour contact time CFU/mL-0.1 x 10 <sup>3</sup>	Surviving cells after 1 hour contact time CFU/mL-0.13 x 10 <sup>3</sup>	Surviving cells after 1 hour contact time CFU/mL-2.06 x 10 <sup>3</sup>

**Figure 8.** Comparison of Bacterial Growth of Various Sanitary Napkin Pad Samples

Figure 8 reflects the final product (sanitary napkin) antimicrobial analysis in which both the sample developed and the commercial sample illustrates outstanding antimicrobial properties against bacterial growth. The excellent antimicrobial properties of the developed specimen were due to the treatment of non-woven fabric with a concentration of 50% of aloe-vera extract solution. After that, the fabricated sanitary napkin pad samples were sterilized with UV treated sterilizers. As a result, the antimicrobial potential of the final product is significantly enhanced by the accelerated killing rate of the bacteria. (Commercial sample-01) antimicrobial characteristics were highest among all samples shown in (Figure 8) although the reason behind this antimicrobial property is not revealed. (Commercial sample-02), antimicrobial properties are also good, although (Commercial Sample-03) shows poor antimicrobial properties. Hygiene is one of the major concerns for consumers of sanitary napkin especially for women as it plays a vital role in proper menstrual management to keep the reproductive system smoother and healthier.

### Costing of Developed Pad Sample

**Table 7.** Price of Various Raw Materials of Developed Sanitary Napkin

SL. No.	Materials used to develop a product	Cost (Taka)
01	Price of Cotton (surgical cotton)	120 per kg
02	Price of Viscose	200 per kg
03	Price of Nonwoven fabric	12 per yards
04	Price of Sodium Alginate	180 per kg
05	Price of CMC (Carboxy Methyl Cellulose)	210 per kg
06	Price of polyethylene	11 per yards
07	Price of Bashundhara Tissue paper (13 inch x 13 inch) 1 ply – 80 pieces	170 per kg
08	Elastic	12 per yards

The following items of plant and machinery are required for the project

**Table 8.** Cost Structure (Plant and Machinery)

Detail	Quantity	Value (Taka)
Core forming M/C	01	7000
Ultra Violet Treatment Unit	01	10000
Heat Seal	01	3000
Total		20000

**Table 9.** Other Accessories

Items	Quantity	Value (Taka)
Weighing Scale	02	6000
Work Table	02	2000
Plastic Buckets and trays	04	1000
Total		9,000

**Table 10.** Required Workers

Workers	Number of worker	Salary (Taka) per 25 working days	Labour cost per Napkin packet (taka)	Labour cost per piece (taka)
Semi-Skilled Labors (Daily Wages 200 Taka per Day for a single worker)	04	20,000	7.14	0.7

**Table 11.** Total Napkin Production per Day (minimum)

Number of Production per day	10 napkins per packet
140 x 8 hours = 1120 pieces	112 packets

**Note:** Four persons able to produce 140 pieces of sanitary napkin per hour.

**Table 12.** Monthly Administrative Expense / Overhead Cost

Expenses	Value (Taka)	Overhead cost per packet (per day)	Overhead cost per piece (per day)
		Daily Administrative Expenses (200 Tk) Number of production of Packet per day(112 packet)	
House Rent	2500	$\frac{200 \text{ Taka}}{112 \text{ packets of Napkin}} = 1.78$	(Daily administrative expenses / Number of production of napkins per day)  $\frac{200 \text{ Taka}}{1120 \text{ pieces}} = 0.18$
Electricity Bill	2000		
General Administrative Expenses	500		
Total	5000 (200 per day)		

**Table 13.** Required Raw Material per Day (Sample-09: 50% Cotton + 50% Viscose + 1gm sodium alginate + 1 gm CMC)

Raw Materials	Unit (with 5% wastage)	Value (Taka)
Cotton	2.94 Kg	352
Viscose	2.94 Kg	588
Sodium Alginate	1.176 Kg	211
CMC	1.176 Kg	247
Non-woven (Top and Bottom layer, pocket)	140 yards	1680
Polyethylene	51.75 yards	569
Elastic	128 yards	1536
Packing Covers	112 packets	84
Total		5267

**Table 14.** Price Fixing per Napkin Packet (Sample-09: 50% Cotton + 50% Viscose + 1gm sodium alginate + 1 gm CMC)

<b>Details</b>	<b>Value (Taka)</b>
Raw Material per Napkin Packet	47
Wastage	0.10
Labour Cost per Napkin Packet	7.14
Overhead Cost per Napkin Packet	1.78
Cost Per Napkin Packet	56
Add Profit 30 %	17
Wholesale Price per packet	73
Add Whole Seller Profit Margin: 15%	11
Maximum Retail Price per Packet (MRP)	84
Maximum Retail Price per Piece (MRP)	8.4

**Table 15.** Maximum Retail Price per Piece (MRP) and Whole Sale Price of Developed Sample (Sample-01 to Sample-09)

<b>Sample Name</b>	<b>Sample Details</b>	<b>Whole sale price per packet (Taka)</b>	<b>Whole sale price per piece (Taka)</b>	<b>Maximum Retail Price per Packet (MRP) (Taka)</b>	<b>Maximum Retail Price per Piece (MRP) (Taka)</b>
Sample-01	100 % cotton	64	6.4	74	7.4
Sample-02	80% cotton + 20% viscose	65.82	6.6	76	7.6
Sample-03	50% cotton + 50% viscose	67.60	6.76	78	7.8
Sample-04	33.3% cotton + 33.3% viscose + 33.3% tissue paper	67.60	6.76	78	7.8
Sample-05	50% cotton + 50% viscose+1gm sodium alginate	70.20	7.02	80	8.00
Sample-06	50% cotton + 50% viscose+2gm sodium alginate	71.50	7.15	82	8.20
Sample-07	50% cotton + 50% viscose+1gm CMC	70.20	7.02	80	8
Sample-08	50% cotton + 50% viscose+2 gm CMC	74	7.40	85	8.5
Sample-09	50% cotton + 50% viscose+ 1gm sodium alginate+1gm CMC	73	7.30	84	8.4

**Table 16.** Sales per Month (sample-09: 50% Cotton + 50% Viscose + 1gm sodium alginate + 1gm CMC)

Details	Value (Taka)
Value of per Day required Raw Material	$5267 \times 25 = 1,31,675$
One Month (25 Working Days)	1,31,675
Per Day Napkin Production	$1120 \div 10 = 112$ packets
One Month (25 Working Days)	$25 \times 112 = 2800$ packets
Per Packet Whole Sale Price	73
Value of One Month Production	$2800 \times 73$
One Month Sales	2,04,400
One Month Raw Material Expense	1,31,675
Total Profit	72,725
Labor Charge - Less from profit	20,000
Administrative Expenses - Less from profit	5,000
Net Profit per Month	47,725
Profit Margin On one Month Total Raw Material Value	36%

**Table 17.** Total Investment (Taka)

Investment Details	Value (Taka)
Advance for working Place	20,000
Machineries, Installation and training fees	80,000
Other Accessories	9,000
Running Capital for six Months	5,00,000
Registration and Other Admin Expense	20,000
Total	6,29,000

**Table 18.** Net Profit per Year

Description	Value (Taka)
Profit per Month	47,725
Per Year profit	$47,725 \times 12 = 5,72,700$
Interest for total investment @ 20 % (A)	125800
Depreciation of Machineries 10% (B)	8,000
A+B	133800
Net Profit Per year	$5,72,700 - 1,33,800 = 4,38,900$
Profit margin on Total Investment	69%

### Comparison of Maximum Retail Price (MRP) of Developed Sample against Commercial Samples

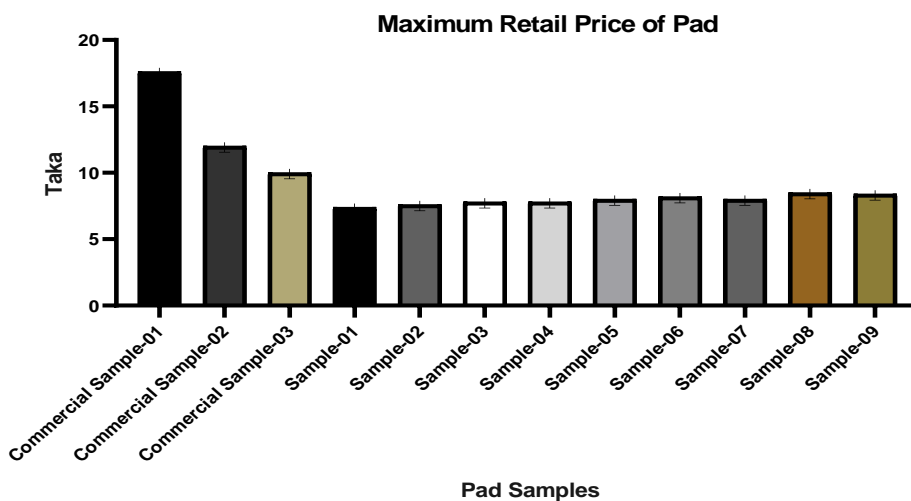
Figure 9 and Table 19 demonstrate the maximum retail price (M.R.P) per piece of commercial and developed sanitary napkin. Among commercial samples, Commercial Sample-01 shows the highest MRP of 17.62 taka, the maximum of which is within three commercial samples, whether the lowest MRP is 10 taka among commercial samples (Commercial Sample-01 to Commercial Sample-03). On the other side, the maximum retail price (MRP)



per piece of the developed sample is relatively inexpensive rather than commercial samples. As well as being cheap, the newly developed samples are designed with excellent performance. Among the developed sample, Sample-01 looks cheap, as its MRP is only 7.40 taka, although the quality of this pad (Sample-01) is not satisfactory. On the opposite, developed sample (Sample-09) offers good performance compared to commercial Sample-01, with a very reasonable (8.40 taka) maximum retail price (MRP) for consumers as viscose, cotton, sodium alginate, CMC (Carboxy Methyl Cellulose) were used to design core layer of a sanitary napkin. If the incorporation of sodium alginate and CMC increases, the performance of developed sample, (Sample-09) will be improved, but it will ultimately boost the cost of the product and make it uncomfortable for consumers.

**Table 19.** Comparison of Maximum Retail Price (MRP) of Developed Samples against Commercial Samples

Sample Identification	Maximum Retail Price per piece(Taka)
Commercial Sample-01	17.62
Commercial Sample-02	12.00
Commercial Sample-03	10.00
Sample-01	7.40
Sample-02	7.60
Sample-03	7.80
Sample-04	7.80
Sample-05	8.00
Sample-06	8.20
Sample-07	8.00
Sample-08	8.50
Sample-09	8.40



**Figure 9.** Comparison of MRP of Developed Sample against Commercial Sample

### Spray Rating Test

The measurement of water spray rating of various components used to develop the samples was conducted by Accu Spray Tester ( Model MAG-C1801, India) followed by AATCC Test Method 22-2010, known as water repellence test. At the end of the test, it is clearly visible that the barrier surface of the newly developed pad sample consists of polyethylene, indicating the average spray rating of 100 in Figure 10.

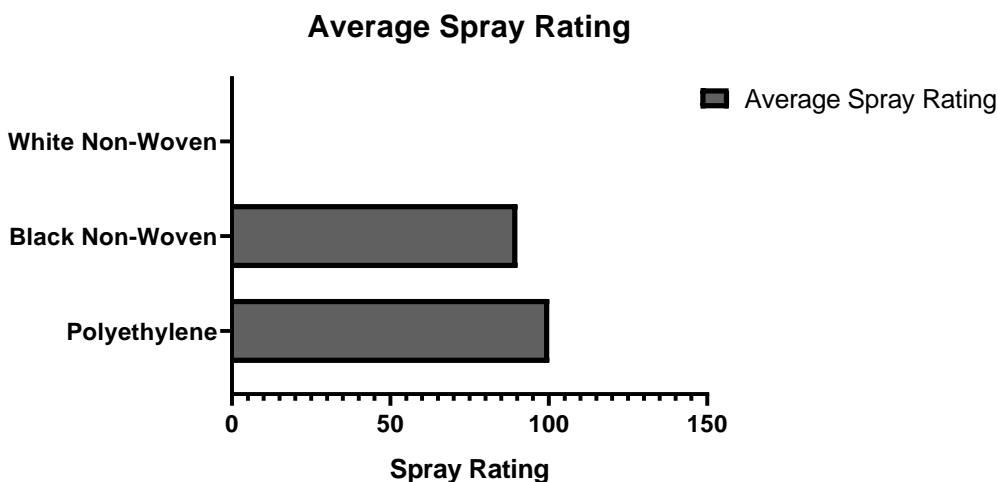


Figure 10. Average Spray rating of various samples

It ensures that it is waterproof as it prevents blood or other menstrual liquid from leakage. On the other finished non-woven (porous white non-woven) spray rating has been shown to be 0 which implies full wetting of whole upper and lower surfaces in order to improve the rapid absorption of menstrual fluid from the upper surface to the next layer of sanitary napkin. In comparison, black non-woven (stick / gummy layer) fabrics displayed a spray score of 90 that indicates a slight random sticking or wetting of the upper surface to establish a final blockade of menstrual fluid to protect against leakage during heavy menstrual fluid flow and thus allow users to keep themselves dry.

### Conclusion

The detailed study has shown that designing a low cost menstrual absorbent pad will be the ultimate solution to enable poor women to use sanitary napkin during menstruation. In contrast, the application of Aloe Vera and Tulshi extract solution to the pad increases the antimicrobial properties, as they provides extra protection for human skin. The use of Aloe Vera and Tulshi in the pad often provides an additional advantage against pungent odor during menstruation. On the other side, most of the fabrics and chemicals used in the layout of the pads in this analysis are eco-friendly and easily disposed

of to earth, which effectively make the product reusable. More notably, the production process of sanitary napkins is so simple and cost-effective that it will inspire girls and woman to use the product on a regular basis to manage their period with effectiveness. Developed sample, (Sample-09) offers good performance compared to commercial sample, (Commercial Sample-01) with a very reasonable (8.40) maximum retail price (MRP) for consumers as viscose, cotton, sodium alginate, CMC (Carboxy Methyl Cellulose) were used to design core layer of a sanitary napkin. Overall, a new path has been opened for the entrepreneur to initiate a plan to produce low cost sanitary napkins, which will potentially attract more men and women to support their families with additional income.

### References:

1. Aniebue, P. Aniebue, and T. Nwankwo (2010), “Te impact of premenarcheal training on menstrual practices and hygiene of Nigerian school girls,” *Pan African Medical Journal*, vol. 2, no. 9, 2010.
2. Barman A, Katkar PM, Asagekar SD (2017) Natural and Sustainable Raw Materials for Sanitary Napkin. *J Textile Sci Eng* 7: 308. doi: 10.4172/2165-8064.1000308 Volume 7 • Issue 3 • 1000308.
3. Boryo DEA (2013). The effect of microbes on textile material. *Intl J Eng Science*, 2013; 2 Suppl 8:09-13.
4. Chakwana, C., & Nkiwane, L. (2014). Development of a Low Cost Re-usable Microfibre Sanitary Pad. *Textiles and Light Industrial Science and Technology*.
5. Das, A., Kothari, V., Makhija, S., & Avyaya, K. (2008). Development of high-absorbent light-weight sanitary napkin. *Journal of applied polymer science*, 107(3), 1466-1470.
6. Drakshayani Devi and P. Venkata Ramaiah (1994), “A study on menstrual hygiene among rural adolescent girls.,” *Indian Journal of Medical Sciences*, vol. 48, no. 6, pp. 139–143, 1994.
7. Ferrero F, Periolatto M (2012) *J Nanosci Nanotechnol* 12(6):4803–4810.
8. Jogdand and P. A. Yerpude (2011), “Community based study on menstrual hygiene among adolescent girls,” *Indian Journal of Maternal and Child Health*, vol. 13, no. 3, pp. 1–6, 2011.
9. Kirk, J., Sommer, M. (2006). Menstruation and body awareness: linking girls’ health with girls’ education. *Royal Tropical Institute (KIT), Special on Gender and Health*, pp. 1-22, Amsterdam, The Netherlands.
10. Krinsky DL, Hawkins EB, Pelton R, Willis NA, Lavalley JB (2003) *Natural Therapeutics Pocket Guide*, ed. 2. Cleveland: Lexi-Comp, Inc., pp 379.

11. Lee L.H., Hwang E.H. and Kim. (2009), Colorimetric assay and antimicrobial activity of cotton, silk and fabrics dyed with Peony, Clove, Coptis chinensis and Gallnut, *Materials*, 2, 10- 21 (2009).
12. Pattanayak, P., Behera, P., Das, D.,and Panda,S.K.(2010). Ocimum sanctum Linn. A reservoir plant for therapeutic applications: an overview. *Pharmacogn.Rev.*4:95. doi:10.4103/0973-7847.65323.
13. Ramachandra CT, Rao PS (2008) Processing of aloe vera leaf gel: a review. *American J Agricultural and Biological Sci* 3 (2): 502 – 510.
14. Sarika Mishra, Ritu Pandey (2016), Mukesh Kumar Singh. Development of sanitary napkin by flax carding waste as absorbent core with herbal and antimicrobial efficiency. *Int J Sci Environ Tech*, 2016; 5 Suppl 2:404 – 411.
15. Sauperl O (2016). Textiles for protection against microorganism. *International Advances in Applied Physics and Materials Science Congress and Exhibition*, 2016; 1727 Suppl 1:21-35.
16. Shabrin Farhana G \*1, Palaniswamy NK 2 (2018), Arboxymethylation (CM) of Natural Fibres: Investigating The Moisture Absorbencyand Evaluating Antimicrobial Propertyof Herbal Finished CM-Fibres, *Int.J.Res. Ayurveda Pharm* 9(3), 2018.
17. Sommer, M. Kjellen, and C. Pensulo (2013), “Girls’ and women’s ’ unmet needs for menstrual hygiene management (MHM): Te interactions between MHM and sanitation systems in lowincome countries,” *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, vol. 3, no. 3, pp. 283–297, 2013.

## **Impacts des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur les poissons: Cas des Tilapias du lac Nokoué au Sud du Bénin (Afrique de l'Ouest)**

***Flavien Edia Dovonou, (PhD, Maître-Assistant)***

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA) à l'Institut National de l'Eau de l'Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

***Moudachirou Ibikounle, (PhD, Maître de Conférences)***

Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

***Coovi Guérolé Akouedegni, (PhD, Maître-Assistant)***

Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

***Valdina Aissi, (Phd Student)***

***Mahutondji Prudence Dossou, (Phd Student, Msc)***

***Daouda Mama, (Phd, Professeur Titulaire)***

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA) à l'Institut National de l'Eau de l'Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p458 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p458](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p458)

---

### **Résumé**

Les résultats issus des analyses physico-chimiques et toxicologiques des eaux et des poissons du lac Nokoué nous ont permis de constater que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques retrouvés dans le lac influencent sensiblement la qualité des poissons et que les valeurs limites sont dépassées pour certains paramètres. Les valeurs de conductivité moyenne (2752  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et de concentration moyenne des nitrites (7,78 mg/L) ont montré que les échantillons d'eau prélevés sur le lac Nokoué sont pollués. Le dosage des polluants a permis de constater que les individus de *Tilapia guineensis*, *Hemichromis fasciatus* et de *Sarotherodon melanotheron* prélevés dans les eaux du lac sont respectivement contaminés à 10%, 18% et 10% au niveau de la rivière Sô à Dogodo, à 26%, 25% et 23% à Kétonou, 32%, 29% et 40% à 6 km de Domèguédji et 32%, 28%, 27% à l'embarcadère d'Abomey-Calavi.

---

**Mots clés:** Lac Nokoué, Pollution, Produits Pétroliers, HAP Pétrogéniques, Tilapias

## **Impacts of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on Fish: Case of Tilapias of Lake Nokoué in South Bénin (West Africa)**

***Flavien Edia Dovonou, (PhD, Maître-Assistant)***

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA) à l'Institut National de l'Eau de l'Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

***Moudachirou Ibikounle, (PhD, Maître de Conférences)***

Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

***Coovi Guénohé Akouedegni, (PhD, Maître-Assistant)***

Laboratoire d'Ethnopharmacologie et de Santé Animale de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

***Valdina Aissi, (Phd Student)***

***Mahutondji Prudence Dossou, (Phd Student, Msc)***

***Daouda Mama, (Phd, Professeur Titulaire)***

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA) à l'Institut National de l'Eau de l'Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

---

### **Abstract**

The results from physico-chemical and toxicological analyzes of the waters and fish of lake Nokoué have shown that the Polycyclic Aromatic Hydrocarbons found in the lake have a significant influence on the quality of the fish and that the limit values are exceeded for certain parameters. The mean conductivity and mean concentration values of the nitrites, estimated at 2752  $\mu\text{S} / \text{cm}$  at 7.78 mg / L respectively, show that the water samples taken from lake Nokoué are polluted. The bioaccumulation factor revealed that individuals of *Tilapia guineensis*, *Hemichromis fasciatus* and *Sarotherodon melanotheron* taken from lake waters are respectively 10%, 18% and 10% contaminated at the Sô River level in Dogodo, at 26%, 25% and 23% at Kétonou, 32%, 29% and 40% at 6 km from Domèguédji and 32%, 28%, 27% at the Abomey-Calavi jetty.

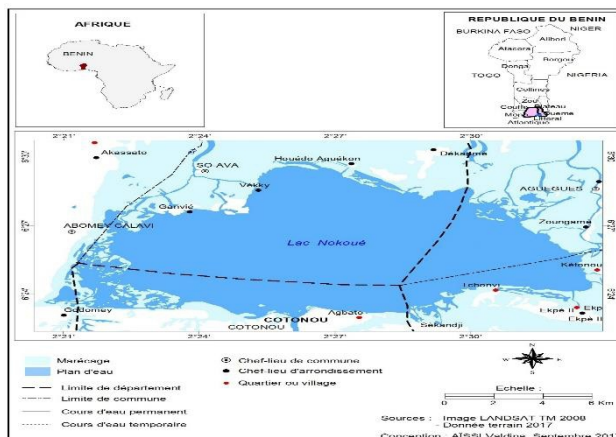
---

**Keywords:** Lake Nokoué Pollution, Petroleum Products, Petrogenic Paks, Tilapias

## **Introduction**

La dégradation des écosystèmes aquatiques devient de plus en plus avancée avec le temps selon Anfray et al (2016). Nos plans et cours d'eau deviennent de plus en plus pollués faute d'une mauvaise gestion Baechler (2015). Cet état de chose est en fait lié la plupart du temps aux activités anthropiques menées aux abords de ces cours d'eau (Anderson, 2007). La République du Bénin n'est pas épargnée par ces problèmes, notamment la pollution liée aux transports des produits pétroliers sur les plans d'eau en général et sur le lac Nokoué en particulier (Tossou, 2001). L'une des activités caractéristiques menées sur le lac Nokoué est le transport des produits pétroliers, ainsi que l'utilisation des barques motorisées (Hoteyi, 2014). Ces activités engendrent plusieurs implications qui influencent négativement les écosystèmes naturels, ce qui pose un problème de santé publique (Dovonou, 2008). En effet, ces produits pétroliers contiennent diverses sortes de polluants tels que les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) pétrogéniques qui ont un caractère lipophile leur permettant d'être transférés au sein des réserves lipidiques et dans les membranes cellulaires des organismes (Roussel, 2002). Ils peuvent également avoir des conséquences sur les comportements, l'alimentation et la reproduction des espèces aquatiques (Baussan, 2000). Leur présence dans la chair des espèces aquatiques consommées par les populations constitue un danger pour la santé de ces derniers car ils sont de nature cancérigène et peuvent entraîner des tumeurs de poumons, de foie, de la vessie et de la peau chez l'Homme (CIRC, 2012). Il urge de ce fait de mettre en œuvre une série de techniques et de méthodes visant à contrôler, surveiller et évaluer la pollution liée à ces hydrocarbures afin de prévenir les conséquences écologiques désastreuses pour la santé des espèces aquatiques ainsi que pour la santé de la population.

Le lac Nokoué, considéré comme le plus grand lac du Bénin couvre une superficie de 150 km<sup>2</sup> à l'étiage (Dovonou, 2008). Situé au Sud-Est du pays, il est compris entre les parallèles 6°20 et 6°30 Nord et les méridiens 2°20 et 2°35 Est. S'étendant sur les départements de l'Ouémé, de l'Atlantique et du Littoral, il est limité à l'Ouest par le plateau d'Abomey-Calavi, à l'Est par la lagune de Porto- Novo, au Nord par la plaine d'inondation du fleuve Ouémé et de la rivière Sô puis au Sud par la ville de Cotonou (Hounsinou, 2015). Le chenal de Cotonou et le canal de Totchè relie le lac respectivement à l'océan Atlantique et à la lagune de Porto-Novo (Fiogbé, 2009). Le lac Nokoué a une longueur moyenne de 20 km dans sa direction Est-Ouest et une largeur de 11 km dans sa direction Nord-Sud (Dovonou, 2012). (Figure 1).



**Figure 1** : Localisation du lac Nokoué au Bénin.

## 1. Méthodologie

La méthodologie adoptée pour cette étude est structurée en trois étapes. Le choix préalable des sites d'échantillonnages ; Les travaux de terrain pour la collecte des échantillons d'eau et de poissons au niveau du lac Nokoué et la rivière Sô et enfin l'analyse et le traitement des données.

### 1.1. Le choix des sites d'échantillonnages

Les sites d'échantillonnage sont le lac Nokoué et la rivière Sô (Figure 1). Le lac Nokoué étant le cadre de notre étude supposé contaminer et la rivière Sô est le site témoin. Sur le lac Nokoué, il s'effectue des transports de produits pétroliers, mais par contre, il ne se passe rien comme activités pétrolières sur la rivière Sô. Ces deux sites permettent de faire une comparaison sur la qualité des poissons du genre *Tilapia* qui sont très consommés par les populations du Sud-Bénin. Les prélèvements se sont effectués en Novembre 2017. Sur le lac Nokoué, trois sites A, B et C ont été sélectionnés. Le site A est le village Kétonou, le site B se situe à 6 km du village Domèguédji et le site C est l'embarcadère d'Abomey-Calavi. Trois points ont été sélectionnés sur chaque site pour des prélèvements d'eau et de capture de poissons. Sur la rivière Sô, trois points ont été sélectionnés à Dogodo pour des prélèvements d'eau et de capture de poissons : soit neuf (09) échantillons d'eau prélevés au total sur le lac Nokoué et trois (03) échantillons d'eau sur la rivière Sô.

Les sites choisis pour l'échantillonnage des poissons sont les mêmes sur lesquels ont été fait les prélèvements d'eau. (Figure 2). Trois espèces de poissons ont été récoltées au niveau de chaque point (03 points à Dogodo sur la rivière Sô, 03 points à l'embarcadère, 03 points à 6 km de Domèguédji et 03 points à Kétonou) ; soient 09 poissons à Dogodo sur la rivière Sô, 09 poissons à l'embarcadère d'Abomey-Calavi, 09 poissons sur le site B à 6 km de Domèguédji et 09 poissons à Kétonou. Au total, 36 poissons ont été



prélevés sur les quatre stations citées plus haut dont 12 *Tilapia guineensis*, 12 *Hemichromis fasciatus* et 12 *Sarotherodon melanotheron*.

## 1.2. Les travaux de terrain

Les prélèvements ont été effectués sur le lac Nokoué (sur le site A à Kétonou, sur le site B à 6 km de Domèguédji et sur le site C à l'embarcadère d'Abomey-Calavi) et dans la Rivière Sô (Dogodo) pour voir s'ils sont pollués par les HAP pétrogéniques provenant des barques motorisées et du transport des produits pétroliers (figure 2).

Les échantillons d'eau pour l'analyse physico-chimique ont été prélevés à l'aide de flacons en plastique de 1,5 litre. Les prélèvements sont faits sur deux jours consécutifs : le premier jour entre 13h et 19h dans le lac Nokoué, puis le deuxième jour à la même heure dans la rivière Sô. Les flacons destinés au prélèvement en profondeur sont lestés et attachés à une ficelle de longueur suffisante pour atteindre la profondeur requise. Une fois remplis au 2/3, ils sont hermétiquement fermés dans l'eau pour empêcher l'oxygène d'y pénétrer. Ils sont ensuite nettoyés et étiquetés. Les étiquettes portent les mentions suivantes : date, lieu et heure du prélèvement. Ils sont ensuite acheminés au laboratoire d'IRGIP AFRICA pour les analyses.

La récolte des poissons a été faite dans les captures issues de la pêche artisanale, à partir des filets. Les pêcheurs ont été sollicités pour la capture. Les échantillons de poissons pour l'analyse toxicologique ont été réalisés dans des bocaux en plastique. Les prélèvements sont faits sur deux jours consécutifs : le premier jour entre 13h et 19h sur le lac Nokoué, puis le deuxième jour à la même heure dans la rivière Sô. Les bocaux sont ensuite étiquetés. Les étiquettes portent les mentions suivantes : date, lieu et heure de prélèvement. Ils sont ensuite acheminés au laboratoire pour les analyses.

## 1.3. Analyse et traitement des données

Les analyses des échantillons d'eau et de poissons sont réalisées au laboratoire d'IRGIP-AFRICA. Le matériel utilisé pour la mesure des paramètres est constitué d'un pH-mètre de marque HANNA pour la mesure du pH et de la conductivité ; la conductivité électrique a été mesurée avec un conductimètre de marque HANNA ; un colorimètre de marque DR 890 pour la mesure des nitrites et des sulfates.

Le dosage des HAP dans les poissons a été fait avec un chromatographe de marque Thermoscientific. Les échantillons ont permis d'étudier respectivement les paramètres physico-chimiques et toxicologiques d'eaux et de poissons. Pour les échantillons d'eau ; quatre (04) paramètres physico-chimiques ont été étudiés : le potentiel d'hydrogène, la conductivité, les nitrites et les sulfates. Pour les échantillons d'eau et de poissons, cinq

paramètres toxicologiques ont été étudiés : le naphthalène, l'acénaphène, l'anthracène, le fluoranthène et l'acénaphthylène

### **1.3.1. Détermination des nitrites**

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour le dosage des nitrites, à savoir : la méthode à la sulfanilamide, la méthode par flux contenu et la méthode au réactif de Zambelli. Utilisée dans le cadre de la présente étude, la méthode au réactif de Zambelli est basée sur la capacité de l'acide sulfurique à former en présence des ions nitrites en milieu chlorhydrique en présence d'ammoniaque pure et du phénol un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites et susceptible d'être mesuré par colorimétrie. Il faut prélever 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml du réactif de Zambelli. Ensuite il faut agiter et laisser au repos 10 mn puis ajouter par la suite 2 ml d'ammoniaque pure. Enfin il faut effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435 nm (Rodier , 2005).

### **1.3.2. Détermination des sulfates**

Après avoir pipeté 25 ml d'échantillon dans une cuvette propre (l'échantillon préparé), il faut remplir une autre cuvette avec 25 ml d'eau désionisée (le blanc). Ensuite ajouter 1 ml de réactif Sulfure 1 à chaque cuvette, agiter par la suite pour mélanger (utiliser le compte-gouttes gradué de 1 ml). Après cela, il faut ajouter 1 ml de réactif Sulfure 2 à chaque cuvette, agiter immédiatement pour mélanger (une coloration rose se développe en présence de sulfure, la solution vire au bleu), et enfin placer le blanc dans le puits de mesure et lire la mesure.

### **1.3.3. Dosage des HAP dans l'organisme des poissons**

Les échantillons de poissons ont été broyés avant le dosage. La méthode utilisée pour le dosage des HAP dans les poissons est la chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme (CG/FID). Quant aux échantillons d'eau, ils ont été directement dosés. Cette méthode de dosage se déroule en trois étapes. Extraction des HAP dans les poissons, le maintien des conditions chromatographiques et les facteurs de bioaccumulation.

### **Extraction des HAP dans les poissons**

Après avoir broyé l'échantillon et prélevé précisément 5,00 g (balance avec une précision de  $\pm 0,01$  g) dans un bécher de 50 ml, on y ajoute 5 ml d'acétone à l'aide d'une pipette graduée. Le mélange est agité à l'aide d'un agitateur « vortex » jusqu'à l'obtention d'une bonne dispersion de l'échantillon. Ensuite, à l'aide d'une pipette graduée, une quantité exacte de 5 ml d'hexane est ajoutée et agitée avec l'agitateur « vortex ». Il faut ajouter 25

ml d'eau et agiter à l'aide de l'agitateur « vortex » puis centrifuger à environ 1600 tour/min pendant 2 minutes. Prendre une aliquote de 2 ml de la phase supérieure d'hexane et la transférer dans un tube de 15 ml avec bouchon de téflon contenant 0,15 g de gel de silice. Par la suite, il faut agiter les tubes au moins 10 minutes au moyen du vortex et laisser déposer le gel de silice. Après ces étapes, il faut ensuite prélever le surnageant avec une pipette Pasteur et le transférer dans un micro flacon (vial) et enfin effectuer le dosage.

### Conditions chromatographiques

Pour effectuer le dosage, le chromatographe doit être dans les conditions suivantes :

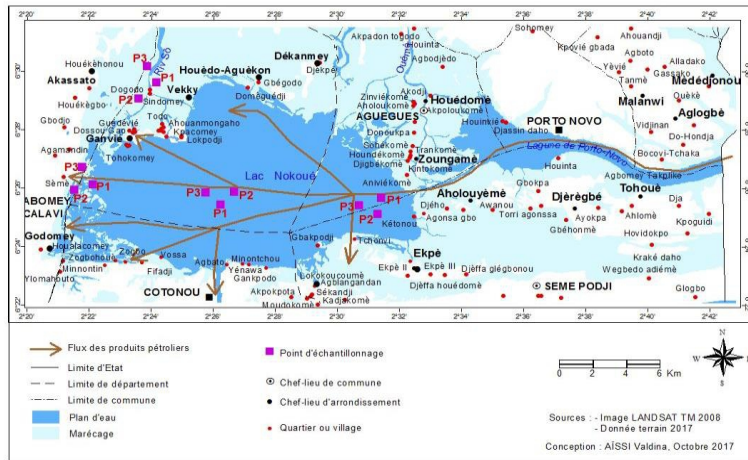
L'injecteur utilisé est sans chauffage (On column). Les caractéristiques de la colonne (DB-1 (ou l'équivalent d'une longueur de 15 m x 0,53 mm Di avec une phase stationnaire de 0,15  $\mu\text{m}$  Gaz vecteur : Hélium Débit visé : 5,0 ml/min (visé 37 cm/s)). Le four est programmé à une température initiale de 40°C durant 0,25 minute. Le taux du premier palier de programmation est de 30°C et le final à 300°C. Concernant le deuxième palier, son taux est fixé à 10°/minute avec une finale de 300°C/minute durant sept minutes. Le détecteur FID est maintenu à une température de 360°C. Le volume d'injection est 1  $\mu\text{l}$ .

### Facteur de bioaccumulation

Lorsque les HAP pétrogéniques sont entrés dans l'organisme des *Tilapia*, ils ont tendance à s'accumuler. Au fil des temps, les concentrations de ces HAP pétrogéniques présents dans l'organisme deviennent plus élevées que dans son environnement immédiat. Cette bioaccumulation peut se quantifier par le facteur de bioaccumulation noté  $F_b$ . Il est calculé de la manière suivante :

$$F_b = \frac{\text{Taux de HAP dans le tilapia}}{\text{Taux de HAP dans l'échantillon d'eau}} \times 100$$

Les données obtenues ont été traitées à l'aide des logiciels statistiques et d'analyses multi variées : le tableur EXCEL pour l'interprétation des tableaux à travers le tracé de graphique ; le logiciel MINITAB®14 pour réaliser la matrice de corrélation entre les différentes variables utilisées. Les normes des paramètres physico-chimiques utilisées sont celles du code de la Santé Publique (2001). Pour les échantillons d'eau, la norme NF en ISO 17993 définie par le CIRC (2012) pour les HAP pétrogéniques a été utilisée. En ce qui concerne les *Tilapia*, il n'existe pas encore des normes définies pour les HAP pétrogéniques dans les poissons frais.

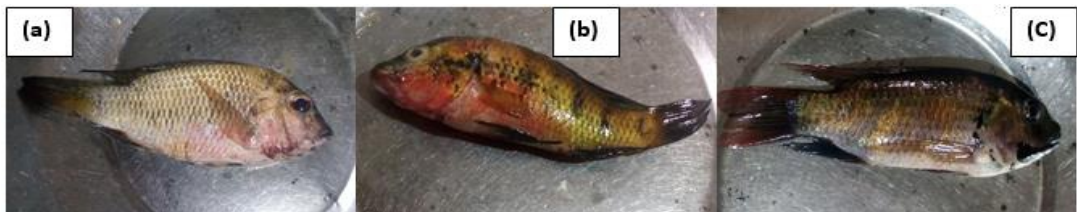


**Figure 2:** Trafic des produits pétroliers et de localisation des points de prélèvement

## 2. Résultats

### 2.1. Caractères généraux des différentes espèces de *Tilapia* prélevés

Les *Tilapias* sont les poissons les plus consommés par les populations béninoises d'où leur choix pour notre étude. Ils font partie de la famille des Cichlidae (Figure 3). Les espèces de cette famille se reconnaissent aisément par une tête portant une seule narine de chaque côté, un os operculaire non épineux, un corps comprimé latéralement, couvert essentiellement d'écailles, une longue nageoire dorsale à partie antérieure épineuse, et enfin une nageoire anale. Selon Zaatout (2007), les *Tilapia* possèdent plusieurs caractères biologiques favorables à l'élevage. Le régime alimentaire herbivore et omnivore permet une transformation efficace de l'énergie dans la chaîne trophique des écosystèmes aquatiques.



**Figure 3:** Différentes espèces de *Tilapia* prélevés dans le lac Nokoué. (a) *Tilapia guineensis*, (b) *Hemichromis fasciatus*, (c) *Sarotherodon melanotheron*.

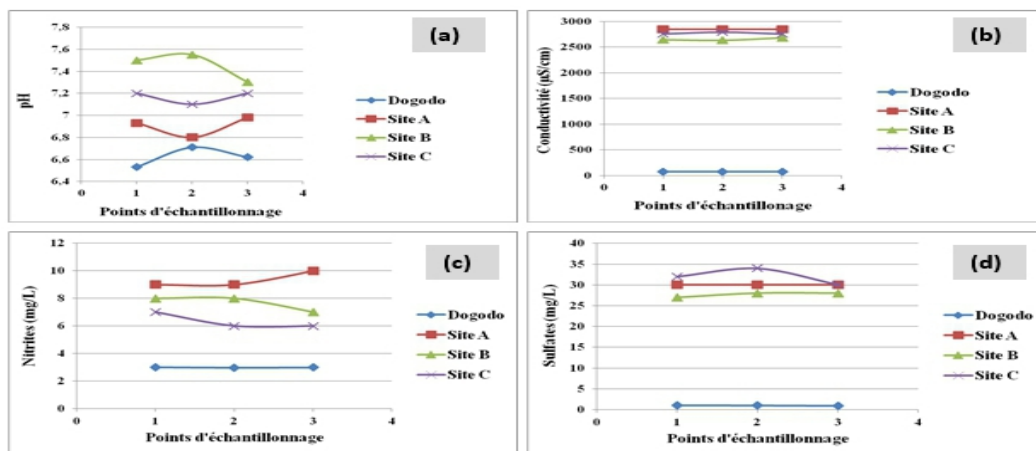
Ces espèces tolèrent une large gamme de salinité et supportent des eaux de faible concentration d'oxygène dissous et sont peu sensibles aux maladies, au stress de capture et de manipulation.

S'adaptant aisément à la captivité, ils se reproduisent en élevage. Ils ont une croissance rapide. Selon leur morphologie, les *Tilapia* étaient classés

en trois groupes : *Tilapia (a)*, *Sarotherodon (b)*, et *Neotilapia (c)*. Cependant, Zaatout (2007) pense que de nos jours, le nombre d'espèces de *Tilapia* a fortement augmenté avec la découverte d'espèces nouvelles, ce qui a conduit à faire un dénombrement de plus de 90 espèces.

## 2.2. Caractéristiques physico-chimique de l'eau du lac Nokoué

Les résultats des paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau sont présentés sur les graphiques suivants (Figure 4) :



**Figure 4 :** Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac sur les sites de prélèvement. (a)Variation du pH, (b) Variation de la conductivité, (c) Variation de la teneur en nitrites, (d) Variation de la teneur en sulfates.

Au niveau de la rivière Sô à Dogodo, le pH moyen est de 6,62 (Fig.4a) alors que sur le lac Nokoué, le pH moyen est de 6,90 à Kétonou (Site A) ; 7,45 sur le site B à 6 km de Domèguédji ; et de 7,17 à l'Embarcadère d'Abomey-Calavi. Le pH est donc plus élevé sur le lac Nokoué que dans la rivière Sô. Dans le lac, s'observe la même évolution de la conductivité moyenne que le pH. Au niveau de la rivière Sô, à Dogodo, la conductivité moyenne est de 79,33 µS/cm (Fig.4b). Par contre, au niveau du lac Nokoué, elle est de 2841 µS/cm à Kétonou (Site A) ; 2650,67 µS/cm sur le site B à 6 km de Domèguédji et de 2766,33 µS/cm à l'embarcadère (Site C). La concentration des nitrites est plus élevée sur le lac Nokoué que dans la rivière Sô. Au niveau de la rivière Sô à Dogodo, la concentration moyenne des nitrites est de 2,99 mg/L (Fig.4c). Par contre, sur le lac Nokoué, la concentration moyenne des nitrites est de 9,33 mg/L à Kétonou (Site A) ; 7,67 mg/L sur le site B à 6 km de Domèguédji et de 6,33 mg/L à l'embarcadère (Site C). Le même constat se fait au niveau de la concentration des sulfates. Au niveau de la rivière Sô, la concentration moyenne des sulfates est de 0,99 mg/L (Fig.4d) alors que sur le lac Nokoué, elle est de 30 mg/L à Kétonou (Site A) ; 27,67 mg/L sur le site B à 6 km de Domèguédji et de 32 mg/L à l'embarcadère d'Abomey-Calavi (Site C). La

concentration des sulfates est donc plus élevée sur le lac Nokoué que dans la rivière Sô.

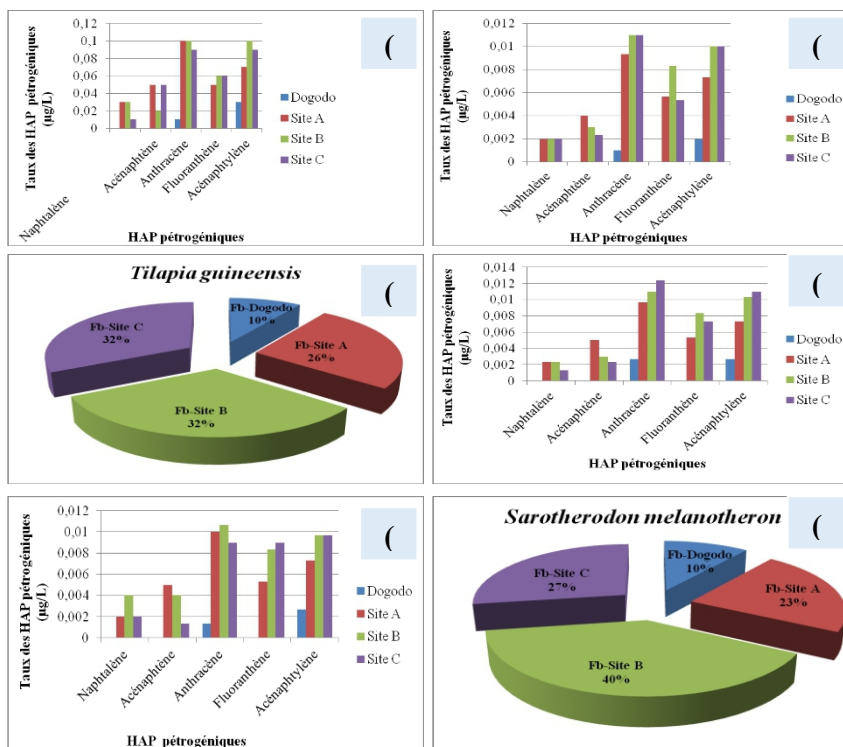
De ces différents résultats, on remarque que le pH, la conductivité, les concentrations des nitrites et les concentrations des sulfates sont plus élevés dans le lac Nokoué que dans la rivière Sô.

### **2.3. Résultat de l'analyse des HAP dans l'eau et dans l'organisme des poissons**

Les résultats des paramètres toxicologiques dans les échantillons d'eau sont présentés sur la figure 5.

A partir de la figure 5a, on note une absence totale de naphthalène, d'acénaphthène et de fluoranthène dans les échantillons prélevés à Dogodo sur la rivière Sô. On y retrouve 0,01 µg/L d'anthracène et 0,03 µg/L d'acénaphtylène. Il en ressort également que les taux moyens des HAP pétrogéniques dans les échantillons d'eau prélevés sur les sites sont de 0,06 µg/L à Kétonou ; 0,062 µg/L sur le site B à 6 km de Domèguédji et de 0,06 µg/L à l'embarcadère d'Abomey-Calavi. Les taux des HAP pétrogéniques sur le lac Nokoué sont supérieurs à ceux obtenus dans la rivière Sô. On peut donc dire que le lac Nokoué présente une toxicité élevée en HAP pétrogéniques.

Les résultats présentés dans la figure 5b montrent une absence totale de naphthalène, d'acénaphthène et de fluoranthène (0%) dans la chair des individus de *Tilapia guineensis* prélevés dans la rivière Sô à Dogodo. On retrouve des concentrations en anthracène (0,001 µg/L) et en acénaphtylène (0,002 µg/L). Les taux moyens de HAP pétrogéniques retrouvés dans la chair de *Tilapia guineensis* collectés dans le lac Nokoué sont de 0,0056 µg/L à Kétonou (Site A) ; de 0,0068 µg/L sur la Site B à 6 km de Domèguédji et de 0,0061 µg/L à l'embarcadère d'Abomey-Calavi. Il y a donc un faible taux de toxicité en HAP pétrogéniques chez *Tilapia guineensis* dans la rivière Sô et un taux élevé de toxicité en HAP pétrogéniques chez *Tilapia guineensis* dans le lac Nokoué.



**Figure 5 :** Caractéristiques toxicologiques de l’eau du lac. (a) variation des taux des HAP pétrogéniques des échantillons d’eau, (b) variation des taux des HAP pétrogéniques obtenus chez *Tilapia guineensis*, (c) facteurs de bioaccumulation chez *Tilapia guineensis*, (d) variation des taux des HAP pétrogéniques obtenus chez *Hemichromis fasciatus*, (e) taux des HAP (µg/L) obtenus chez *Sarotherodon melanotheron*, (f) facteurs de bioaccumulation chez *Sarotherodon melanotheron*.

De la figure 5d, on constate une absence totale de naphtalène, d’acénaphthène et de fluoranthène chez les individus de *Hemichromis fasciatus* collectés dans la rivière Sô à Dogodo, mais on remarque la présence d’anthracène et de fluoranthène dans les mêmes proportions (0,0026 µg/L). On note également une toxicité des 5 HAP pétrogéniques chez les individus de *Hemichromis fasciatus* prélevés dans le lac Nokoué avec des valeurs moyennes de 0,0059 µg/L à Kétonou, de 0,007 µg/L sur le Site B à 6 km de Doméguédji, et de 0,0068 µg/L à l’embarcadère. Il y a un faible taux de toxicité en HAP pétrogéniques chez les individus de *Hemichromis fasciatus* collectés dans la rivière Sô et un taux élevé de toxicité en HAP pétrogéniques chez les individus de *Hemichromis fasciatus* collectés dans le lac Nokoué.

De la figure 5e, on constate une absence totale de naphtalène, d’acénaphthène et de fluoranthène chez les individus de *Sarotherodon melanotheron* collectés dans la rivière Sô à Dogodo, mais on remarque la présence de 0,0013 µg/L d’anthracène et de 0,0026 µg/L de fluoranthène. La

figure montre également une toxicité des 5 HAP pétrogéniques chez les individus de *Sarotherodon melanotheron* prélevés dans le lac Nokoué avec des valeurs moyennes de 0,0059 µg/L à Kétonou, de 0,0073 µg/L sur le Site B à 6 km de Doméguédji, et de 0,0062 µg/L à l'embarcadère. Il y a un faible taux de toxicité en HAP pétrogéniques chez les individus de *Sarotherodon melanotheron* collectés dans la rivière Sô et un taux élevé de toxicité en HAP pétrogéniques chez les individus de *Sarotherodon melanotheron* collectés dans le lac Nokoué.

Les résultats obtenus lors du calcul du facteur de bioaccumulation sont présentés dans la figure 5f. Elle montre que les individus de *Sarotherodon melanotheron* prélevés dans la rivière Sô à Dogodo sont contaminés en HAP pétrogéniques à 10 % ; à 23 % à Kétonou, à 40 % sur le site B à 6 km de Doméguédji et à 27 % à l'embarcadère. Les individus de *Sarotherodon melanotheron* collectés dans le lac Nokoué ont accumulé plus de HAP pétrogéniques que ceux collectés dans la rivière Sô. Les individus de *Sarotherodon melanotheron* collectés dans le lac Nokoué sont plus contaminés en HAP pétrogéniques

#### **2.4. Corrélation entre les variables physico-chimiques et toxicologiques**

Le tableau II montre les coefficients de corrélation entre les différents paramètres mesurés. Les résultats montrent que le pH et la conductivité ne sont pas corrélés, ils ont une corrélation de 0,525 et une probabilité de 0,060. Il en est de même pour les nitrites et le pH qui ont une corrélation de -0,702 et une probabilité de 0,062 ; ainsi que pour les nitrites et la conductivité qui ont une corrélation de -1,000 et une probabilité de 0,089. Le naphtalène est fortement corrélé avec le pH, la conductivité et les nitrites respectivement avec des probabilités de 0,014 ; 0,009 et 0,007. Par contre le naphtalène et les sulfates ne sont pas corrélés car la probabilité (0,076) dépasse le seuil de significativité (5%). L'acénaphène est fortement corrélé avec le pH, la conductivité, les nitrites et les sulfates avec des probabilités allant de 0,000 à 0,044. L'anthracène est fortement corrélé avec la conductivité, les nitrites et les sulfates avec les mêmes probabilités (0,000) et n'est pas corrélé avec le pH avec une probabilité de 0,195. Le fluoranthène est fortement corrélé avec le pH, la conductivité et les nitrites avec une probabilité moyenne de 0,011 et n'est pas corrélé avec les sulfates (0,187). L'acénaphthylène est corrélé avec le pH, la conductivité, les nitrites et les sulfates avec une probabilité moyenne de 0,012. Les 5 HAP pétrogéniques sont tous corrélés entre eux avec une corrélation moyenne de 0,78 et une probabilité moyenne de 0,011.



**Tableau II** : Matrice de corrélation entre les variables Physico-Chimiques et les HAP

Paramètres		pH	Cond	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Naphtalène	Acénaphthène	Anthracène	Fluoranthène	Acénaphthylène
<b>Ph</b>										
Conductivité	r	<b>0,525</b>	1							
	p	0,060								
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	r	-0,702	-1,000	1						
	p	0,062	0,089							
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	r	<b>0,584</b>	<b>0,997</b>	<b>0,987</b>	1					
	p	<b>0,043</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>						
Naphtalène	r	<b>0,605</b>	<b>0,845</b>	<b>0,875</b>	-	1				
	p	<b>0,014</b>	<b>0,009</b>	<b>0,007</b>	0,913					
Acénaphthène	r	<b>0,566</b>	<b>0,989</b>	<b>0,848</b>	<b>0,998</b>	<b>0,998</b>	1			
	p	<b>0,044</b>	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>				
Anthracène	r	0,422	<b>0,976</b>	<b>0,946</b>	<b>0,969</b>	<b>0,978</b>	<b>0,834</b>	1		
	p	0,195	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,004</b>			
Fluoranthène	r	<b>0,724</b>	<b>0,861</b>	<b>0,959</b>	0,456	<b>0,819</b>	<b>0,746</b>	<b>0,986</b>	1	
	p	<b>0,024</b>	<b>0,008</b>	<b>0,000</b>	0,187	<b>0,007</b>	<b>0,034</b>	<b>0,000</b>		
Acénaphthylène	r	<b>0,698</b>	<b>0,984</b>	<b>0,954</b>	<b>0,812</b>	<b>0,767</b>	<b>0,611</b>	<b>0,957</b>	<b>0,997</b>	1
	p	<b>0,043</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,006</b>	<b>0,028</b>	<b>0,042</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	

r : valeur de corrélation ; p : valeur de probabilité ; seuil de significativité : r supérieur ou égale à 0,5 et p inférieur

### 3. Discussion

Les valeurs de pH obtenus dans les échantillons d'eau prélevés sur la rivière Sô (6,53- 6,71) et sur le lac Nokoué (6,8-7,55) respectent les normes de qualité admises fixées par le CIRC (2012) dont les valeurs sont comprises entre 6,5 et 8,5. Les études récentes (Gbesso *et al*, 2015) ont rapporté des valeurs de pH presque similaires (7,58-7,95). Ces valeurs de pH seraient favorables au développement des espèces aquatiques.

Les valeurs moyennes de la conductivité obtenues dans les échantillons d'eau prélevés à Dogodo dans la rivière Sô (79-80 µs/Cm) ne dépassent pas la norme de qualité des eaux admises par le CIRC (2012) dont les valeurs sont comprises entre 180 et 1000 µs/Cm. Les valeurs de la conductivité électrique obtenues dans les échantillons d'eau prélevés sur les Sites A, B et C du lac Nokoué (2630 - 2841 µs/Cm) sont supérieures à la norme de qualité admise (180-1000 µs/Cm). Par ailleurs en 2008, Dovonou a rapporté des valeurs de conductivité comprises entre 1025 et 1073,3 µs/Cm. Les valeurs obtenues indiquent que le milieu est pollué. L'eau du lac Nokoué serait inapte aux espèces aquatiques (en particuliers les *Tilapia*) et à la plupart des usagers et pourrait constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

Les concentrations de nitrites obtenues à Dogodo dans la rivière Sô (2,98-3 mg/L) et sur les Sites A, B et C du lac Nokoué (6-10 mg/L) sont supérieures à la limite admise du code de la santé Publique (2001) qui est de 0,5 mg / L. En 2014, Dovoanon *et al.* ont rapportés des valeurs de nitrites comprises entre 0,04 et 0,6 mg/L. Ces valeurs sont pour la plupart supérieures à la norme internationale (0,5 mg/L). Ceci indique un état de pollution critique. En effet, une eau renfermant des nitrites même à faibles doses peut être considérée comme suspecte voire létale pour les poissons. Ceci peut provoquer des problèmes d'eutrophisation pour le lac et entraîner une diminution de la capacité de reproduction des espèces aquatiques selon Gaujous (1995).

Les concentrations en sulfates obtenues comprises entre 0,97 et 1 mg/L à Dogodo sur la rivière Sô et comprises entre 27 et 34 mg/L sur les Sites A, B et C du lac Nokoué sont semblables à celles obtenues par Waris (2010) et ne dépassent pas la limite admise par la législation du code de la santé Publique qui est de 250 mg/L. Les sulfates ont tendance à se déposer au fond de l'eau, c'est-à-dire dans les sédiments. C'est ce qui expliquerait la faible concentration des sulfates obtenue de façon générale au niveau de tous les points de prélèvement.

Les résultats des taux des HAP pétrogéniques obtenus au niveau des échantillons d'eau prélevés ont permis de constater une absence total de naphthalène, d'acénaphène et de fluoranthène à Dogodo dans la rivière Sô. Toutefois la concentration d'anthracène trouvée (0,01 µg/L) respecte la norme admise des HAP pétrogéniques (0,01 µg/L) ; quant à la concentration d'acénaphylène présente (0,03 µg/L), elle dépasse la norme NF en iso définie par le CICR (2012) qui est de 0,001 µg/L. Sur les Sites A, B et C du lac Nokoué, les valeurs des concentrations des 5 HAP pétrogéniques obtenus (0,01 à 0,03 µg/L pour le naphthalène ; 0,02 à 0,05 µg/L pour l'acénaphène ; 0,09 à 0,1 µg/L pour l'anthracène ; 0,05 à 0,06 µg/L pour le fluoranthène et 0,07 à 0,1 µg/L pour l'acénaphylène) dépassent la norme admise (0,001µg/L pour le naphthalène, l'acénaphène, le fluoranthène, l'acénaphylène et 0,01 µg/L pour l'anthracène). Les concentrations des HAP pétrogéniques sur le lac Nokoué sont supérieures à celles obtenus sur la rivière Sô. Tossou (2001) a rapportée des concentrations de HAP comprises entre 0,067 et 0,137 µg/L, confirmant ainsi les résultats de notre étude.

On peut donc conclure que le lac Nokoué présente une toxicité élevée en HAP pétrogéniques. Ceci témoigne des conséquences directes de la forte pression anthropique exercée sur le lac. L'accumulation des HAP pétrogéniques et leur dégradation et/ou transformation dans le lac ont des influences à court ou à long terme sur les poissons et les populations qui exploitent et utilisent cette ressource naturelle.

Les trois espèces de *Tilapia* collectés dans le lac Nokoué ont accumulé plus de HAPs pétrogéniques que les *Tilapia* collectés dans la rivière Sô. Ce sont donc des bioaccumulateurs de pollution. La qualité des *Tilapia* retrouvés dans la rivière Sô est meilleure à celle des *Tilapia* du lac Nokoué. Les HAP pétrogéniques retrouvés dans l'organisme des *Tilapia* sont susceptibles de les étouffer, diminuer leur croissance, réduire la longueur de leur taille et diminuer leur poids. Ces HAP pétrogéniques peuvent également avoir des conséquences sur leur comportement, leur alimentation et leur reproduction Baussan (2000).

La matrice de corrélation a permis d'observer de fortes corrélations entre les différentes variables (corrélation supérieure à 0,5 et probabilité inférieure à 5%). Ainsi, certains paramètres toxicologiques peuvent influencer les paramètres physico-chimiques. Les fortes corrélations obtenues entre les différentes variables physico-chimiques et toxicologiques signifient que lorsque les concentrations en naphthalène et en fluoranthène augmentent, le pH, la conductivité et les nitrites aussi augmentent. Lorsque la concentration en anthracène augmente, la conductivité, les nitrites et les sulfates aussi augmentent. Lorsque l'acénaphène et l'acénaphylène augmentent le pH, la conductivité, les nitrites et les sulfates également augmentent. Les faibles corrélations obtenues montrent que les sulfates diminuent quand le naphthalène et le fluoranthène augmentent (respectivement -0,913 et 0,456 comme corrélation) et vice-versa. Le pH diminue lorsque la concentration en anthracène augmente (0,422). Tossou (2001) a rapportée des valeurs de corrélation et de probabilité entre les paramètres physico-chimiques et les HAP comprises entre 0,808 et 0,999. La présence des HAP pétrogéniques dans le milieu lacustre influence les paramètres physico-chimiques à savoir : le pH, la conductivité, les sulfates et les nitrites.

## Conclusion

Les résultats des recherches effectuées dans la présente étude visant à évaluer les conséquences directes de la pression anthropique par le transport des hydrocarbures sur le lac Nokoué ont révélé que l'eau du lac Nokoué est de qualité physico-chimique douteuse pour la vie des espèces présentes. Les espèces de poissons *Tilapia* du lac Nokoué sont exposées à la pollution par les HAP pétrogéniques. Cette contamination est révélée par l'accumulation des polluants dans la chair des poissons échantillonnés et Il y a une forte corrélation entre les composantes physico-chimiques de l'eau et les HAP pétrogéniques présents dans l'eau. Ceci témoigne des conséquences directes de ces contaminants sur la qualité de l'eau du lac Nokoué. En vue de contribuer à la réduction de la pollution du lac Nokoué en HAP pétrogéniques, les suggestions suivantes sont faites à l'endroit des autorités politico-administratives chargées de la gestion des ressources en eau au Bénin :

- sensibiliser les pêcheurs et les conducteurs de barques motorisées sur l'intérêt d'utiliser des barques non motorisées et supprimer l'utilisation des barques motorisées qui polluent le lac avec les hydrocarbures.
- veiller à l'interdiction du transport et de la commercialisation des produits pétroliers sur le lac. Il faut en faire de même des rejets d'huile de vidange dans le lac Nokoué ;
- procéder à la dépollution du lac pour permettre la prolifération des espèces animales aquatiques telles que les poissons, les crevettes, les huîtres ;
- réaliser l'étude des HAP pétrogéniques sur d'autres espèces aquatiques autre que les poissons *Tilapia* afin d'évaluer également leur impact sur ces derniers et sur les sédiments aussi ;
- réaliser l'étude des 11 HAP restants afin d'évaluer leur impact sur les espèces aquatiques ;
- fixer des normes pour tous les HAP aussi bien dans les poissons fumés que dans les poissons frais car le lac Nokoué est la plus grande réserve de protéines animales du Sud-Bénin.

#### References:

1. Ahoudi H, Gnandi K, Tanouayi G, OuroSama K. (2015). "Caractérisation Physico-chimique et état de pollution par les éléments traces métalliques des eaux souterraines de Lomé (Sud Togo) : cas du quartier Agoe Zongo". Larhyss Journal, 24: 41-56.
2. Anderson C., (2007), " Guide synthèse : élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques ", 32 p.
3. Anfray C., Vaillant E., (2016), "Ecologie et pollution : les deux visages de la Chine", 60p.
4. Baechler L., (2015), " La pollution de l'eau : problème clé de la gestion de la ressource, diplôme du cycle 2" 60p.
5. Baussant, T., (2000), " PAH metabolites in bile, cytochrome P4501A and DNA adducts as environmental risk parameters for chronic oil exposure", 241-258p.
6. Centre International de Recherche sur le Cancer, 2012, "Art : Définition des termes liés au cancer", 15 p
7. Dovonou F., (2008), " Pollution des plans d'eau du sud Benin et risques écotoxicologiques : cas du lac Nokoué ", DEA, 70 p.
8. Dovonou E. F. (2012). "Diagnostic qualitatif et environnemental de l'aquifère superficiel du champ de captage intensif de Godomey au Bénin (Afrique de l'Ouest) : éléments pour un plan d'actions stratégiques de protection des ressources en eau souterraine

- exploitées". Doctorat ès Science en Hydrologie et Gestion Intégrée des Ressources en Eau. Université d'Abomey, Bénin, p.143
9. Dovonon L., Saizonou M., Youssao A., Gbaguidi M., Soclo H., Sohounhoule D., (2014), " Contribution des eaux usées ménagères et des eaux de ruissellement dans la pollution du lac Nokoué au Bénin"
  10. Fiogbe E., Boko M., Badahoui A., (2009), "Art : les causes de la dégradation du chenal de Cotonou", 13p.
  11. Gaujous D., (1995), "La pollution des milieux aquatiques (Aide-mémoire), Paris", 74 p.
  12. Gunther A., (1866), "Poissons d'eaux douces et saumâtres de basse Guinée", 805 p.
  13. Gbesso F., Akognongbe A., et Vissin E., 2015, "Contamination de tilapia guineensis par le cadmium dans le chenal de cotonou", 20 p.
  14. Hounsinou P, Mama D, Dovonou F. Alasane A. (2015). "Seasonal evolution of the quality microbiological of the natural waters in the township of Abomey-Calavi (South Benin) ". *British Journal of Earth Sciences Research*, 3(1): 30-41.
  15. Hoteyi SMI, Gnimadi CC, Adjadji GV, Igoué AM, Mensah GA. (2014). "Analyse des risques de consommation des eaux en sachet pour les populations dans ville de Porto-Novo au Sud-Bénin. " *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*. Numéro spécial Agrobiodiversité et Santé publique, p. 8.
  16. Roussel, (2002), "Contribution à l'étude de la répartition des HAP entre les phases gazeuses et particulaires", 22p
  17. Tossou E., (2001), "Impact du trafic des produits pétroliers sur les écosystèmes lacustres : cas du lac Nokoué et de la lagune de Cotonou" 111 p.
  18. Waris C, Daouda M, François A, (2010)a. " Etude des variations spatio-temporelles de la pollution des eaux de la lagune de Porto-Novo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4(4)1017-1029.
  19. Welcomme R., (1971), "Evolution de la pêche intérieure, Son état actuel et ses potentialités. FAO. Rome", 97 p.
  20. Zaatout R., (2007), "Effet du régime alimentaire sur la croissance des alevins de Tilapia", 77 p.

# Les Plaies Pénétrantes De L'abdomen Par Armes À Feu : Aspects Épidémiologiques, Cliniques, Lésionnels Et Thérapeutiques Au CHU Communautaire De Bangui, Centrafrique

*Pierre Alfred Issa Mapouka,*

Service de traumatologie et d'orthopédie,  
Centre Hospitalier Universitaire Communautaire, Bangui

*Valère Ndoma Ngatchoukpo,*

Service de chirurgie pédiatrique, Centre Hospitalier Universitaire

*Pétula Anicette Ngboko Mirotiga,*

*Don Rodrigue Nabia,*

*Vianney Auxence Roméo Fioboy,*

*Bertrand Jean de Dieu Téka,*

Service de traumatologie et d'orthopédie,  
Centre Hospitalier Universitaire Communautaire, Bangui

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p475 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p475](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p475)

---

## Résumé

**Objectif :** Décrire les aspects épidémiologiques, cliniques, lésionnels et thérapeutiques des plaies pénétrantes de l'abdomen par armes à feu dans un contexte de conflit armé. **Patients et méthodes :** Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive portant sur les plaies pénétrantes de l'abdomen par armes à feu. Etaient inclus, tous les patients traités dans le service de traumatologie et d'orthopédie du Centre Hospitalier Universitaire Communautaire de Bangui du 1<sup>er</sup> Octobre 2013 au 31 Mars 2014. **Résultats :** La série comportait 56 patients : 52 hommes (92,8%) et 4 femmes (7,2%). L'âge moyen des patients était de  $29,8 \pm 3,9$  ans. Les belligérants (39,3%) étaient plus touchés suivis des élèves et étudiants (21,4%). Les circonstances des plaies étaient les affrontements (48,2%), les agressions et rixes (30,4%) et les balles perdues (21,4%). Les moyens de transport des patients étaient les véhicules privés (44,6%), les ambulances non médicalisées (35,8%), les motos-taxis (12,5%) et les pousses-pousses (7,1%). Le délai moyen d'admission était de 2,5 heures. Les signes cliniques étaient : la douleur abdominale (100%), l'irritation péritonéale (76,8%), le choc hémorragique (23,2%), l'éviscération (14,3%) et l'écoulement du liquide digestif (9%). La laparotomie exploratrice était réalisée chez 51 patients (91%) tandis que 5

patients (9%) ont fait l'objet d'une abstention chirurgicale. Des lésions d'organes étaient retrouvées dans 88,2% des cas. Les organes plus atteints étaient le grêle (39,2%), le colon (23,7%) et le foie (9,3%). Les lésions concernaient un organe dans 51,1% des cas et pluriviscérales dans 48,9% des cas. Les principaux gestes chirurgicaux pratiqués étaient l'excision-suture des organes (25 cas), les stomies (21 cas) et la résection-anastomose (17 cas). La morbidité était de 40% dominée par la suppuration pariétale (56%). La mortalité était de 17,9%. La durée moyenne d'hospitalisation était de 10 jours.

**Conclusion :** Les plaies abdominales par armes à feu sont fréquentes en période de conflit armé. Elles touchent les sujets jeunes majoritairement les hommes. Les lésions organiques sont souvent multiples. Dans notre contexte, la prise en charge préhospitalière était inexistante et insuffisante en milieu hospitalier. Ce qui était à l'origine d'une morbidité et mortalité élevées.

---

**Mots clés:** Abdomen, Plaies pénétrantes, Arme à feu, Traitement, Centrafrique

---

## **Penetrating abdominal wounds by firearm: epidemiological clinical and therapeutic aspects at Bangui Community Teaching Hospital, Central African Republic**

***Pierre Alfred Issa Mapouka,***

Service de traumatologie et d'orthopédie,  
Centre Hospitalier Universitaire Communautaire, Bangui

***Valère Ndoma Ngatchoukpo,***

Service de chirurgie pédiatrique, Centre Hospitalier Universitaire

***Pétula Anicette Ngboko Mirotiga,***

***Don Rodrigue Nabia,***

***Vianney Auxence Roméo Fioboy,***

***Bertrand Jean de Dieu Tékpa,***

Service de traumatologie et d'orthopédie,  
Centre Hospitalier Universitaire Communautaire, Bangui

---

### **Abstract**

**Objective:** Describe the epidemiological, clinical, and lesional aspects and to report the results of the management of penetrating abdominal wounds by firearms in a context of armed conflict. **Patients and methods:** This is a retrospective descriptive study of penetrating abdominal wounds by firearms. Included were all patients treated and followed in the Trauma and Orthopedic Department of the Bangui Community University Hospital Center from October 1, 2013 to March 31, 2014. **Results:** The series included 56 patients: 52 men (92.8%) and 4 women (7.2%). The average age of the patients was  $29.8 \pm 3,9$  years old. The means of transport for the patients were private vehicles (44.6%), non-medical ambulances (35.8%), motorcycle taxis (12.5%) and pushpushes (7.1%). The average admission time was 2.5 hours. The circumstances of the wounds were clashes (48.2%), assaults (30.4%) and stray bullets (21.4%). The clinical signs were: abdominal pain (100%), peritoneal irritation (76.8%), hemorrhagic shock (23.2%), evisceration (14.3%) and the flow of digestive fluid (9%). Exploratory laparotomy was performed in 51 patients and 5 patients underwent surgical abstention. Intra-abdominal organ lesions were found in 45 patients (88.2%) while in 6 patients (11.8%), the laparotomy was white. The most affected organs were hail (39.2%), colon (23.7%) and liver (9.3%). The wounds concerned a single organ in 22 patients



(48.9%) whereas in 23 patients (51.1%) they were plurivisceral. Morbidity was 40% and mortality was 17,9%. The average hospital stay was 10 days.

**Conclusion:** Abdominal gunshot wounds affect young people, particularly men in times of armed conflict. Organic lesions are often multiple. Prehospital care is non-existent and insufficient in a hospital setting which causes high morbidity and mortality.

---

**Keywords:** Abdomen, Penetrating wounds, Firearm, Treatment, Central African Republic

### **Introduction**

Les plaies de l'abdomen sont des traumatismes avec rupture de la continuité pariétale abdominale. Si ces plaies atteignent la cavité péritonéale, on parle de plaies pénétrantes ; lors qu'elles entraînent une lésion des viscères sous-jacents, la plaie est dite perforante (Dieng, 2002). Les plaies pénétrantes par armes à feu s'accompagnent dans 87% des cas de lésions viscérales intra-abdominales (Moore, 1985). La prolifération des armes légères qui suivent les guerres civiles et les changements armés internes du processus politique dans la sous-région a augmenté le taux de criminalité ainsi que l'incidence des plaies pénétrantes de l'abdomen (Adesanya, 1998). Au plan thérapeutique, la laparotomie en urgence reste indiquée compte tenu de la fréquence et de la multiplicité des lésions viscérales observées (Monneuse, 2004). Cette étude a pour but de décrire les aspects épidémiologiques, cliniques, lésionnels et de rapporter le résultat de la prise en charge des plaies pénétrantes de l'abdomen par armes à feu dans un contexte de conflit armé.

### **Patients et méthodes**

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive portant sur les plaies pénétrantes de l'abdomen par armes à feu chez des patients pris en charge au service de traumatologie du Centre Hospitalier Universitaire Communautaire de Bangui durant le conflit armé en Centrafrique sur la période du 1<sup>er</sup> Octobre 2013 au 31 Mars 2014 soit 6 mois. Le recueil des données était fait à partir des registres des urgences chirurgicales, du bloc opératoire et des dossiers d'hospitalisation. Étaient inclus dans l'étude tous les patients traités et suivis après leur sortie et ayant un dossier complet. Les patients victimes d'une plaie pénétrante de l'abdomen par arme blanche et des traumatismes fermés et ceux ayant un dossier incomplet étaient exclus. Les paramètres étudiés étaient : l'âge, le sexe, le profil des victimes, la provenance, les circonstances de survenue, les moyens de transport, le délai d'admission, le bilan clinique et para clinique, les gestes chirurgicaux pratiqués, la morbidité, la mortalité et la durée d'hospitalisation. Les données recueillies sur une fiche d'enquête étaient traitées à l'aide des logiciels Epi-info 2012.

## Résultats

### Aspect épidémiologique

Durant la période de l'étude, 1370 patients étaient reçus au service des urgences chirurgicales dont 370 pour un traumatisme abdominal parmi lesquels 74 avaient une plaie pénétrante de l'abdomen par arme à feu, soit 5,4% des admissions et 20% des traumatismes abdominaux. Cinquante et six (56) patients étaient retenus et 18 exclus : 7 patients décédés à l'arrivée, 2 décès pendant la réanimation préopératoire et 9 patients dont les dossiers étaient incomplets. Le plus grand nombre de patients était reçu au mois de Décembre 2013 avec 32 patients (57,1%). L'âge moyen était de 29,84±3,9 ans (extrêmes 15 ans et 63 ans). La répartition des tranches d'âge est rapportée dans le tableau I. Le sexe masculin avait prédominé avec 52 cas (92,8%); le sex ratio est de 13. Le profil des patients était: les groupes armés (belligérants), 22 cas (39,3%); les élèves et étudiants, 12 cas (21,4%); les militaires, 7 cas (12,5%); les commerçants et les cultivateurs avec 4 cas chacun (7,1%); les ménagères et les sans emploi, 3 cas chacun (5,4%) et un salarié (1,8%). Cinquante et un patients (91%) provenaient de la capitale Bangui et les cinq autres (9%) de l'intérieur du pays. Les moyens de transport étaient: un véhicule privé dans 25 cas (44,6%), une ambulance non médicalisée dans 20 cas (35,8%), une moto-taxi dans 7 cas (12,5%) et un pousse-pousse dans 4 cas (7,1%). Le délai d'admission au service des urgences chirurgicales allait de 50 minutes à 6 heures chez 40 blessés (71,4%), de 7 heures à 24 heures chez 10 blessés (17,9%) et au-delà de 24 heures chez 6 blessés (10,7%). Le délai moyen d'admission était de 2,5 heures (extrêmes : 50 minutes et 72 heures). Les circonstances des plaies étaient : les affrontements, 27 cas (48,2%) ; les agressions et rixes, 17 cas (30,4%) et les balles perdues, 12 cas (21,4%). Les plaies relevaient d'une balle dans 47 cas (84%) et des éclats de grenade dans 9 cas (16%).

### Aspects clinique et para clinique

Les plaies étaient uniques chez 36 patients (64,3%), multiples chez 20 patients (35,7%). La région antérieure de l'abdomen est touchée dans 89,3%. La répartition des plaies selon leur siège est présentée dans le tableau II. Les signes cliniques étaient : la douleur abdominale (100%), le syndrome d'irritation péritonéale (43 cas) (76,7%), l'état de choc hémorragique (13 cas) (23,2%), l'éviscération (épiploon, grêle, colon) (8 cas) (14,3%) et l'écoulement du liquide digestif (5 cas) (9%). Les examens biologiques réalisés étaient le groupe sanguin/rhésus chez tous les patients ; le taux d'hémoglobine chez 14 patients (25%) et le taux d'hématocrite chez 12 patients (21,4%). La radiographie de l'abdomen sans préparation (ASP) était réalisée chez deux patients suspects d'une plaie thoraco-abdominale mais dont les signes cliniques abdominaux n'étaient pas évidents (figure 1). Aucune

échographie abdominale n'était réalisée car non disponible pendant la période de l'étude.

### **Aspect lésionnel**

La laparotomie exploratrice était réalisée chez 51 patients (91%) tandis que 5 patients (9%) étaient surveillés cliniquement après le parage de leur plaie sous anesthésie locale. Au cours de la laparotomie, 97 plaies d'organes intra-abdominaux étaient retrouvées chez 45 patients (88,2%); chez les 6 autres (11,8%), elle était blanche. Les organes intra-abdominaux les plus lésés étaient le grêle, 38 plaies (39,2%), colon, 23 plaies (23,7%) et le foie, 9 plaies (9,3%). Les plaies concernaient un seul organe chez 23 patients (51,1%) et 2 à 4 organes chez 22 patients (48,9%).

### **Aspect thérapeutique**

En préopératoire, la réanimation était nécessaire chez 21 (41,1%) des 51 patients dont l'indication de la laparotomie était posée. Les gestes chirurgicaux pratiqués sont présentés dans le tableau II. Les suites opératoires étaient compliquées chez 25 (49%) des patients opérés. Il s'agissait de 14 cas (56%) de suppuration de la paroi, 4 cas (16%) de choc hémorragique, 3 cas (12%) de choc septique, 2 cas (8%) de péritonite et 2 cas (8%) de fistule digestive. Dix patients (17,9%) sont décédés : 5 de choc hémorragique, 3 de septicémie et 2 d'anémie. La durée moyenne d'hospitalisation était de 10 jours avec des extrêmes de 5 heures et 54 jours.

## **Discussion**

### **Aspect épidémiologique**

Dans l'étude, les plaies abdominales par armes à feu ont représenté 5,4% des traumatismes abdominaux admis. Bodalal et al en Libye et de Thiam et al au Mali avaient trouvé dans le même contexte une fréquence respective de 7,60% et 7,8% (Bodalal, 2013 ; Thiam, 2018). L'âge moyen était de 29,84±3,9 ans avec des extrêmes de 15 ans et 63 ans. Dans les séries de Mnguni et al en Afrique du Sud et Bahebeck et al au Cameroun en pratique civile, cette moyenne d'âge était de 29,2 ans et 32 ans avec des extrêmes de 12 ans et 70 ans et de 10 ans à 63 ans (Mnguni, 2012 ; Bahebeck, 2005). Les victimes hommes étaient plus touchées avec 92,8% dans cette étude. Thiam avait également trouvé dans sa série une prédominance masculine de 96% (Thiam, 2018). Ces résultats s'expliquent par le fait que dans les conflits armés et les violences, les sujets jeunes, en particulier les hommes sont plus impliqués que les femmes et sont par conséquent plus exposés aux traumatismes. Les belligérants étaient touchés dans 39,3% des cas suivis des élèves/étudiants (21,4%). La fréquence élevée des belligérants que nous avons trouvée était également retrouvée par Thiam avec 36,9%. Dans la série de

Choua et al au Tchad en violence civile les élèves et étudiants (39,5%) avaient dominé suivis des cultivateurs (14,5%) et les sans emploi (14,5%) (Thiam, 2018 ; Choua, 2016). La majorité des blessés (91%) de cette étude provenaient de la capitale Bangui. Ce taux concordait avec la série de Choua dont 76% des blessés venaient de la capitale N'Djaména (Choua, 2016). Nous pouvons l'expliquer dans notre contexte par le fait qu'au mois de décembre 2013, les affrontements s'étaient concentrés dans la capitale Bangui ; ce qui avait fait plus de la moitié des blessés. Les circonstances des plaies chez nos patients étaient : les affrontements entre les belligérants (48,2%), les agressions et rixes (30,4%) et les balles perdues (21,4%). Dans la série de Bahebeck les plaies relevaient d'une agression chez 56,5% des patients, un accident de chasse chez 20% et une faute de manipulation chez 2% des patients (Bahebeck, 2005). Pour Monneuse, 12 patients étaient blessés par autolyse, 10 par agression, 2 par accident de chasse, 2 en nettoyant leur arme et chez 6 patients la cause n'était pas précisée (Monneuse, 2004). Dans notre contexte de conflit armé, si les belligérants étaient par évidence blessés au cours des affrontements, les autres patients l'étaient accidentellement dans leur fuite pour se mettre à l'abri des tirs ou dans leurs déplacements dans le cadre de leurs activités habituelles ; voire même chez eux à domicile. La période du conflit avait entraîné des effets collatéraux tels que le changement de comportement des populations, la prise des stupéfiants et la pauvreté. Ce qui était à l'origine de l'augmentation de la criminalité et des violences d'où les agressions à mains armées de certains de nos blessés. Ce qui était confirmé par Ohene-Yeboah et al qui avaient rapporté que la prolifération des armes légères qui suivait les guerres civiles, les changements internes armés des processus politique avaient augmenté le taux de criminalité et ainsi, l'incidence des plaies pénétrantes de l'abdomen (Ohene-Yeboah, 2010). Les plaies provenaient d'une balle chez 84% des patients et des éclats de grenades chez 16% des patients dans l'étude. Mata Ambangne et al avaient retrouvé dans leur série que les éclats d'obus étaient en cause dans 73,5% et les balles dans 26,5% des cas (Mata Ambangene, 2013). Nous pouvons l'expliquer par le fait que chez les patients de notre étude, les hostilités avaient opposé des groupes armés non conventionnels contrairement aux affrontements interarmées d'où l'usage disproportionné des armes. Les véhicules privés (44,6%), les ambulances non médicalisées (35,7%), les motos-taxis (12,5%) étaient les moyens les plus utilisés pour le transport des blessés. Ces blessés n'avaient reçu aucun soin initial jusqu'à l'admission. Dans les pays en développement comme le nôtre, l'absence de moyens d'évacuation adaptés dans nos structures de santé obligeait le transport des blessés avec tous les moyens disponibles ; ce qui était le cas chez les blessés de notre série comme rapporté dans la littérature (Ayité, 1996 ; Choua, 2016). La plupart des blessés (71,4%) étaient admis aux urgences chirurgicales entre 50 minutes et 6 heures après le traumatisme contre 10,7%

au-delà de 24 heures ; le délai moyen était de 2,5 heures (extrêmes 50 minutes et 72 heures). Ce délai moyen, bien qu'inférieur à celui retrouvé par Choua qui était de 3,7 heures nous paraissait très long pour des patients blessés en majorité dans la capitale où se trouve le service d'accueil et s'expliquerait par les difficultés d'accès aux blessés à cause de l'insécurité (Choua, 2016).

### **Aspects clinique et paraclinique**

Les plaies concernaient la région antérieure de l'abdomen dans 89,3% des cas. Ce taux corrobore la série de Mata Ambangene et al au Congo Démocratique qui avaient trouvé 82,3% (Mata Ambangene, 2013). Les sièges fréquents des plaies étaient : les flancs (23,2%), les hypochondres (21,4%), la région périombilicale (16%) et les plaies thoracoabdominales (12,5%). Ceci s'explique par la grande surface de la région antérieure de l'abdomen qui l'expose aux traumatismes comme le confirme la littérature (Ayité, 1996 ; Maha Yassin, 2014 ; Mata Ambagene, 2013). Par ailleurs dans notre contexte, l'atteinte de la région antérieure de l'abdomen et de ses diverses parties était due aux affrontements entre belligérants, aux blessés surpris par leurs agresseurs cachés ou aux balles perdues. Les blessés de la région postérieure l'étaient au cours de leur fuite et ceux des plaies thoracoabdominales par leurs agresseurs en altitude cachés dans des arbres ou les toits des maisons ou encore les balles perdues. La plupart des patients (78,6%) avaient une plaie unique. Monneuse avait fait le même constat mais dans sa série dans des proportions différentes : 84,37% de plaie unique, 15,63% plaies multiples (Monneuse, 2004). La douleur abdominale était présente chez tous les patients. Les autres signes cliniques variaient selon les patients et étaient parfois associés. Dans la littérature, ces signes cliniques étaient retrouvés dans la plupart des séries (Bahebeck, 2005 ; Asuquo, 2012 ; Maha Yassin, 2014. (Mata Ambagene, 2013). La variation des signes cliniques dépendait de l'organe lésé et de l'importance de son atteinte ; les lésions des organes pleins étant plus à l'origine d'un état de choc hypovolémique que les organes creux qui entraînent les signes cliniques de péritonite. Le groupe sanguin/facteur rhésus et le taux d'hématocrite et/ou le taux d'hémoglobine étaient les seuls examens biologiques réalisés chez les patients dans le cadre d'un bilan préopératoire. La radiographie de l'abdomen sans préparation était réalisée chez deux patients suspects d'une plaie thoracoabdominale dont l'abdomen était souple en dehors d'une douleur de l'hypochondre droit. Elle avait mis en évidence une rétention de la balle dans le foie.

### **Aspect lésionnel**

La laparotomie était pratiquée chez 51 patients (91%) sur les 56 ; les 5 autres blessés (9%) avait fait l'objet d'une abstention chirurgicale. Il s'agissait de deux autres patients qui avaient présenté une épiplocèle par éclat de grenade

et qui étaient hémodynamiquement stables sans signe d'irritation péritonéale. Leurs plaies étaient parées avec résection de l'épiploon sous anesthésie locale. Le troisième avait une effraction minimale du péritoine sans éviscération ; la paroi était parée également sous anesthésie locale. Ils étaient cliniquement surveillés et n'avaient présenté aucune complication. Bahebeck et Maha Yassin avaient adopté cette attitude sélective d'abstention chirurgicale dans respectivement 12,8% et 18,8% de leurs séries en raison de l'absence de signes d'appel d'une indication opératoire (Bahebeck, 2005 ; Maha Yassin, 2014). Par contre, Ayité et Monneuse avaient adopté l'attitude de la laparotomie systématique en présence de toute plaie par arme à feu dans leurs séries en la justifiant par les fréquentes lésions organiques qu'entraînaient les projectiles en prenant le risque d'une laparotomie blanche (Ayité, 1996 ; Monneuse, 2004). Les deux autres patients avaient présenté une plaie thoracoabdominale avec une rétention de la balle dans le foie, stables avec un abdomen souple. Cette attitude non opératoire était confirmée par Starling et al qui avaient expliqué que dans une plaie thoracoabdominale avec rétention du projectile dans le foie, la probabilité d'un succès de prise en charge non opératoire était très grande (Starling, 2012). La réanimation préopératoire était réalisée chez 21 patients (41,1%) dont 13 étaient reçus en état de choc hypovolémique d'emblée. Dans notre série, des lésions organiques étaient retrouvées chez 45 patients (88,2%) à la laparotomie tandis que chez 6 patients (11,8%), cette laparotomie était blanche. Ces résultats corroboraient la série de Bahebeck qui avait enregistré 22,5% de laparotomie blanche et Salim et al (Salim, 2002) qui avait rapporté que la laparotomie systématique dans les plaies abdominales par arme à feu entraînait 15 à 27% de laparotomie blanche (Bahebeck, 2005 ; Salim, 2002). C'est dire l'importance de moyens diagnostiques complémentaires qui font défaut dans nos pays en développement sous équipés. En peropératoire, 97 plaies organiques étaient répertoriées, dominées par les plaies du grêle (35%) suivies de celles du colon (23,7%) et du foie (9,2%). Dans la littérature, le grêle, le colon et le foie sont les plus organes atteints dans les traumatismes ouverts (Bahebeck, 2005 ; Saidi, 2002 ; Maha Yassin, 2014 ; Mata Ambagene, 2013 ; Zeljko, 2004 ; Baradaran, 2007). Ceci se justifie d'une part par l'importance de leurs dimensions et de leur volume et d'autre part, par leur situation anatomique sous-pariétale qui les rend plus vulnérables. Quant aux plaies diaphragmatiques (7,2%), elles relevaient de l'association des plaies thoracoabdominales comme certains auteurs les avaient retrouvées dans leurs séries (Bahebeck, 2005 ; Mata Ambagene, 2013 ; Starling, 2012). Des associations lésionnelles organiques allant de l'atteinte de 2 à 4 organes étaient retrouvées chez 48,9% des patients. Ces atteintes polyviscérales étaient conformes à la littérature (Monneuse, 2004 ; Bahebeck, 2005 ; Ayité, 1996 ; Choua, 2016 ; Mata Ambagene, 2013). Les armes à feu sont responsables le

plus souvent de la lésion de plusieurs organes à la fois contrairement aux armes blanches.

### **Aspect thérapeutique**

Au plan thérapeutique, les gestes les plus pratiqués étaient l'excision-suture des plaies des organes creux (grêle, colon, estomac, duodénum, vessie) et la suture des plaies des organes pleins (foie, pancréas, rein), 25 fois. L'iléostomie et la colostomie étaient réalisées, 21 fois et la résection-anastomose iléale et colique 17 fois. Les résections-anastomoses et les sutures des organes creux étaient systématiquement drainées après un lavage abondant au sérum physiologique de la cavité péritonéale. Ces gestes chirurgicaux conventionnels étaient retrouvés dans la littérature (Saidi, 2002 ; Salim, 2002 ; Monneuse, 2004 ; Arveux, 2007 ; Starling, 2012 ; Maha Yassin, 2014 ; Choua, 2016). Par contre, Bahebeck a rapporté que certains chirurgiens pratiquaient encore certaines méthodes jadis controversées comme la suture colique primitive sans lavage de la cavité péritonéale en la justifiant tantôt par le vide apparent du viscère, tantôt par le siège proximal de la plaie et se sont compliquées de suppuration ou de décès (Bahebeck, 2005). En effet, le lavage systématique de la cavité péritonéale, en particulier dans les lésions des organes creux (grêle, colon), permettait de réduire le risque de suppuration intrapéritonéale et pour le drainage, outre l'évacuation des sérosités, en cas de lâchage des sutures, il permettait d'obtenir des fistules dirigées contrairement aux fistules exposées responsables des péritonites postopératoires potentiellement plus septiques et plus graves. La morbidité était de 40% dans cette étude. Dans les séries de Monneuse et Bahebeck, elle était 34% et 4% (Monneuse, 2004 ; Bahebeck, 2005). Cette morbidité était dominée par la suppuration pariétale (56%). Ces complications étaient retrouvées dans les interventions des organes creux tandis que le choc hémorragique provenait au décours des interventions sur le foie. Ces complications étaient conformes à la littérature (Ayité, 1996 ; Adesanya, 1998, Asuquo, 2012 ; Choua, 2016 ; Salim, 2002). Le taux élevé des infections postopératoires retrouvé pourrait se justifier par la promiscuité des patients ainsi que de leurs familles du fait de la faible capacité du service qui était le seul à fonctionner au plus fort de la crise pendant les mois d'Octobre et Décembre 2013 et au cours desquels nous avons enregistré le plus grand nombre de blessés. Ces patients étaient hospitalisés dans des chambres surchargées ou sous des tentes. A cela s'ajoutaient l'absence de prise en charge initiale sur les lieux des traumatismes et en cours des évacuations ainsi que la qualité des soins postopératoires et l'insuffisance ou le manque de sang. Dix patients sur les 56 étaient décédés soit un taux de mortalité de 17,9%. Dans la littérature, ce taux variait entre 5,5% et 18% (Monneuse, 2004 ; Bahebeck, 2005 ; Ayité, 1996 ; Salim, 2002). Les causes des décès étaient le choc hémorragique, la septicémie et la

péritonite postopératoire dans respectivement cinq, trois et deux cas. Les complications hémorragiques et infectieuses des plaies organiques responsables des décès dans la série étaient retrouvées par la plupart des auteurs (Monneuse, 2004 ; Bahebeck, 2005 ; Asuquo, 2012 ; Choua, 2016). La durée moyenne de séjour hospitalier était de 10 jours extrêmes (1 jour et 54 jours). Elle était de 10,5 jours dans la série de Monneuse (extrêmes 1 et 83 jours (Monneuse, 2004). Elle s'expliquerait dans cette étude par la faible capacité d'accueil du service et surtout en cette période de conflit où il y avait un afflux de blessés qui nous obligeait à faire des sorties précoces dès que leur état clinique le permettait.

## Conclusion

Les plaies abdominales par armes à feu sont une urgence chirurgicale digestive absolue en raison des lésions pour la plupart pluriviscérales qui engagent le pronostic vitale. Elles touchent les sujets jeunes, actifs dans les conflits armés et les violences. La prise en charge initiale des patients dans notre contexte était inexistante en préhospitalier et insuffisante en milieu hospitalier à l'origine d'une morbi-mortalité élevée. L'organisation des services de santé et leur équipement permettant la prise en charge des blessés depuis les lieux de ramassage, pourraient réduire ces complications.

**Tableau I :** Répartition selon les tranches d'âge des plaies pénétrantes de l'abdomen par armes à feu des patients admis au CHU Communautaire de Bangui, Centrafrique (n=56)

Tranches d'âge (ans)	Effectif	Pourcentage
11 – 20	10	17,8
21 – 30	29	51,8
31 – 40	8	14,3
41 – 50	4	7,1
51 – 60	4	7,1
Plus de 60	1	1,8
Total	56	100

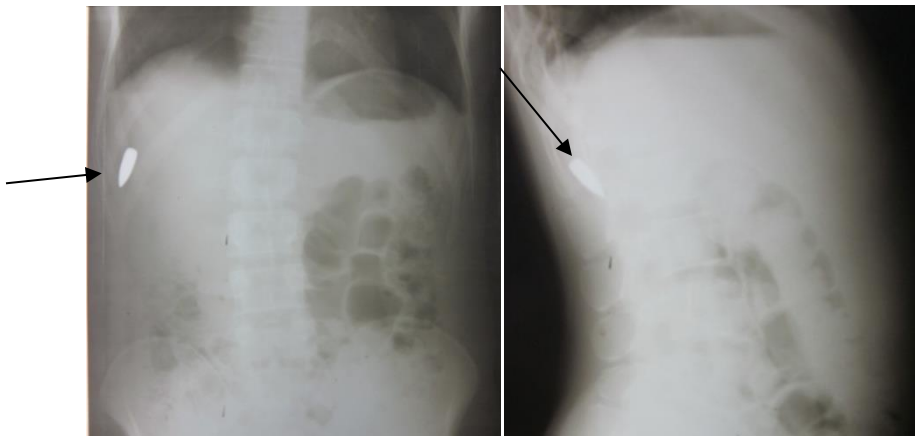
**Tableau II :** Répartition selon le siège des plaies pénétrantes de l'abdomen par armes à feu des patients admis au CHU Communautaire de Bangui, Centrafrique (n=56)

Siège des plaies	Effectifs (n)	Pourcentage (%)
Flancs	11	19,6
Périombilical	9	16,1
Fosses iliaques	5	8,9
Thoracoabdominal	7	12,5
Hypochondres	12	21,4
Hypogastre	3	5,4
Epigastre	3	5,4
Région dorsale	6	10,7
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>



**Tableau III : Répartition selon les gestes chirurgicaux pratiqués des plaies pénétrantes de l'abdomen par armes à feu des patients admis au CHU Communautaire de Bangui, Centrafrique**

Organe lésé	Geste pratiqué	Nombre
Grêle	Résection-anastomose	12
Colon		5
Grêle	Stomie	12
Colon		9
Estomac		5
Foie	Suture	6
Grêle		4
Colon		2
Mésentère		2
Epiploon		2
Pancréas		1
Duodénum		1
Vessie		1
Rein		1
Rate		3
Vésicule biliaire	Ablation totale	1
Rein		1
Foie	Ablation partielle	2
Epiploon		1
Foie		Tamponnement (packing)



ASP de face

ASP profil

**Figure 1 :** Rétention d'une balle dans le foie chez un patient de 20 ans victime d'une plaie thoracoabdominale à porte d'entrée sus claviculaire droite.

**Références :**

1. Adesanya AA, Afolabi JR da Rocha, Afodu JT, et al (1998). Civilian abdominal gunshot wounds in Lagos. J R Coll Surg Edinb, 43 (4): 230-234.

2. Asuquo M, Umoh M, Nwagbara V, et al (2012). Penetrating abdominal trauma: experience in a teaching hospital, Calabar, Southern Nigeria. *Intern J Clin Med*, 3 (5) : 456-430.
3. Arveux C, Letoublon C, Reche F (2007). Le damage control en traumatologie abdominale sévère. *Réanimation*, 16 : 678-686.
4. Ayité A, Etey K, Fekete L, et al (1996). Les plaies pénétrantes de l'abdomen au CHU de Lomé. A propos de 44 cas. *Med Afr Noire*, 43 (12) : 642-46.
5. Bahebeck J, Masso Missé, Essomba A, et al (2005). La plaie abdominale par balle : à propos de 86 au Cameroun. *Med Trop*, 65 (6) : 554-558.
6. Baradaran H, Salimi J, Nassaji-Zavareh M, et al (2007). Epidemiological study of patients with penetrating abdominal trauma in Tehran-Iran. *Acta Medica Iranica*, 45 (4) : 305-308.
7. Bodalal Z, Monsor S (2013). Gunshot injuries in Benghazi-Libya in 2011 : the Libyan conflict and beyond. *US Library of Medicine*, 11 (5) : 258-63.
8. Choua O, Rimtebaye K, Adam Adami M, et al (2016). Les plaies pénétrantes par armes blanches et à feu à N'djamena, Tchad : une épidémie silencieuse ? *Eur Scient J*, 12 (9) : 180-191.
9. Dieng M, Wilson E, Konaté I, et al (2003). Plaies pénétrantes de l'abdomen : « abstentionnisme sélectif » versus laparotomie systématique. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2 (2) : 22-25.
10. Maha Yassin O, Aamir Abdullahi H, Mohammed Toum M (2014). Penetrating abdominal injuries : Pattern and outcome of management in Khartoum. *Int J Clin Med*, 5 : 18-22. 12.
11. Mata Ambangene D, Wami w'Ifongo F (2013). Plaies abdominales et pelviennes pénétrantes par armes à feu à Kisangani en province orientale, Congo. Aspects anatomopathologiques. *Rev méd Gd Lacs*, 2 (2) : 173-185.
12. Mnguni MN, Muckart DJJ, Madiba TE (2012). Abdominal trauma in Durban, South Africa : Factors influencing outcome. *Int Surg*, 97 : 161-168.
13. Monneuse OJ, Barth X, Gruner L, et al (2004). Les plaies pénétrantes de l'abdomen, conduite diagnostique et thérapeutique. A propos de 79 patients. *Ann Chir*, 129 (3) : 156-163
14. Moore EE, Marx JA, Dakubo JCB, et al (1985). Penetrating abdominal wound. Rationale for exploratory laparotomy. *JAMA*, 258 : 2708-2711.
15. Ohene-Yeboah M, Dakubo JCB, Boakye F, et al (2010). Penetrating abdominal injuries in adults seen at two teaching hospitals in Ghana. *Ghana Med J*, 44 (3) : 103-108.

16. Saidi HS, Nyakiamo J, Faya S (2002). Gunshot injuries as seen at the Aga Khan hospital, Nairobi, Kenya. *East Afr Med J*, 79 (4) : 188-192.
17. Salim A, Velmahos GC (2002). When to operate on abdominal gunshot wounds. *Scandinavian J Surg*, 91 : 62-66.
18. Starling SV, Rodrigues BL, Portes Rocha Martins M et al (2012). Non operative management of gunshot wounds on the right thoracoabdomen. *Rev Col Bras Cir*, 39 (4) :286-294.
19. Thiam S, Diakité M, Malla M, et al (2018). Epidémiologie des plaies par balle et engins explosifs à Gao (Mali) : Série de 303 cas. *Jaccr Africa*, 2 (3) : 354-360.
20. Zeljko B, Zvonimir L, Enio A, et al (2004). Small bowel injuries in penetrating abdominal trauma during war : ten-year follow-up findings. *Military Medecine*, 169 (9) : 721-722.

# **An Exertion to Alleviate Stitch Defects During Garments Production**

*Mst. Farzana Sultana, Lecturer*

*Tahmina Akhter, Lecturer*

*Jaglul Hoque Mridha, Lecturer*

Department of Textile Engineering, Northern University Bangladesh

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p489 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p489](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p489)

---

## **Abstract**

In garments industry sewing is the most critical phase during an apparel production. Different types of sewing and stitching defects are occurred in this phase due to various problems. As today's world each customer is expecting a very high quality garments with product variety, it has become a very challenging task for garments quality management. Here all the data were collected from Gardenia Wears Limited situated at Barmi- Sreepur, Gazipur, Dhaka and data were analyzed for reducing Defects per Hundred Unit (DHU%) and also top 10 stitch defects were identified and analyzed later. Finally the work shows reduction of DHU% from 5.23% to 3.48% and also reduce the top ten stitch defects with comparison to before trial and after trial data of ten days and it is proved that an industry can achieve higher production capability & profitability with improved quality product and also saving cost due to reducing DHU%.

---

**Keyword:** Sewing defects, Stitch defects, DHU%

## **1. Introduction**

In garments industry after completion of a shipment some garments are found to be rejected by the manufacturers. As they think that garments are soft goods and it will be non-repairable defects if low quality raw materials are used or faulty processes are operated or for employee casual behavior. So some check points should be kept in factory to control such issues. As a lot of garments are rejected after shipments, there is no over-night solution that can minimize the rejection percentage. Most of the organizations identified these garments rejected as these garments can't be used by any means. Reworking on garments is common but it hampers company production rate. If any industry decides to work on rejected garment pieces before delivery, it can't be possible because of not only hampering in smooth production rate but also

focusing on rejected poor quality products that leaves a bad impact on factory economy as a whole (Juran J.M et al, 2008; Montgomery D.C., 2009; Dean J.W et al, 1994; Glock R.E et al, 2009). Every order is unique. But through these kind of rework it can be shown the ways to handling such problems & bring down the rejection rate to minimum. For quality and productivity improvement rework is a must. Garments defects is a vital cause that can affect both manufacturer and purchaser if it can be possible to control defects rate during various activities in sewing departments through a proper supervision and strict operation condition (Pritesh Kankariya et al, 2009; Juran J.M et al, 2008). Through this study it is possible to know the way of handling the issues related to garments defects, to bring down the rejection rate of garments to minimum by reducing DHU%, to produce a large no. of good quality products for minimization of DHU%, to save cost & to control defects by taking various actions in sewing department. Due to improper material handling during stitching, using defective feed mechanism, improper tension on thread, using blunt needle point & bent or damaged needle etc problems of different types of sewing & stitching defects are found during production such as skipped stitch, staggered stitch, broken stitch, uneven stitch, seam puckering, raw edge, variable stitch density etc. To rectify & minimize defects at first it is important to know the defects mentioned below:

- ❖ **Skipped stitch/Drop stitch/Broken stitch:** In a successive stitches if one or more stitches fail in connecting the upper thread with the lower thread then it is called skipped stitch. Because of having m/c problems during stitching sometimes such type of defects may happen but rework is possible for removing defects in order to improve product quality (Pranjali Chandurkar et al, 2017).
- ❖ **Raw edge/frayed seam:** If the tail end remains with the seam then it is called frayed seam which will cause a bad appearance. That's why it is considered as defective.
- ❖ **Uneven stitch:** When an operator stitches, if it becomes loose or wavy instead of straight, it may cause uneven stitch. It is occurred for variation of fabric properties, improper function during wear of garments (Dean J.W et al, 1994).
- ❖ **Seam puckering:** During stitching due to unequal stretch on the plies of fabric, fabric dimensional stability, extension in sewing thread, sewing thread shrinkage, undesirable & uneven surface or gathering of fabric are seen on garments which is called seam puckering. As it destroys the appearance & function of garments it is considered as defective (Md. Islam M. et al, 2016)..



Broken stitch

open seam

skipped stitch

uneven stitch

## 2. Material & Method:

### 2.1 Material

For executing the method following buyer's item were selected for analysis to reduce DHU%.

Buyer: TOTTUS

Fabric type: 100% cotton twill

Style no: V20JHBERPRINT

SAM: 2.39

Suppliers: Mahmud Denim Mills Ltd.

No. of operation: 25

Size: 28, 30, 32, 34, 36, 38

Fabric GSM: 185

Shade: COMBO-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8(AOP)

Mixing: 60/40 cotton fabric

### 2.2 Method:

For experimental work at first needed to select a style that are running on sewing floor for production. 10 days data were collected before trial of minimizing DHU% by noting down the total inspected pieces, total rejected pieces. Then from the data it were also identified the top ten defects that are happening during sewing of the preselected style. After that some corrective actions were taken to analyze whether it was possible to minimize the DHU% or not by changing sewing m/c setting such as resetting tensioner, time synchronization during stitch formation, awareness of operator about the physical properties of fabrics, proper lubrication on thread and machine, proper adjustment on feeding mechanism, using proper needle, needle point & good quality sewing thread, adjustment on sewing thread tension etc. Then after trial again 10 days data taken by collecting the information of total inspected pieces & total rejected pieces. Again the data for top 10 stitching defects noted down after trial. Finally the result between 10 days data of DHU% on before trial with the DHU% of after trial were compared. It is also showed the difference between top 10 stitch defects before trial with the after trial. Below a table is given on the causes & corrective actions taken to reduce defects during production based on different stitch varieties.

**Table 2.1:** Causes & corrective actions taken during production to reduce defects

Causes of stitch defects	Corrective actions taken
1. Improper time synchronization between needle & hook for loop formation.	1. M/c settings were changed with proper timing between needle and hook.
2. Irregular thread tension due to loose or tight thread.	2. Thread tension were properly adjusted during stitching.
3. Fabric flagging during sewing.	3. Adjusting the pressure of presser foot.
4. Thread balance way was improper.	4. Bobbin thread tension way were properly adjusted.
5. For needle deflection.	5. Increasing needle size & using correct needle point.
6. Defective motion of feed dog.	6. Proper adjustment of feed dog.
7. Using sewing thread without lubrication.	7. Proper lubrication were given on sewing thread.
8. Needle was heated too much.	8. Using needle lubricant.

### 3. Result & Discussion:

#### 3.1 Experimental Data (10 days DHU% Report before trial):

**Table 3.1:** Day wise DHU% Report before Trial

Style- V20JHBERPRINT				
Serial No	No. Of Days	Total No. Of Defects	Total Check Points	Total DHU%
1.	Day 1	195	3000	6.50%
2.	Day 2	149	3050	4.88%
3.	Day 3	160	2984	5.36%
4.	Day 4	146	3140	4.64%
5.	Day 5	161	2700	5.96%
6.	Day 6	154	2789	5.52%
7.	Day 7	151	2900	5.20%
8.	Day 8	145	3100	4.67%
9.	Day 9	112	2450	4.57%
10.	Day 10	144	2890	4.98%
		Total defects=1517	Total checked pieces=29003	

Now, Defects per hundred units

Total no. of defects

$$\frac{\quad}{\quad} = \times 100$$

Total no. of inspected pieces

1517

$$\frac{\quad}{\quad} = \times 100$$

29003

= 5.23%

### 3.2 Experimental Data (10 days DHU% Report after trial):

Table 3.2: Day wise DHU% report after trial

Style: V20JHBERPRINT				
Serial no	No. of Days	Total no. of Defects	Total Check points	Total DHU%
1.	Days 1	129	2950	4.37%
2.	Days 2	119	2800	4.25%
3.	Days 3	105	2770	3.79%
4.	Days 4	132	3250	4.06%
5.	Days 5	111	3100	3.58%
6.	Days 6	105	3000	3.50%
7.	Days 7	125	2900	4.31%
8.	Days 8	121	3300	3.66%
9.	Days 9	68	3500	1.94%
10.	Days 10	65	3427	1.89%
		Total defects= 1080	Total Checked pieces= 30997	

Now, Defects per hundred units

$$= \frac{\text{Total no. of defects}}{\text{Total no. of inspected pieces}} \times 100$$

$$= \frac{1080}{30997} \times 100$$

$$= 3.48\%$$

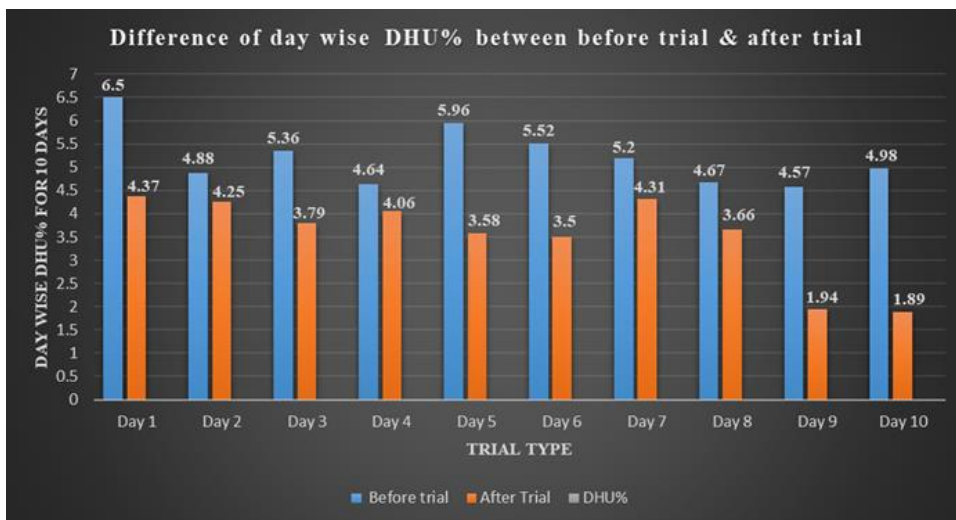


Figure 3.1: Chart on difference of day wise DHU% between 10 days of before trail and 10 days of after trial



The chart shows day wise DHU% report before trial & after trial for 10 days. It also shows that the highest DHU% before trial was 6.5% & lowest 4.57% whereas after trial highest DHU% was 4.37% & lowest 1.89%.

### 3.3 Experimental data (Day to Day data For Top Ten Stitch Defects for 10 days Before Trail):

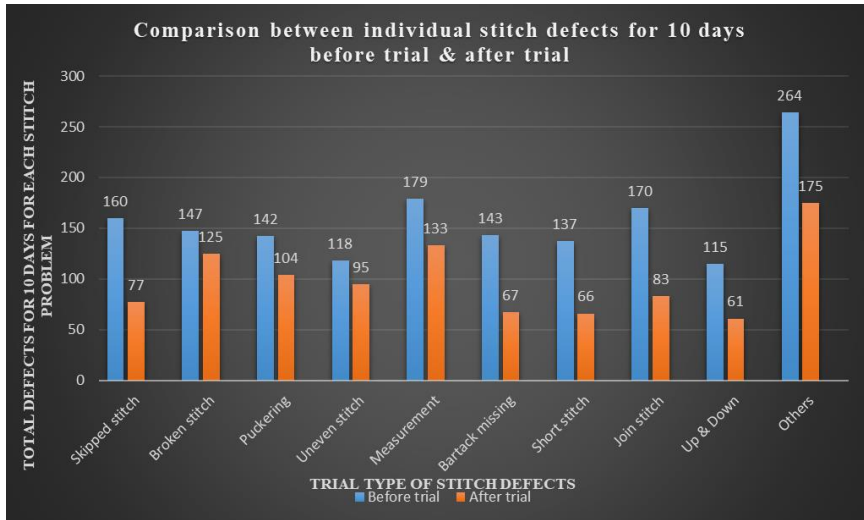
**Table 4.3:** Defects/day For Top 10 Stitch Defects before Trial

Serial no.	Defects/Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
1.	Skipped stitch	27	25	20	14	13	12	13	12	12	12	160
2.	Broken stitch	21	17	19	17	19	13	11	7	13	10	147
3.	Puckering	13	15	17	18	15	19	12	9	11	13	142
4.	Uneven stitch	21	9	12	10	10	7	14	15	9	11	118
5.	Measurement	23	21	22	16	22	17	13	10	15	20	179
6.	Bar tack missing	16	15	13	15	14	13	16	16	13	12	143
7.	Short stitch	20	15	16	14	15	14	12	10	10	11	137
8.	Join stitch	23	20	18	19	17	15	15	14	15	14	170
9.	Up & Down	10	12	12	10	13	11	14	12	10	11	115
10.	Others	26	29	27	33	29	24	22	23	22	29	264

### 3.4 Experimental data (Day to Day data For Top Ten Stitch Defects for 10 days After Trail):

**Table 4.4:** Defects/day For Top 10 Stitch Defects after Trial

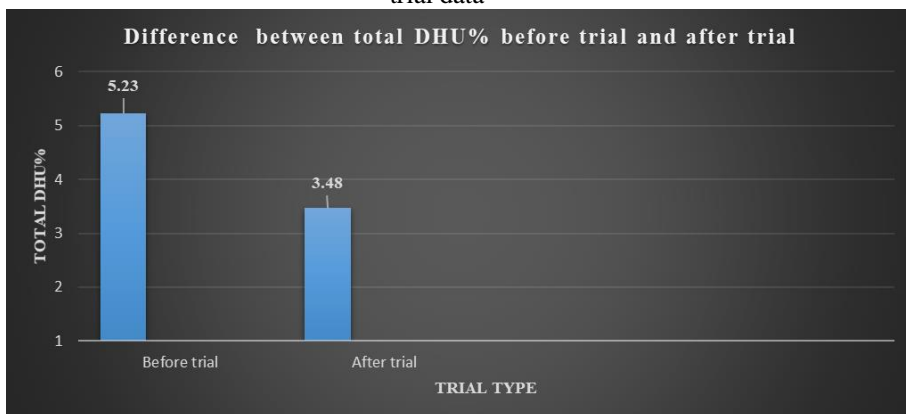
Serial no.	Defects/Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
1.	Skipped stitch	11	12	7	5	6	10	7	9	7	3	77
2.	Broken stitch	16	16	15	13	16	16	8	9	9	7	125
3.	Puckering	13	15	12	11	9	11	14	10	4	5	104
4.	Uneven stitch	11	9	12	9	4	9	10	13	10	8	95
5.	Measurement	20	18	14	17	15	17	13	6	6	7	133
6.	Bar tack missing	9	12	3	9	9	7	5	4	7	2	67
7.	Short stitch	10	11	7	6	5	10	7	4	2	4	66
8.	Join stitch	12	12	10	11	6	7	5	9	6	5	83
9.	Up & Down	7	9	8	5	10	8	3	3	5	3	61
10.	Others	21	20	19	16	18	14	17	17	19	14	175



**Figure 3.2:** Chart on difference of total defects for each stitch defect between before trail data and after trial data

The chart shows the stitch defects in total for 10 days individually before trial & after trail. It presents that each defects minimized individually in comparison with before trail & after trail. The chart shows for stitch defects like skipped stitch, broken stitch, puckering, uneven stitch, measurement, bar tack missing, short stitch, join stitch, up & down, others before trial value were respectively 160, 147, 142, 118, 179, 143, 147, 170, 115, 264 whereas after trial were respectively 77, 125, 104, 95, 133, 67, 66, 83, 61, 175.

**Figure 3.3:** Chart on difference between total DHU% before trail data and after trial data



The chart represents the difference between total DHU% for 10 days before trial and after trial. It shows that the total DHU% before trial was 5.23% whereas after trail was 3.48%.

### **3.5 Experimental Result:**

1. Reduction of DHU% like before trial DHU% for 10 days were 5.23% & after trial were 3.48%.
2. Reduction of top ten stitch defects individually such as skipped stitch, broken stitch, puckering, uneven stitch, measurement, bar tack missing, short stitch, join stitch, up & down, others before trial value were respectively 160, 147, 142, 118, 179, 143, 147, 170, 115, 264 whereas after trial value were respectively 77, 125, 104, 95, 133, 67, 66, 83, 61, 175.
3. DHU% decreases from 5.23% to 3.48% that means it decreases 1.75% from before trial value.

### **Conclusion**

It can be concluded that by taking various actions including setting tensioner of m/c, proper lubrication of m/c and threads, time synchronization, skilled operators, consciousness of operators about physical properties of fabric, proper handling of material etc. it is possible to bring down the DHU%. The result shows that the total DHU% for 10 days before trial was 5.23% and after trial total DHU% for 10 days is 3.48% which is less than before trial value. But these results can be even better if corrective actions are taken with consciousness and carefulness.

### **References:**

1. Juran J.M., Gryna F.M., Quality Planning & Analysis: For Enterprise Quality, Edition 2008, Tata McGraw-Hill Publication.
2. Montgomery D.C., Introduction to Statistical Quality Control, Edition 2009, John Wiley and Sons, Inc. Publication.
3. Dean J.W. and Bowen D.E., Management Theory and Total Quality: Improving Research and Practice and Theory Development, the Academy of Management Review, Vol. 19, Issue 3, 1994, 392-418.
4. Glock R.E., Kunz G.I., Apparel Manufacturing: Sewn Product analysis, 4<sup>th</sup> Edition, Pearson Publication.
5. Pritesh Kankariya, KeshavValase, Performance improvement in Garment industries by reducing defects using six sigma methodologies, International Journal of Scientific Research Engineering & Technology Vol. 6(3), 2017, 228-236.
6. Pranjali Chandurkar, Madhuri Kakde, Chitra Patil, Minimization of Defects in Knitted Fabric, International Journal on Textile Engineering and Processes, Vol. 2(3), 2016, 13-18.
7. Md. Islam M., Khan A.M., Md. Khan M.R., Minimization of Reworks in Quality and Productivity Improvement, The Apparel Industry, International Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 1(4), 2013, 147-16.

## **Occurrence Des Parasites Dans Les Poissons Collectés Au Niveau Du Littoral Marocain**

**Saïd Dahani, DVM, PhD**  
**Nourredine Bouchriti, DVM, PhD**  
**Ikbal Benabbes, DVM**  
**Amina Boudakkou, DVM**

Unité d'Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale,  
Département de Pathologie et Santé Publique Vétérinaires, Institut  
Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

**Abderrahim Chiaar,**  
Laboratoire d'Histopathologie,  
Centre Spécialisé en Pathologie des Animaux Aquatiques, INRH de Tanger

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p497 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p497](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p497)

---

### **Résumé**

Dans cet article, nous traitons de l'occurrence des parasites des poissons au niveau du littoral marocain. L'analyse des données du portail RASFF entre 1979 et juillet 2019, a révélé que la présence des parasites constitue l'un des principaux motifs de refoulement des poissons et produits dérivés exportés du Maroc vers les pays de l'Union Européenne. Un travail de terrain visant la recherche directe des parasites par inspection visuelle a concerné 1678 pièces de poissons de différentes espèces dont 537 proviennent de l'Atlantique (port d'Essaouira et marché de gros de Casablanca) et 1141 pièces de la Méditerranée. Cinq groupes de parasites ont été trouvés: Nématodes, xénomes, trématodes, isopodes et copépodes. L'ampleur du parasitisme est presque la même au niveau du littoral méditerranéen (31,1%) et l'atlantique (32,0%). Les nématodes (Complexe *Anisakis* + acanthocéphales) occupent la majeure partie des parasites au niveau de l'Atlantique et de la méditerranée avec des prévalences respectives de 21,4% et 24,9%. La larve plerocercarioïde du cestode *Gymnorhynchus gigas* a été trouvée chez le sabre argenté (*Lepidopus caudatus*) avec une prévalence de 8,3% au niveau de l'Atlantique.

---

**Mots-clés :** Parasites, Poissons, *Anisakis*, Littoral Marocain, RASFF

## Occurrence of Fish Parasites in the Moroccan Coast

*Saïd Dahani, DVM, PhD*  
*Nourredine Bouchriti, DVM, PhD*  
*Ikkal Benabbes, DVM*  
*Amina Boudakkou, DVM*

Unité d'Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale,  
Département de Pathologie et Santé Publique Vétérinaires, Institut  
Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

*Abderrahim Chiaar,*  
Laboratoire d'Histopathologie,  
Centre Spécialisé en Pathologie des Animaux Aquatiques, INRH de Tanger

---

### Abstract

In this article, we address the occurrence of fish parasites in the Moroccan coast. An analysis of data available on the RASFF (*Rapid Alert System for Food and Feed*) portal covering the period from 1979 to July 2019, revealed that the presence of parasites is one of the main reasons for border rejection of fish and fish products exported from Morocco to the European Union. The field study concerned a direct search for parasites by visual inspection in 1678 fish specimens including 537 from the Atlantic coast (port of Essaouira and wholesale market of Casablanca) and 1141 from the Mediterranean. Five groups of parasites were found namely nematodes, xenomas, trematodes, isopods and copepods. The extent of parasitism was almost identical in the Mediterranean (31.1%) and Atlantic (32.0%) coasts. Nematodes (*Anisakis* complex + acanthocephalans) represent the majority of parasites found in fish originating from both the Atlantic and the Mediterranean with a respective prevalence of 21.4% and 24.9%. The plerocercoid larva of the cestode *Gymnorhynchus gigas* was found in the silver scabbardfish (*Lepidopus caudatus*), originating from the Atlantic coast, with a prevalence of 8.3%.

---

**Keywords:** Parasites, Fish, *Anisakis*, Moroccan coast, RASFF

### Introduction

La consommation de poisson à l'échelle mondiale ne cesse d'augmenter. Les deux tiers des poissons consommés par l'homme proviennent de la pêche en mer ou en eau douce (Baird *et al.*, 2014), ce qui

représente ainsi une importante source de protéines animales dans l'alimentation humaine. Le Maroc est l'un des grands producteurs de poisson autour du globe et il occupe la 13<sup>ème</sup> place après le Chili (FAO, 2018). En 2018, la production halieutique nationale a totalisé un volume de 1 371 683 tonnes pour un chiffre d'affaire de 11 579 544 milliers de dirhams. Le volume des exportations a atteint plus de 722 921 tonnes pour un chiffre d'affaire de 22 531 millions de dirhams (DPM, 2018). Les exportations sont principalement orientées vers les marchés de l'Union Européenne (UE) et du Japon. Or, il est bien établi que les produits de la pêche ne sont pas dénués de risques pour la santé publique. L'anisakiase est une maladie humaine due à l'ingestion de la larve L3 de parasites appartenant à la famille des anisakidés, dans des poissons crus, mal cuits ou ayant subi un traitement peu ou pas assainissant (Marinage, fumage à froid...). En plus de la maladie engendrée chez l'homme, l'infestation par les anisakidés a un impact économique important, car elle constitue un motif de saisie au niveau national et de refoulement en cas d'exportation. Le consommateur marocain devient de plus en plus avisé par cette problématique et relaye sur les réseaux sociaux, de temps en temps, des séquences vidéo montrant des poissons infestés de parasites.

Le présent travail a pour but d'évaluer l'ampleur du parasitisme des poissons dans le littoral méditerranéen et atlantique. L'étude est fondée sur une analyse des données historiques des notifications disponibles sur le portail RASFF, en particulier les refoulements des produits de la pêche exportés du Maroc vers l'UE, en vue d'en déterminer le profil sanitaire. Les paramètres d'infestation qui sont la prévalence, l'intensité et l'abondance ont été calculés avec pour objectif de déterminer le risque du parasitisme et d'évaluer son ampleur au sein de la filière des produits de la pêche au Maroc.

## **Matériels et méthodes**

### **Analyse des données RASFF**

Le RASFF (*Rapid Alert System for Food and Feed*) est le système d'alerte rapide européen. C'est un réseau qui signale les problèmes relatifs aux produits agroalimentaires. L'analyse des notifications de refoulements entre 1979 et juillet 2019 des produits de la pêche exportés du Maroc vers l'UE par motif a été réalisée en vue d'en déterminer le profil sanitaire. Le portail RASFF permet de faire une recherche par pays de provenance et de destination, par danger, par nature et période de notification et par catégorie de produit.

### **Travail de terrain**

Il a été réalisé sur deux environnements différents qui sont le littoral méditerranéen et atlantique (Tableau 1).

- **Littoral méditerranéen:** Ce travail a été mené en collaboration avec l'Institut National de Recherche Halieutique (INRH) de Tanger. La recherche de parasites a concerné 1141 poissons répartis en deux catégories d'échantillons frais prélevés en 2019 et congelés prélevés en 2018 (Tableau 2). Les échantillons à l'état frais provenaient du port de Tanger, Cap de l'eau et M'diq. Les échantillons congelés provenaient des stations d'échantillonnage (Figure 1) au cours de la campagne de prospection et d'évaluation des stocks en mer réalisée par l'INRH.

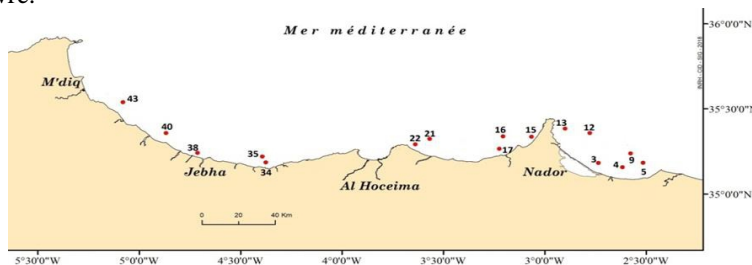
**Tableau 1.** Répartition des échantillons de poissons en 2018 et 2019 par zone d'étude

Site d'étude	Zone	Nombre		Total
		2018	2019	
Méditerranée	Littoral méditerranéen	430	711	1141
Atlantique	Marché de gros de Casablanca	-	201	537
	Port d'Essaouira	-	336	
Total		430	1248	1678

**Tableau 2.** Répartition des échantillons de poissons par familles et espèces en provenance du littoral méditerranéen

Famille	Espèce	Nom scientifique	Effectif 2019	Effectif 2018
<i>Sparidae</i>	Dorade rose	<i>Pagellus bogaraveo</i>	330	-
	Bogue	<i>Boops boops</i>	31	31
	Pageot acarné	<i>Pagellus acarne</i>	-	180
<i>Scombridae</i>	Maquereau commun	<i>Scomber scombrus</i>	41	-
<i>Clupeidae</i>	Allache	<i>Sardinella aurita</i>	125	-
	Sardine commune	<i>Sardina pilchardus</i>	30	59
<i>Trichiuridae</i>	Sabre argenté	<i>Lepidopus caudatus</i>		36
<i>Engraulidae</i>	Anchois commun	<i>Engraulis encrasicolus</i>	23	74
<i>Zeidae</i>	Saint-Pierre	<i>Zeus faber</i>	-	11
<i>Carangidae</i>	Chinchard d'Europe	<i>Trachurus trachurus</i>	107	16
<i>Merlucciidae</i>	Merlu commun	<i>Merluccius merluccius</i>	-	23
Autres espèces (n < 5)*			24	
Total			711	430

\*Pageot acarné, Ombrine, Capelan, Cardine, Rouget, Ronfleur, Phycis de roche, Liche lirio, Pageot rouge, Sar à tête noire, Denté, Saupe, Grondin, Mulet, Grande vive, Girelle, Serranchèvre.



**Figure 1.** Distribution des stations d'échantillonnage au cours de la campagne de prospection de 2018

- **Littoral atlantique:** Au niveau du port d'Essaouira, la recherche des parasites, effectuée entre février et juin 2019, a concerné 336 pièces de poisson appartenant à 34 espèces. Au niveau du marché de gros de poissons de la ville de Casablanca, la recherche a concerné 201 spécimens appartenant à 29 espèces, pendant la période comprise entre mars et mai 2019 (Tableau 3).

**Tableau 3.** Répartition des familles et espèces de poissons examinées en provenance du littoral atlantique

Famille	Espèce	Nom scientifique	Effectif
<i>Trichiuridae</i>	Sabre argenté	<i>Lepidopus caudatus</i>	12
<i>Congridae</i>	Congre d'Europe	<i>Conger conger</i>	6
<i>Bramidae</i>	Grande castagnole	<i>Brama brama</i>	19
<i>Scorpaenidae</i>	Sébaste chèvre	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	7
	Rascasse rouge	<i>Scorpaena scrofa</i>	45
<i>Scyliorhinidae</i>	Grande roussette	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	14
<i>Sparidae</i>	Bogue	<i>Boops boops</i>	7
	Pageot à tache rouge	<i>Pagellus bellottii</i>	12
	Sar commun	<i>Diplodus sargus</i>	7
	Saupe	<i>Sarpa salpa</i>	18
<i>Serranidae</i>	Pageot acarné	<i>Pagellus acarne</i>	16
	Serran chèvre	<i>Serranus cabrilla</i>	16
<i>Carangidae</i>	Chinchard	<i>Trachurus mediterraneus</i>	11
	Chinchard d'Europe	<i>Trachurus trachurus</i>	118
<i>Zeidae</i>	Faux Saint-Pierre	<i>Zenopsis conchifer</i>	5
<i>Scombridae</i>	Maquereau commun	<i>Scomber scombrus</i>	30
<i>Merlucciidae</i>	Merlu commun	<i>Merluccius merluccius</i>	9
<i>Haemulidae</i>	Diagramme gris	<i>Plectorhynchus mediterraneus</i>	10
<i>Trachinidae</i>	Grande vive	<i>Trachinus draco</i>	11
<i>Cepolidae</i>	Cépole commune	<i>Cepola macrophthalmia</i>	12
<i>Clupeidae</i>	Sardine commune	<i>Sardina pilchardus</i>	54
Autres espèces (n < 5)*			98
<b>Total</b>			<b>537</b>

\*Capelan, Oblade, Denté à gros yeux, Petite vive, Raie, Ronfleur, Uranoscope, Orphie, Pageot rouge, Murène de la méditerranée, Dorade grise, Dorade royale, Bonite à dos rayé, Grondin lyre, Liche lirio, Mulet à grosse tête, Sar à tête noire, Ombrine côtière, Sparailon africain, Phycis de roche, lotte.

Une étude parasitaire a visé la recherche des parasites visibles, ayant une dimension, une couleur ou une texture permettant de les distinguer nettement des tissus du poisson. Les parasites ont été prélevés à la fois de la surface du poisson, de la cavité abdominale après incision ventrale et de la chair après incision longitudinale du muscle. Le nombre, le type et la localisation anatomique de chaque parasite ont été notés. Ils ont été ensuite conservés dans des tubes contenant une solution de conservation composée d'alcool et de glycérol.



- **Traitement des données:** Les résultats sont traités pour le calcul des paramètres d'infestation parasitaire définis selon Bush *et al.*(1997), qui sont la prévalence (P), l'intensité (I) et l'abondance (A).

**Prévalence:** Nombre de poissons infestés / Nombre de poissons examinés.

**Intensité:** Nombre de parasites détectés/Nombre de poissons infestés.

**Abondance:** Nombre de parasites détectés/ Nombre de poissons examinés.

## Résultats et Discussion

### Analyse des notifications du RASFF relatives aux produits de la pêche et leurs dérivés

Les produits de la pêche occupent plus des deux tiers (69,3%) au sein des aliments refoulés. Le nombre total de refoulements a été de 300 sur une période de 40 ans soit une moyenne de 7 à 8 refoulements/année. La catégorie « poissons et dérivés » a été la plus concernée avec 164 refoulements (54,6%), vient ensuite les céphalopodes et les produits dérivés avec 30 refoulements, soit 10% (Tableau 4). Pour la catégorie des poissons et produits dérivés, les infestations parasitaires représentent le premier motif de refoulement (29,3%), suivi de la rupture de la chaîne de froid (21%) et la présence de taux élevés d'histamine (14,4%) (Tableau 5).

**Tableau 4.** Notifications de refoulements des différentes catégories de produits de la pêche entre 1979 et juillet 2019

Catégories de produit	Nombre de refoulements	%
<b>Produits de la pêche</b>	<b>208</b>	<b>69,3</b>
- Poissons et produits dérivés	164	54,6
- Céphalopodes et produits dérivés	30	10
- Crustacés et produits dérivés	12	4
- Mollusques bivalves et produits dérivés	2	0,7
<b>Autres aliments</b>	<b>92</b>	<b>30,7</b>
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100,0</b>

**Tableau 5.** Motifs de refoulement des produits de la pêche par catégorie de 1979 à juillet 2019

Motifs de refoulement	Catégories de produits de la pêche				Total	%
	Poissons *	Céphalopodes *	Crustacés *	Mollusques *		
Rupture de la chaîne du froid	35	21	5	0	61	28,9
Infestation parasitaire	49	0	0	0	49	23,2
Histamine	24	0	0	0	24	11,4
Emballage défectueux	20	1	0	1	22	10,4
Mauvais état d'hygiène	13	4	1	0	18	8,5
Altération organoleptique	7	3	0	0	10	4,7
Métaux lourds	8	0	0	0	8	3,8
Étiquetage défectueux	8	0	0	0	8	3,8
Importation illégale	2	0	3	0	5	2,4
Additifs	0	0	3	0	3	1,4
Absence de certificat sanitaire	1	1	0	0	2	1
Agents pathogènes	0	0	0	1	1	0,5
Total	167	30	12	2	211	100,0

\*et produits dérivés

Un refoulement peut être dû à plus d'un seul motif, par conséquent, le nombre de refoulements des poissons et produits dérivés par motif (167) a été supérieur au total des refoulements (164). Le complexe *Anisakis* a été la principale cause de refoulement en particulier chez le sabre argenté suivi du cestode *Gymnorhynchus gigas* chez la grande castagnole.

### Résultats de la recherche des parasites

La prévalence globale a été de 32% au niveau des deux sites du littoral atlantique. Concernant le littoral méditerranéen, la prévalence globale a été de 31%. Un nombre de 1425 parasites ont été détectés chez 1141 pièces de poissons de différentes espèces. La majorité des parasites ont été des nématodes avec un pourcentage de 91,2% en 2018 et 60,7% en 2019, suivi par la présence de xénomes (37,3%). Les acanthocéphales représentaient une proportion de 2,3% des parasites trouvés en 2019. Enfin, les ectoparasites (trématodes, isopodes et copépodes) représentaient respectivement 8,8% et 2% en 2018 et 2019. Nous avons également détecté des associations de parasites (nématode-isopode, nématode-trématode et trématode-isopode) mais avec une faible proportion (1,1%).

La localisation des parasites a été soit interne ou externe. Les parasites externes ont été localisés principalement au niveau de la cavité buccale chez la bogue, le serran chevrette et la saupe ; au niveau des branchies chez l'abadèche et au niveau de la peau chez la bogue. Les parasites internes ont été distribués d'une façon hétérogène au niveau du corps du poisson. Les gonades représentaient les organes les plus infestés, suivis des organes du tube digestif et de la cavité ventrale. Le muscle et le mésentère ont été considérés comme moyennement infestés. Toutefois, la cavité buccale, les branchies et la peau restent faiblement parasités.

**Littoral méditerranéen :** Presque le 1/3 des poissons examinés a été parasité avec des prévalences de 2,3% pour les parasites externes et 29,6% pour les parasites internes. Il y a donc un polyparasitisme dans les poissons du littoral méditerranéen, avec prédominance des nématodes et des isopodes. La plupart des espèces de poissons examinés se sont révélées faiblement à modérément parasitées. La cavité abdominale a été la localisation la plus infestée (33%). Des xénomes causés par des microsporidies ont été détectés chez l'allache. Un gradient croissant de parasitisme de l'est vers l'ouest de la Méditerranée a été observé.

**Littoral atlantique:** 32,0% des poissons examinés ont été sujets au parasitisme avec des prévalences de 2,2% pour les parasites externes et 30,4% pour les parasites internes. A l'instar de la mer méditerranée, ces résultats indiquent un polyparasitisme chez les poissons avec une prédominance des nématodes (82,5%). Les cestodes ont été prélevés chez la grande castagnole, la grande roussette et le sabre argenté avec des prévalences respectives de 89,7%, 35,7% et 8,3%; avec un effet saison sur la prévalence chez le sabre argenté en ce sens qu'elle est plus importante en été qu'en hiver. Il y a eu plusieurs espèces de poissons (au nombre de 28) qui présentaient un risque très faible. La cavité abdominale (21%) et le muscle (21%) sont les localisations les plus fréquemment infestées. Des xénomes causés par des protozoaires ont été détectés chez la rascasse rouge, le chinchard d'Europe, le pageot à tache rouge, le pageot acarné et le maquereau commun. Une corrélation positive a été mise en évidence entre la longueur totale du poisson et le nombre des anisakidés détectés. Le tableau 6 montre la comparaison des résultats entre la Méditerranée et l'Atlantique.

**Tableau 6.** Comparaison des résultats entre les deux zones d'étude

	Méditerranée	Atlantique
Nombre de poissons examinés	1141	537
Nombre de poissons infestés (tous parasites confondus)	355	172
Prévalence globale	31,1%	32,0%
Prévalence des isopodes	2,2%	0,6%
Abondance globale	1,2	4,3
Intensité globale	4	13
Fréquence du polyparasitisme	1,0%	2,2%

Une corrélation positive entre la taille du poisson et le nombre de parasites prélevé a été observée chez le sabre argenté et le maquereau commun. Un gradient croissant de parasitisme a été remarqué le long du littoral méditerranéen en allant de l'est vers l'ouest.

Les nématodes et le cestode *Gymnorhynchus gigas* constituaient des motifs de saisie et de refoulement. La présence de nématodes rend le poisson préjudiciable à la santé et celle de *Gymnorhynchus gigas* le rend impropre à la consommation.

L'infestation par les isopodes est une relation de prédation notée au niveau du littoral méditerranéen avec un taux de 2,2% et au niveau de l'Atlantique avec un taux de 0,6%. En comparant la présente étude avec les études précédentes (Tableau 7), il s'avère que le phénomène du parasitisme semble avoir diminué au niveau de l'Atlantique ; par contre il semble avoir augmenté au niveau de la Méditerranée.

**Tableau 7.** Analyse comparative avec les études antérieures

<b>Atlantique</b>			
Etudes	Prévalence	Intensité	Abondance
Lamane (2013)	47,7% (135/283)	19	9,1
Notre étude (2019)	32,0% (172/537)	13	4,2
<b>Méditerranée</b>			
Bainour (2018)	19% (107/565)	4	0,8
Notre étude (2018)	18% (77/430)	2	0,3
Notre étude (2019)	39,1% (278/711)	5	1,8

## Conclusion

L'analyse des données du portail RASFF a permis de tirer certaines conclusions sur le profil parasitaire des produits de la pêche à l'échelle nationale. Le motif majeur des refoulements de ces produits est la présence des anisakidés. Les données de refoulements doivent être évaluées en termes d'impact économique. En 2010 et 2011, sur un total de plus de 1 million de tonnes de produits de la pêche débarqués dans 7 ports marocains, la quantité refoulée représentait 82,8 tonnes soit une proportion de 0,008% (Bouchriti *et al.*, 2015). Le profil parasitaire des poissons à l'échelle nationale est beaucoup plus monospécifique que plurispécifique puisque la fréquence d'associations de parasites est faible. Presque le tiers des poissons examinés ont été infestés de parasites sur le littoral atlantique (32%) et méditerranéen (31%). Le phénomène du parasitisme est un phénomène réel et émergent pour certaines espèces de poissons comme la dorade rose. De même, de nouveaux types de parasites comme les protozoaires responsables de la formation de xénomes commencent à émerger chez certaines espèces de poissons. La gestion du risque des parasites des produits de la pêche demeure tributaire d'une étude épidémiologique collaborative de grande envergure en amont et en aval de la

chaîne, associant toutes les parties prenantes concernées. Dans un premier temps, une analyse des données historiques disponibles est nécessaire. C'est une problématique qui interpelle la gouvernance de la sécurité sanitaire des produits de la pêche au Maroc.

### References:

1. Bainour K. (2018). Evaluation du risque des parasites dans la filière des produits de la pêche. Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. 147 pp.
2. Baird F.J., Gasser R.B., Jabbar A. & Lopata A.L. (2014). Foodborne anisakiasis and allergy. *Molecular and Cellular Probes*: 28(4): 167-174. doi.org/10.1016/j.mcp.2014.02.003.
3. Bouchriti N., Triqui R., Lamane H., Hamouda A. et Karib H. (2015). Parasitisme dans la filière des produits de la pêche au Maroc: Eléments d'évaluation et de gestion de risque. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 3(1) :12-18.
4. Bush A.O., Lotz J., Lafferty K. & Shostak A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms. *J. Parasitol.* 83(4): 575-583.
5. Département de la Pêche Maritime (DPM) (2018). La mer en chiffres. (<http://www.mpm.gov.ma>, consulté le 22/10/2019). Rabat, Maroc.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).(2018). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Atteindre les objectifs de développement durable des pêches et de l'aquaculture. (pp 9-10).
7. Lamane H. (2013). Contribution à l'analyse du risque « parasite » dans les produits de la pêche du littoral atlantique du Maroc. Thèse pour l'obtention du doctorat vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. 218 pp.

# **Effet du greffage horticole et de l'inoculation mycorhizienne sur la croissance du baobab (*Adansonia digitata* L.) en Moyenne et Haute Casamance (Sénégal)**

***Tamsir Mbaye,***

(Chargé de Recherches, PhD, Phytogéographie)  
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/Sénégal

***Fatou Gning,***

(Doctorant en Geoscience and Natural Resource Management)  
Université de Copenhague

***Dioumacor Fall,***

(Chargé de Recherches, PhD, Microbiologie/physiologie des plantes)  
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/Sénégal

***Ababacar Ndiaye,***

(Doctorant en Agroforesterie et Productions Végétales)  
Université Assane Seck de Ziguinchor/Sénégal

***Daouda Ngom,***

(Professeur, PhD, écologie)  
Université Cheikh Anta DIOP de Dakar/Sénégal

***Mahani Cisse,***

(Master, Agroforesterie),  
World vision Sénégal

***Saliou Ndiaye,***

(Professeur, PhD, Agronomie)  
Université Thiès/ENSA/Sénégal

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p507 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p507](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p507)

---

## **Résumé**

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet du greffage et de l'inoculation mycorhizienne sur la croissance du baobab dans les régions de Kolda et de Sédhiou. Pour ce faire, un dispositif expérimental en bloc aléatoire complet constitué de quatre traitements sur des plants de baobab (greffé inoculé, greffé non inoculé, non greffé inoculé et non greffé non inoculé) a été mis en place dans huit (8) sites. Le greffage a été effectué avec la méthode de fente terminale et l'inoculation avec un mélange de souches de champignons mycorrhiziens arbusculaires (*Glomus aggregatum*, *G.*

*intraradices et G. Fasciculatum*) en pépinière. Deux ans après plantation, les traitements ont montré que les plus gros diamètres et le plus grand nombre de rameaux sont obtenus avec les plants greffés (inoculés et non inoculés) alors que les hauteurs les plus élevées avec ceux non inoculés (non greffés et greffés). Le nombre de feuilles le plus important est observé sur les plants non greffés non inoculés. Par ailleurs, des différences significatives entre les sites ont aussi été constatées. Tel est le cas pour les taux de croissance selon lesquels pour la plupart des sites les plants non greffés inoculés donnent les meilleurs résultats en hauteur et en diamètre. L'inoculation n'a pas eu d'effet significatif. Les résultats de cette étude contribueront à une meilleure maîtrise des techniques de raccourcissement du cycle de production du baobab, par conséquent, au développement de politiques de rajeunissement des parcs à baobab au Sénégal pour mieux répondre à la demande du marché national et international de plus en plus croissant.

---

**Mots Clés:** *Adansonia digitata* L., Greffage, Inoculation, Baobab, Kolda, Sédhiou

# **Effect of Horticultural Grafting and Mycorrhizal Inoculation on the Growth of Baobab (*Adansonia Digital L.*) in Upper and Middle Casamance, Senegal**

***Tamsir Mbaye,***

(Chargé de Recherches, PhD, Phytogéographie)  
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/Sénégal

***Fatou Gning,***

(Doctorant en Geoscience and Natural Resource Management)  
Université de Copenhague

***Dioumacor Fall,***

(Chargé de Recherches, PhD, Microbiologie/physiologie des plantes)  
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/Sénégal

***Ababacar Ndiaye,***

(Doctorant en Agroforesterie et Productions Végétales)  
Université Assane Seck de Ziguinchor/Sénégal

***Daouda Ngom,***

(Professeur, PhD, écologie)  
Université Cheikh Anta DIOP de Dakar/Sénégal

***Mahani Cisse,***

(Master, Agroforesterie),  
World vision Sénégal

***Saliou Ndiaye,***

(Professeur, PhD, Agronomie)  
Université Thiès/ENSA/Sénégal

---

## **Abstract**

The aim of this work is to study the effect of grafting and mycorrhizal inoculation on recovery, survival and success rates and on certain baobab growth variables in the Kolda and Sedhiou regions. To do this, a complete randomized experimental block consisting of four treatments on baobab plants (grafted inoculated, grafted uninoculated, ungrafted inoculated and ungrafted uninoculated grafted) was placed in eight (8) sites. Grafting was performed using the terminal slit method and inoculation with a mixture of archaeal mycorrhizal fungi strains (*Glomus aggregatum*, *G. intraradices* and *G.*



Fasciculatum) in the nursery. Two years after planting, the largest diameters and the largest number of branches are obtained with the grafted plants (inoculated and uninoculated) whereas the highest heights with those not inoculated (ungrafted and grafted). On the other hand, the number of leaves did not give any significant difference. Moreover, there are significant differences between the sites related inter alia to their mode of management. This is the case of the growth rates, which ungrafted inoculated plants have the more important diameter and height in most of the sites. There is no significant effect's inoculation. The results of this study will contribute to a better control of the techniques of shortening the cycle of production of baobab by horticultural grafting and, consequently, to the development of rejuvenation policies of baobab parks in Senegal to better meet the demand of the national market and more and more international.

---

**Keywords:** *Adansonia digitata* L., Grafting, Baobab, Biofertilization, Food security, Senegal

## Introduction

Les arbres jouent un rôle important grâce aux multiples biens et services qu'ils rendent aux populations, surtout rurales. En effet, ils leur fournissent des produits à usages multiples pour leur sécurité alimentaire et des revenus pour améliorer leurs conditions de vie.

Au Sénégal, les peuplements forestiers jouent un rôle alimentaire de premier ordre (Loubelot (2012), Sène (2001), Giffard(1974). En dehors des parcs à *Faidherbia albida* (Del) A. Chev. (Fabacées) , *Cordyla pinnata* (Lepr. ex A.Rich.) Milne-Redh.(Fabacées), ceux de *Adansonia digitata* L. (baobab) sont les plus importants du Sénégal. En effet, le baobab est l'une des espèces caractéristiques du paysage agricole en zone sahélienne.

Pour son importance, l'homme l'a toujours conservé dans les champs de cultures (Cissé et Gning, 2013, Ndour et Gaye, 1995 ). Dans les régions de Kolda et de Sédhiou, toutes les parties du baobab sont utilisées quotidiennement par les communautés locales dans leur alimentation (Cissé et Gning, 2013).

Malgré cette importance, le vieillissement des parcs à baobab est prégnant (Ndiaye, 2013). Cette situation est liée, entre autres, à une faiblesse de la régénération naturelle, à la pression démographique, aux feux de brousse. En plus de cela, le baobab occupe une place marginale dans les campagnes de reboisement des pays du Sahel à cause de considérations culturelles (Cissé et Gning, 2013; Ces/Agf, 2000; Cisse, 1995).

Aussi, ces facteurs sont accentués par certaines pratiques agricoles, pastorales, médicinales (pharmacopée) et à l'artisanat qui mettent de plus en plus en danger la survie et la régénération des parcs à baobabs. En effet, la

filière du baobab dans les régions de Kolda et de Sédhiou reste menacée à cause de l'émondage (46%) qui affectent respectivement la production fruitière du baobab et l'écorçage (76%) qui entraîne la mortalité de plusieurs sujets (Cissé et Gning, 2013).

Ainsi, pour renouveler les parcs et répondre à la forte demande, la recherche forestière est interpellée. Dans ce cadre, un programme de recherche en milieu paysan a été déroulé de 2013 à 2016 dans les régions de Kolda et de Sédhiou au Sud du Sénégal. Il a consisté à l'utilisation du greffage et de l'inoculation mycorhizienne pour réduire substantiellement le cycle de production des fruits du baobab.

Contrairement aux espèces des grandes cultures dont la domestication et l'amélioration remontent à 3000 ans av. JC, celles forestières peuvent toujours être considérées comme sauvages malgré les améliorations depuis les années 1950. Ainsi, après la sélection suivant un certain nombre de critères, il reste à multiplier l'individu sélectionné à suffisance. Pour ce faire, seules les techniques de multiplication végétatives permettent une transmission fidèle des caractères désirés aux générations futures (Sbay H. et Lamhamedi M.S., 2015). Il s'agit de reproduire des copies semblables dont le génome est identique à la plante-mère. Toutefois, un tel processus nécessite l'utilisation de porte greffes jeunes et un personnel qualifié (Sbay H. et Lamhamedi M.S., 2015).

Par ailleurs, l'utilisation des phosphates naturels ou la mycorhization contrôlée peut améliorer la production des ligneux (Bajwa et al., 1988 ; Bâ et al., 2000). La mycorhization contrôlée est un ensemble de techniques qui consiste à isoler, cultiver, sélectionner, multiplier, incorporer et suivre le champignon dans le sol afin de produire des plants « biologiquement améliorés » par optimisation de la symbiose (Garbaye, 1991). Si ces techniques ont commencé à être transférées dans les régions tempérées ou dans certaines régions tropicales, elles ont fait l'objet de très peu d'études en Afrique de l'Ouest.

L'objectif de cet article est d'évaluer l'effet simultané du greffage et de l'inoculation mycorhizienne sur des paramètres de croissance (HTP<sup>1</sup>, NR<sup>2</sup>, DC<sup>3</sup> et NF<sup>4</sup>) du baobab en milieu paysan.

---

<sup>1</sup>Hauteur tige principale

<sup>2</sup>Nombre de rameaux

<sup>3</sup>Diamètre au collet

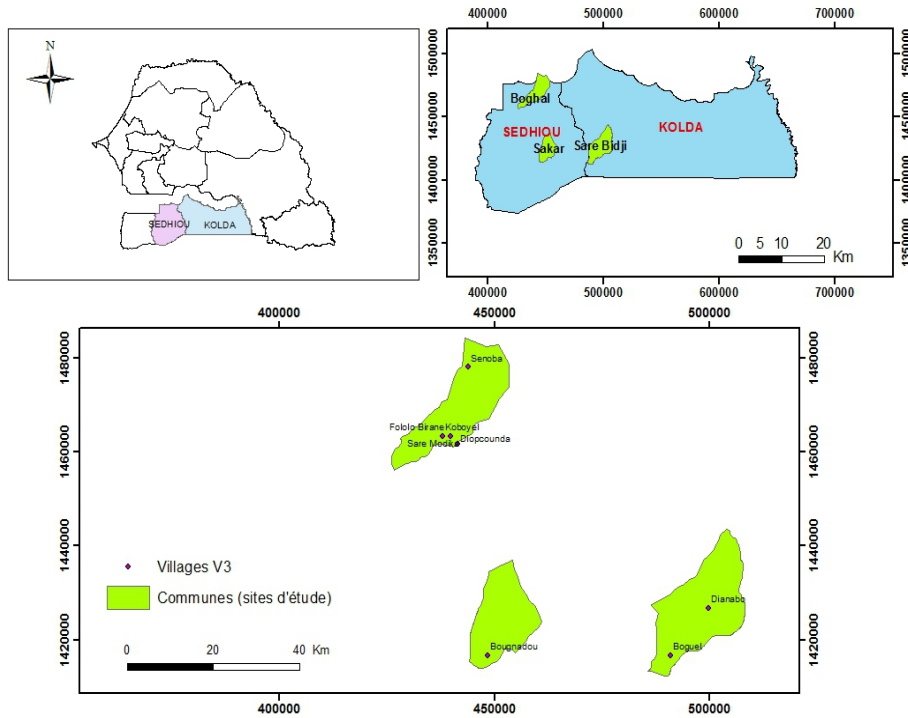
<sup>4</sup>Nombre de feuilles

## **Materiel et methodes**

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

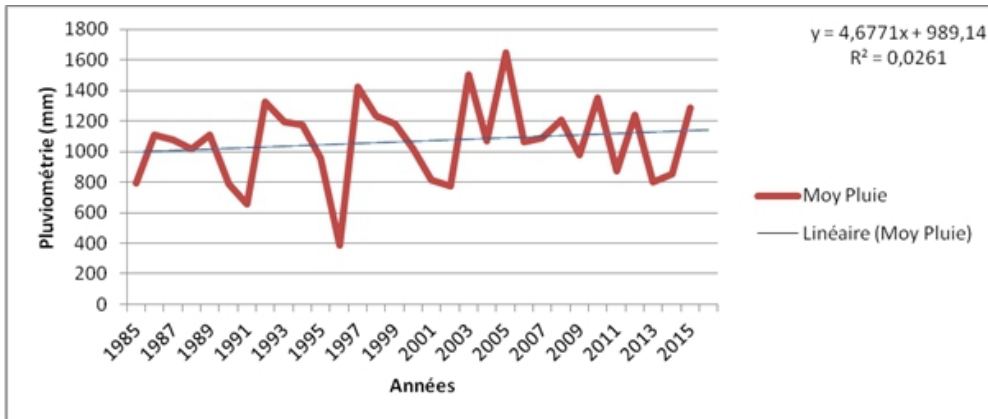
### **Présentation de la zone d'étude**

L'étude a été réalisée dans sept sites dont deux de la commune de Saré Bidji (Dianabo et Boguel) dans la région de Kolda (Figure 1), un de la commune de Sakar (Bougnadou), trois de la commune de Bogal (Sénoba, Diop Counda et Fololo Birane) et un de la commune de Ndiamalathiel (Koboyel) dans la région de Sédhiou (Figure 1). Le climat de la zone d'étude est caractérisé par l'alternance d'une saison sèche de novembre à mai et d'une saison pluvieuse de mai à octobre. Les moyennes pluviométriques annuelles varient entre 800 et 1600 mm de 1985 à 2015 (Figure 2), avec de nombreuses amplitudes d'une année à l'autre. Les régions de Kolda et de Sédhiou disposent d'un énorme potentiel en termes d'espèces ligneuses et fourragères dont les essences varient en fonction de la zone. A Sédhiou, on rencontre la savane arborée, la palmeraie, la rôneraie ainsi que la mangrove localisée dans les bolongs et le long du cours d'eau Soungroungrou. A Kolda, en plus d'un important tapis de graminées, on trouve des espèces arbustives telles que *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC.(Fabacées), *Oxytenantheraabyssinica*(A. Rich.) Munro (poacées), etc. La présence de grands arbres sont notés dans cette zone notamment *Adansonia digitata* L. (Baobab) de la famille des Bombacacées, selon la classification classique, ou des Malvacées, selon la classification phylogénétique, *Daniellia oliveri* (Rolfe) Huch. Et Dalz. (Césalpiniacées), *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. Ex G.Don (Mimosacées), *Pterocarpus erinaceus*Poir. (Fabacées), *Cordyla pinnata* (Lepr. Ex A. Rich.) Milne-Readhead (Fabacées), *Sterculia setigera* Del. (Sterculiacées selon la classification classique, ou des Malvacées selon la classification phylogénétique), etc.



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

Cette zone est marquée par un relief de plateaux incisés par des vallées et les sols sont ferrugineux tropicaux, hydromorphes et limono-argilo-sableux.



**Figure 2:** Pluviométrie de 1985-2015 : Kolda (Source de données : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie, Sénégal)

### Production de porte-greffes

Les porte-greffes ont été produits dans la pépinière du Centre National de Recherches Forestières (CNRF) de l'Institut Sénégalais de Recherches

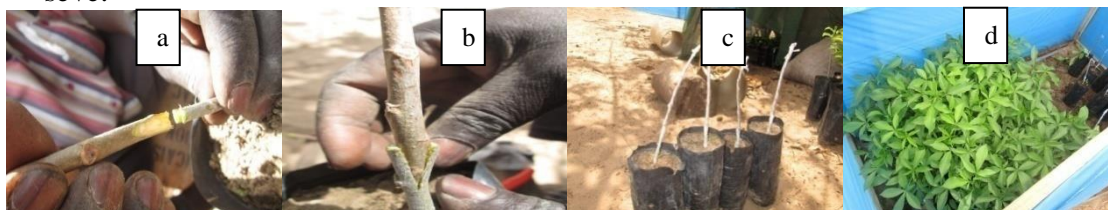
Agricoles (ISRA) à Dakar. D'abord, le rempotage de gaines avec un substrat de croissance constitué d'un mélange de terreau (2/3) et de sable (1/3) été effectué. Aussi, les graines, provenant des sept sites de transplantation dans les régions de Kolda et de Sédhiou, ont été prétraitées avec de l'acide sulfurique concentré (96%) pendant 1 heure, puis trempées dans de l'eau froide durant 20 minutes. Ceci est dû pour lever leur inhibition tégumentaire, liée aux enveloppes séminales. Ensuite, après avoir mesuré l'inoculum, des poquets ont été creusés à l'intérieur de chaque gaine afin de mettre le mélange d'inoculum constitué de souches de champignons endomycorhiziens (*Glomus aggregatum*, *G. intraradices* et *G. fasciculatum*) à raison de 20 g par gaine contenant 100 spores. Ces souches ont été fournies par le Laboratoire Commun de Microbiologie IRD/ISRA/UCAD de Dakar-Sénégal (Certifié ISO 9001, version 2000). Enfin, après cette phase, le semis des graines a été effectué suivis de l'arrosage des gaines (qui sont de nature polyéthylène).

La fréquence d'arrosage a été tous les deux jours, pendant leur phase de développement jusqu'à la fin de l'expérimentation (9 mois).

### Greffage horticole

Les greffons ont été prélevés sur des arbres « plus » qui ont été choisis par les populations des différents sites d'étude au mois de mai 2014. Ils ont été conservés dans des sacs en sisal mouillés pendant leur transport puis mis dans des réfrigérateurs pour au maximum 72 heures le temps de finir les opérations de greffage afin d'éviter leur déshydratation.

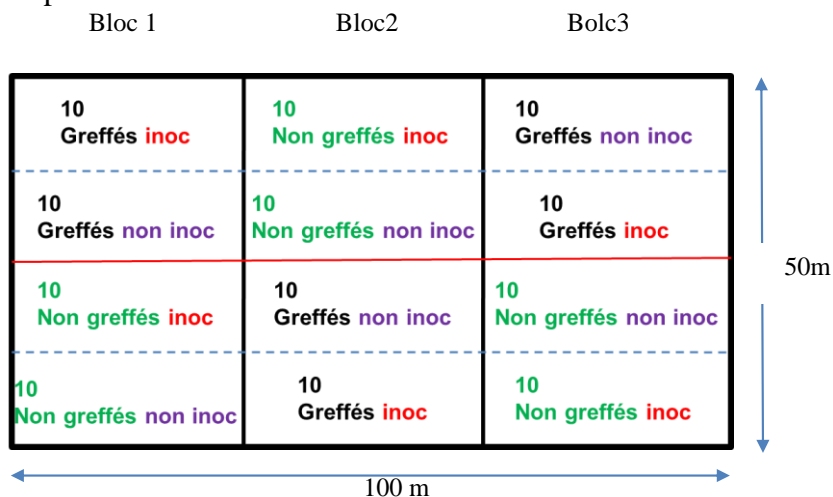
Le greffage a été réalisé 9 mois après semis du porte-greffe par la méthode de la fente terminale. Le porte-greffe a été coupé à 15 cm du collet, puis fendu diamétralement à l'aide d'un greffoir sur une profondeur de 3-4 cm. Le greffon a subi une taille en biseau double à la base sur une hauteur de 3-4 cm (figure 3a) puis a ensuite été introduit dans la fente du porte-greffe (figure 3b). La jonction entre porte-greffe et greffon a été ligaturée à l'aide d'un ruban en cellophane (photo 3c). Après le greffage, les plants ont été mis dans des mini serres (figure 3d) durant 4 semaines afin de les protéger du vent et de leur permettre de conserver la chaleur pour faciliter la remontée de la sève.



**Figure 3 :** Introduction du greffon dans le porte-greffe (a, b) ligature greffe (c) acclimatation (d)

### Plantation

Elle s’est déroulée dans les sept sites d’étude, pendant la saison des pluies (fin août 2014) sur des parcelles clôturées d’un demi- hectare, suivant un dispositif expérimental de Fisher ou bloc aléatoire complet de deux facteurs (greffage et inoculation), trois blocs (répétitions) et quatre traitements par bloc (greffé inoculé (GI), greffé non inoculé (GNI), non greffé inoculé (NGI), non greffé non inoculé(NGNI)) (figure 4). Ainsi, pour chaque bloc ou répétition, il y a 40 plants de baobab répartis comme suit : 20 plants non greffés (10 inoculés et 10 non inoculés) et 20 plants greffés (10 inoculés et 10 non inoculés). Au total pour les 3 répétitions, il y a 120 plants (avec 60 plants greffés et 60 plants non greffés) pour chaque site. L’écartement entre les lignes et entre les plants est de 7 m et une bordure d’un mètre a été laissée entre la clôture et les plants.



**Figure 4 :** Dispositif expérimental

La plantation a été effectuée (Figure 5b) après la délimitation des différents blocs de chaque site (Figure 5a).



**Figure 5 :** Délimitation des blocs (a) et plantation (b)

Après la plantation, la hauteur, le diamètre au collet, le nombre de rameaux et de feuilles ont été mesurés. Ces variables ont été suivies de nouveau après deux ans de plantation. La hauteur totale sur-pieds a été mesurée grâce à une règle graduée en mesurant de la base jusqu'au sommet du bourgeon terminal (Figure 6a). Le diamètre a été déterminé à la base, à l'aide d'un pied à coulisse (Figure 8c). Les nombres de feuilles et de rameaux ont été comptés manuellement (Figure 6b).



(a) (b) (c)  
**Figure 6:** Mesure de la hauteur (a), décompte de feuilles (b) et mesure du diamètre (c)

### Traitements de données

Les analyses ont été effectuées avec les logiciels Minitab 17 et R (version 3.2.0, 2015). Concernant les variables mesurées de croissance en l'occurrence la hauteur (HTP), le nombre de rameaux (NR), le diamètre au collet (DC) et le nombre de feuilles (NF), la normalité des données obtenues deux ans après plantation a été d'abord vérifiée. Le test paramétrique anova modèle linéaire a été appliqué sur les données normales après transformation (NR et DC) ou non (HTP). Par contre, les données et NF ne respectant pas la normalité même après transformation, le test non paramétrique anova médiane test a été utilisé. Les groupes homogènes ont été déterminés par le test de la plus petite différence de Fisher (LSD).

Egalement, pour chaque site, les taux de croissance en hauteur et en diamètre ont été calculés deux ans après plantation suivant la formule :  $T = [(St - S0) / S0] \times 100$ , où S0 est la taille initiale et St la taille finale. Une analyse de variance (modèle mixte: Bloc, facteur aléatoire et Greffage, Inoculation, facteurs fixes) a été effectuée sur les données. Le test de structuration de moyenne de Tukey a été utilisé pour séparer les moyennes dans le cas d'un effet significatif d'un facteur ou de l'interaction entre deux facteurs.

### Resultats

#### Effet des traitements (greffage et inoculation avec ou sans) des plants sur les variables de croissance (HTP, DC, NF et NR).

Le Tableau 1 montre que les traitements et les sites ont chacun un effet significatif (p-value <0.05) sur toutes les variables de croissance.



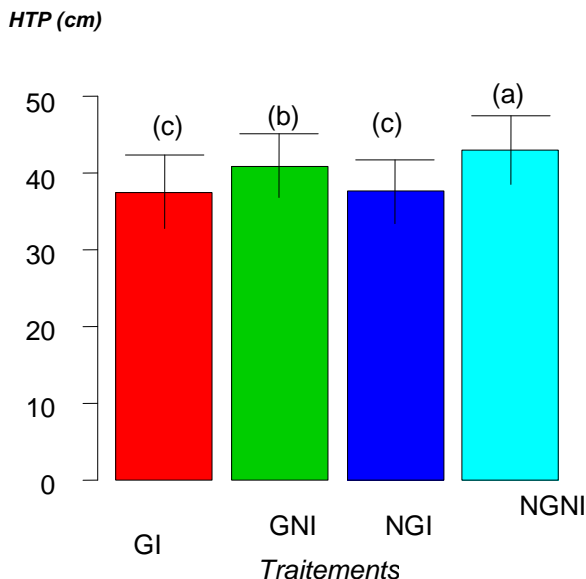
**Tableau 1:** résultats des différences de la HTP, DC et du NR par le model linéaire et celle du NF par le test de comparaison des médianes (médiane test), des plants de baobab par les sites et les traitements. P-value montre les différences significatives.

Variabes	HTP	NR	NF	DC
P-value	p-value	p-value	p-value	p-value
SITES	0.0005997 ***	0.0037373 **	0.01726705*	0.002299**
Traitements	6.077e-07 ***	0.0001096 ***	0.01702267*	1.495e-06***

\*\*\* : différence très significative ;  
 \*\* : différence moyennement significative ;  
 \* : différence significative

✓ **Sur la hauteur**

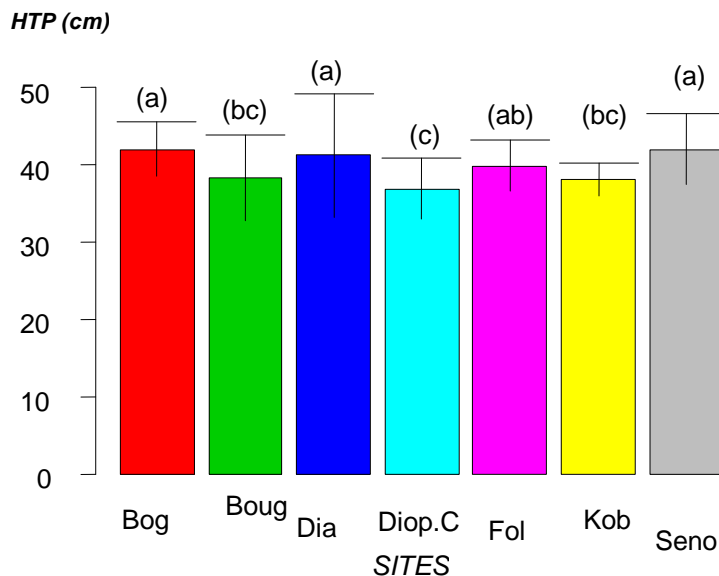
L’analyse de la figure 7 ressort que la hauteur totale est plus élevée chez les plants non inoculés (non greffé (a) et greffé (b)) que chez les plants inoculés (c). L’inoculation n’influe pas positivement sur la croissance en hauteur aussi bien pour les plants greffés que pour ceux non greffés.



**Figure 7:** effet des traitements sur la croissance en hauteur

Les sites de Boguel, Dianabo et Sénoba présentent les hauteurs les plus élevées (a) suivis de Folo Birane (ab), ensuite Bougnadou et Koboyel (bc) et enfin Diop Counda (c) (figure 8).

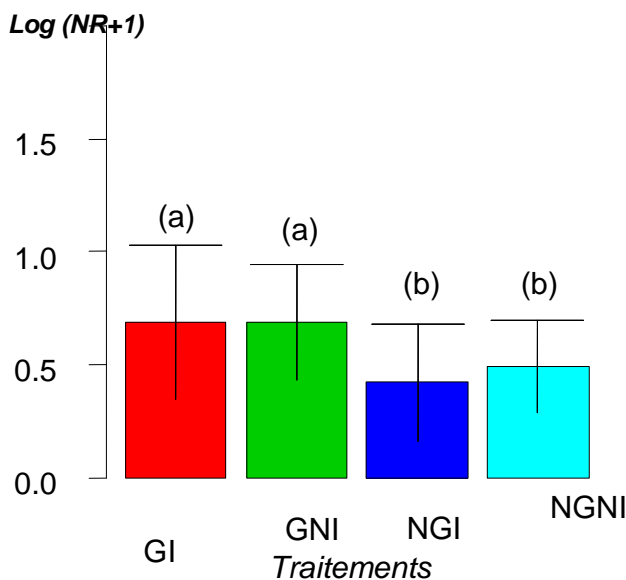




**Figure 8:** effet des sites sur la croissance en hauteur

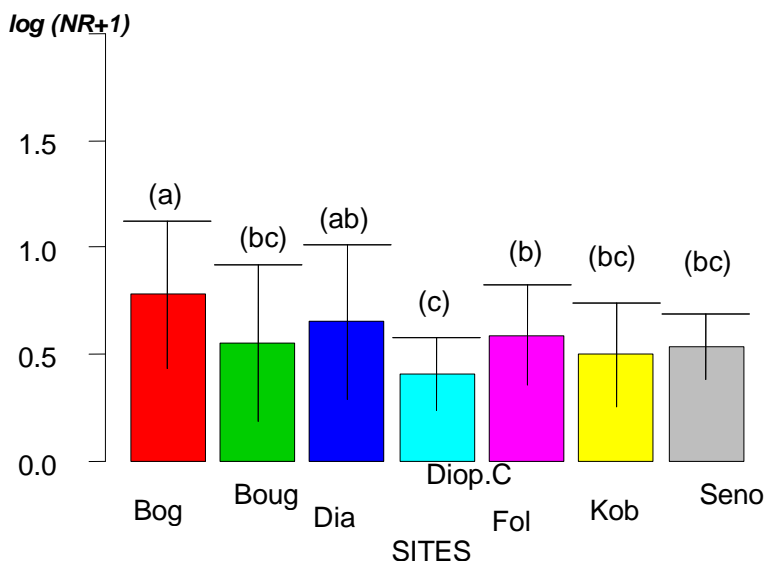
✓ **Sur le nombre de rameaux**

Selon la figure 9, les plants greffés(a) ont des nombres de rameaux plus importants que ceux non greffés (b).



**Figure 9 :** effet des traitements sur le nombre de rameaux

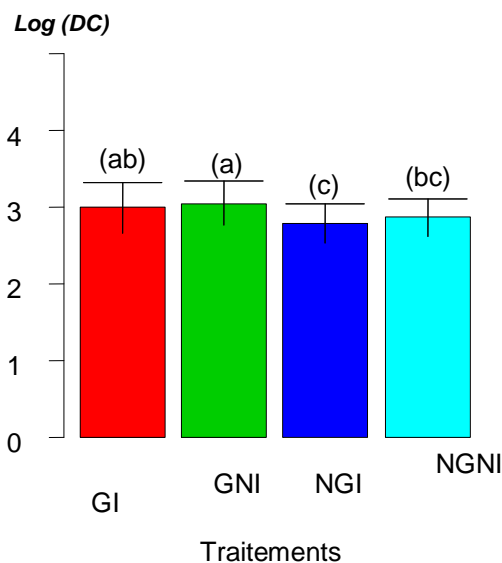
La figure 10 indique que le plus grand nombre de rameaux est obtenu à Boguel (a) et Folo Birane (b), suivis de Dianabo (b) ensuite Bougnadou, Koboyel et Sénoba (bc) et enfin Diop Counda (c).



**Figure 10 :** effet des sites sur le nombre de rameaux

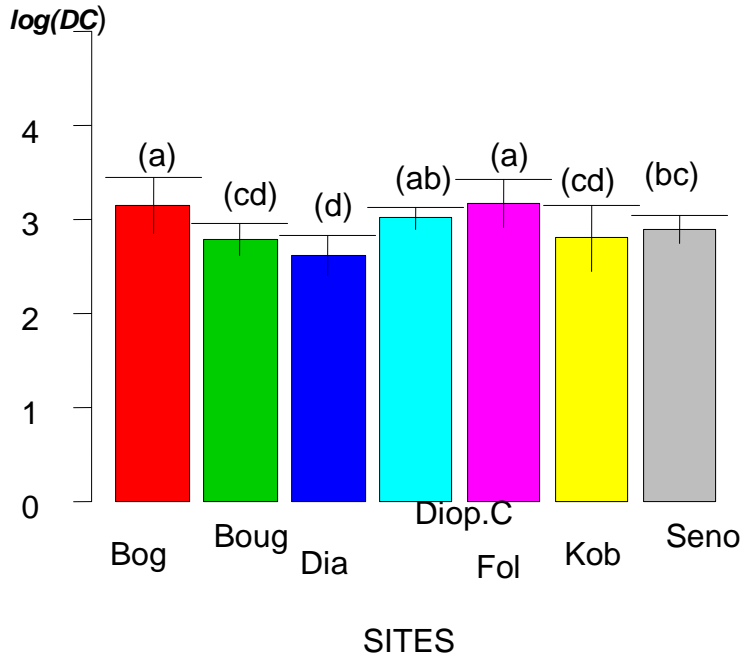
✓ **Sur le diamètre au collet**

La figure 11 indique que les plants greffés (a et ab) présentent des diamètres au collet plus gros que ceux non greffés (bc et c).



**Figure 11:** Effet des traitements sur le diamètre au collet

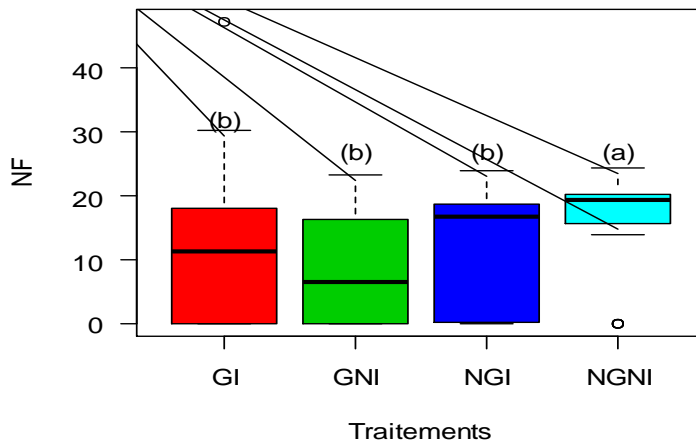
Boguel et Folol Birane (a) ont les plus gros diamètre au collet, suivis de Diop Counda (ab) ensuite Sénoba (bc), Bougnadou, Koboyel (dc) et enfin Dianabo (d).



**Figure 12:** Effet des sites sur le diamètre au collet

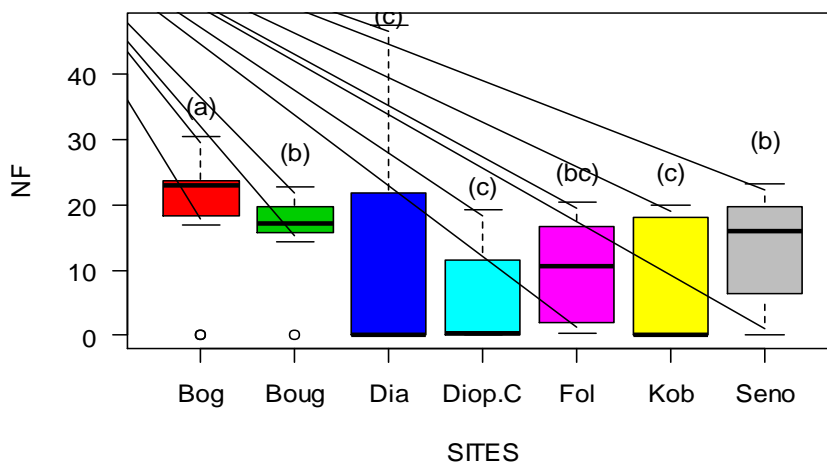
✓ **Sur le nombre de feuilles**

L'analyse de la figure 13 montre que les non greffés non inoculés (a) donnent le plus grand nombre de feuilles que les autres traitements (b).



**Figure 13:** Effet des traitements sur le nombre de feuilles

Selon les sites, le plus grand nombre de feuilles est observé à Boguel (a), suivi de Bougndou et Sénoba (b), ensuite Folo Birane (bc) et enfin Dianabo, Diop Counda et Koboyel (c) (Figure 14).



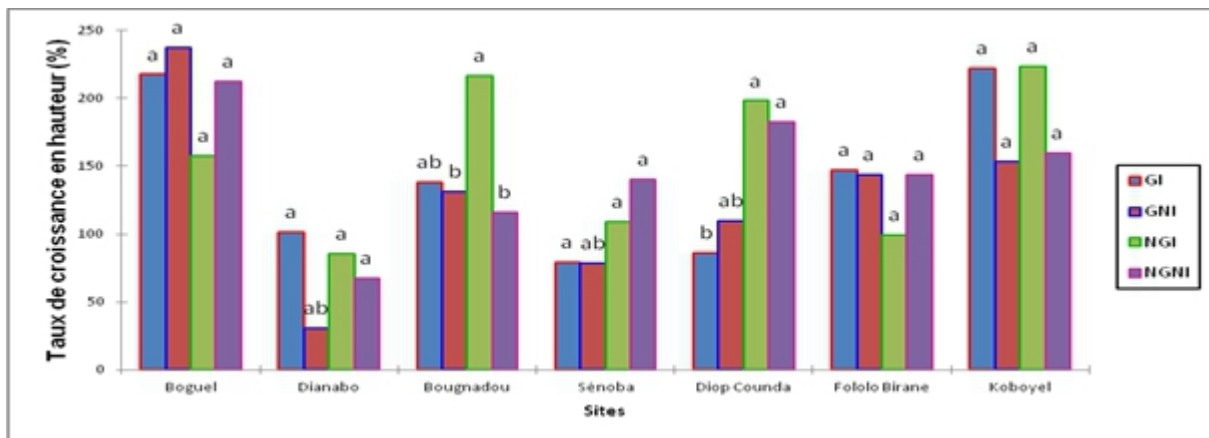
**Figure 14:** effet des sites sur le nombre de feuilles

**Effet des traitements (greffage et inoculation avec ou sans) sur les taux de croissance en hauteur et en diamètre**

✓ **Sur la hauteur**

L'analyse de la figure 15 montre pour les traitements un effet significatif dans certains sites (Dianabo, Bougnadou, Sénoba et Diop Counda) et un effet non significatif dans d'autres sites (Boguel Fololo Birane et à Koboyel). Les taux de croissance les plus importants (>150%) ont été obtenus à Boguel et Koboyel et les plus faibles (< 50%) à Dianabo pour tout traitement.

Dans les sites à différence significative entre les traitements, seul le traitement non greffé inoculé (NGI) se retrouve toujours dans le groupe « a », celui des valeurs les plus grandes du taux de croissance.



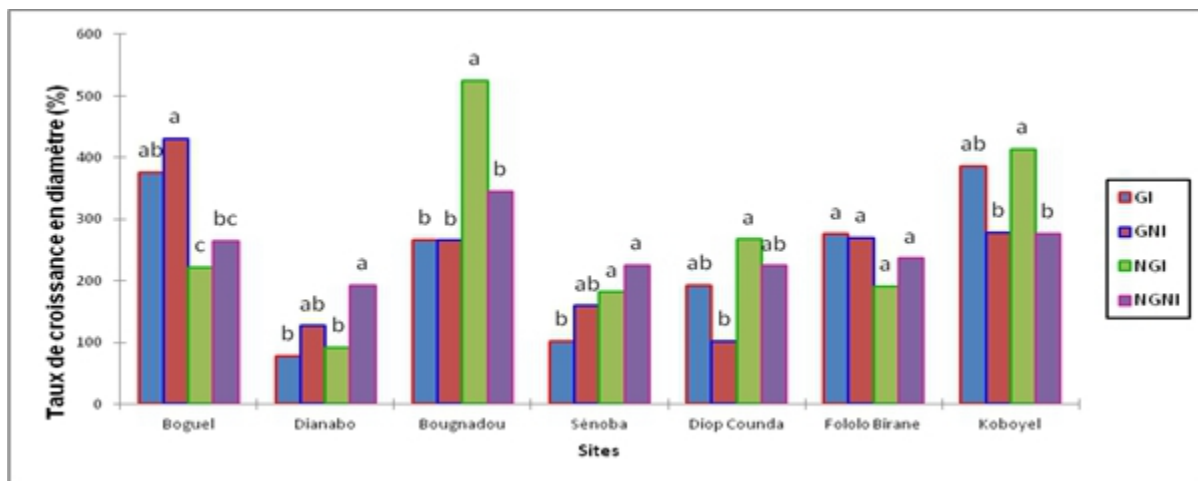
Pour chaque site, les valeurs moyennes suivies d’une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Tukey

**Figure 15 :** Variation du taux de croissance en hauteur en fonction du greffage et de l’inoculation par site

✓ **Sur le diamètre**

La figure montre un effet significatif des traitements dans tous les sites sauf à Fololo Birane où il y a un seul groupe « a ». Les taux de croissance en diamètre sont élevés à Boguel, Bougnadou, Koboyel et à Fololo Birane (> 250%), moyennement élevés à Diop Counda, à Sénoba et à Dianabo.

Dans tous les sites, le traitement non greffé inoculé (NGI) se retrouve le plus (5 sur 7) dans le groupe « a », celui des valeurs les plus grandes du taux de croissance en diamètre, que les autres traitements.



Pour chaque site, les valeurs moyennes suivies d’une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Tukey

**Figure 16:** Variation du taux de croissance en diamètre en fonction du greffage et de l’inoculation par site

## Discussion

Pour ces plants jeunes de même âge obtenus par semis direct, deux ans après leur plantation, les mesures ont montré des différences significatives entre les traitements (greffage et inoculation ou sans) concernant les variables HTP, NR, DC et NF. Ainsi, nos résultats indiquent que les plants greffés présentent les diamètres les plus gros comparés aux plants non greffés. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le greffage modifierait le fonctionnement physiologique des plants. En effet, en état jeune, l'absence des gourmands à la base entrainerait l'accumulation d'éléments nutritifs permettant une bonne croissance radiale de la plante (Ambang *et al.*, 2009). Concernant la hauteur de la tige, nos résultats montrent que les plants non inoculés ont la hauteur la plus importante. Ce qui montre un effet négatif de l'inoculation sur la croissance en hauteur des plants. De même, Plenchette (1991) avait montré un effet dépressif sur la croissance de *Acacia africana* de l'inoculation. Et, son hypothèse explicative était qu'une partie des photosynthétats de la plante était alors détournée à son détriment par le champignon au contact des racines. Par ailleurs, entre les plants non inoculés ceux non greffés sont plus hauts que ceux greffés. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces plants non greffés soient issus de semis direct et n'ont pas pu développer beaucoup de ramifications après plantation. Aussi, ces plants n'avaient pas subi de coupe contrairement aux plants greffés. Ces résultats confirment les travaux de Bidima (2006) sur le manguier qui montre que le greffage permet d'avoir des arbres courts et accessibles. En effet, les arbres issus de semis direct croissent en hauteur, contrairement aux arbres greffés qui présentent un port ramassé intéressant pour les commodités de récolte. Ce qui justifie d'ailleurs les résultats montrant le plus grand nombre de rameaux chez les plants greffés contrairement aux non greffés.

Les taux de croissance calculés à partir de la plantation jusqu'à deux ans ont montré que les plants non greffés inoculés se retrouvent dans le groupe (a) des plants qui croissent plus rapidement en diamètre et en hauteur que les autres plants dans la plupart des sites. Cela prouve de l'effet positif de l'inoculation sur la croissance des plants non greffés. Bâ *et al.*, (1996) ont montré que l'inoculation n'était bénéfique que si les souches utilisées sont plus compétitives que celles existantes dans le sol. Par ailleurs, l'effet négatif de l'inoculation trouvé ci-haut sur la croissance en hauteur pourrait être dû pendant la phase de pépinière. Aussi, deux ans après plantation, les plants inoculés n'ont pas pu rattraper en hauteur ceux non inoculés malgré leur plus important un taux de croissance après la plantation.

Par ailleurs, dans le cas où l'effet de l'inoculation soit négatif, il pourrait s'expliquer par les caractéristiques physicochimiques du sol. En effet, le sol pourrait contenir un taux élevé en éléments nutritifs comme le phosphore et l'azote qui inhibent la symbiose. Cet effet peut être dû aussi à une faible

dépendance mycorhizienne de la plante. L'effet négatif de l'inoculation endomycorhizienne dans certains sites peut être dû aussi à une prédominance de la mycorhization naturelle.

Les résultats obtenus mettent en évidence également une différence de croissance des plants entre les sites d'étude comme l'indique le tableau 1. Cette différence est plus remarquable à Boguel qui a les hauteurs, les diamètres, les nombres de rameaux et de feuilles plus importants (groupe a). Cet effet, s'expliquerait par le mode de gestion appliqué aux plants dans les différents sites. En effet, dans les sites comme Boguel, où des cultures (arachide, niébé, piment et melon) ont été associées aux plants de baobab, un bon développement des plants a été noté. Ce constat est en phase avec les activités de gestion sylvicole notées au Mali et qui ont donné des résultats probants (CNR/ISRA, 2013). Par contre, le site de Diop Counda a les plus faibles hauteurs, nombres de rameaux et de feuilles et celui de Bougnadou les plus faibles diamètres. Egalement, les plus faibles taux de croissance en hauteur et en diamètre sont observés à Dianabo. Dans ces sites, les parcelles n'ont pas été cultivées, ni désherbées. Par ailleurs, les faibles diamètres trouvés à Bougnadou pourraient être dû au manque de gestion des gourmands comme l'ont montré les travaux de Niang et *al.*, (2010) sur l'influence négative des gourmands sur le greffage.

## **Conclusion**

Ce travail a permis d'évaluer l'effet du greffage et de l'inoculation sur la croissance des plants de baobab en milieu paysan. L'étude a montré que les gros diamètres et le plus grand nombre de rameaux sont observés sur des plants greffés. Le plus grand nombre de feuilles est obtenu avec les plants non inoculés et non greffés. Pour ce qui est de la hauteur, elle est plus favorable aux plants non inoculés. Par contre, l'inoculation mycorhizienne n'a pas eu un effet positif sur la plupart des variables étudiées dans les différents sites. De même, une différence de comportement des plants entre les différents sites d'étude, liée à leur gestion, a été notée suivant les formes d'organisation des communautés (individuelle ou collective).

Ces résultats sont très importants dans une perspective de rajeunissement des parcs à baobab au Sénégal devenus trop vieux et faiblement productifs malgré une demande du marché de plus en plus croissante.

## **Remerciements**

Nous remercions le Fonds national de Recherches agricoles et agro-alimentaires (FNRAA) et le Programme de Productivité agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) pour avoir financé les travaux.

## References:

1. Ambang Z., Amougou A., Ndongo B., Nantia J., Chewachong g.m., 2009. Résistance à la mosaïque virale de *Manihot glaziovii* par greffage sur *M. esculenta* TROPICULTURA, 27, 1, 8-14 pp.
2. Bâ A.M., Plenchette C., Danthu P., Duponnois R., Guissou T. Functional compatibility of arbuscular mycorrhizae with thirteen tropical fruit trees in Senegal, Agroforest. Syst. 95 (2000) 95–105.
3. Bâ A. M., Dalphe Y. & Guissou T. 1996. Les Glomales d'*Acacia holosericea* et d'*Acacia mangium*. Bois et Forêts des Tropiques, 250 : 5-18.
4. Bajwa G.S., Sandhu H.S., Bal J.S. Effect of pruning severity on growth and bearing of ber, Indian J. Hortic. 22 (1988) 203–206.
5. Bationo B.A., Compaore et Niang A., 2003. Les parcs à baobabs dans le Plateau Central du Burkina Faso : structure et contraintes socioculturelles à la régénération in Leçons tirées des expériences de lutte contre la désertification au Sahel : Actes des travaux de l'Atelier sous – régional d'échange et de réflexion organisé par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), 12-16 juillet 2004, Saly Portudal, Sénégal ; 72-79pp.
6. Bationo B.A., Lamien N., Demers N., Kandji S., 2009. Culture du baobab *Adansonia digitata* L. (Bombacaceae) en planche maraîchère : une méthode pour simplifier sa récolte et favoriser sa propagation au Sahel. 1-8pp.
7. Bidima I. M., 2006. Le greffage des arbres fruitiers: Agrumes, Manguiers, Avocatiers, Fiche technique 1-13pp
8. Bâ A. M., Guissou T., Duponnois R., Plenchette C, Sacko O., Sidibé, 2002. Mycorrhization contrôlée et fertilisation phosphatée : applications à la domestication du jujubier. J. Fruits.
9. CES/AGF, 2000. Evaluation du taux de survie des plantations dans le plateau central du Burkina Faso, UCP/CES/AGF, Yako, 38 p.
10. Cissé M. et Gning F., 2013. Les parcs agroforestiers à *Adansonia digitata* L. (Baobab) en Haute et Moyenne Casamance : opportunités et contraintes. Mémoire de licence, Université Assane SECK de Ziguinchor, 40pp.
11. Cissé M. I., 1995. – Les parcs agroforestiers au Mali: état des connaissances et perspectives pour leur amélioration. ICRAF/AFRENA, Bamako, 53 p
12. Cissé M., 2015. Analyse des perceptions locales et des déterminants socio-économiques de l'adoption de technologies agroforestières : Cas des planches maraîchères et du greffage horticole d'*Adansonia digitata* L. (Baobab), Mémoire Master Université Assane SECK de Ziguinchor, 41pp.



13. CNRF/ISRA, 2013. Rapport annuel projet FNRAA/BAOBAB, Institut sénégalais de Recherches agricoles (ISRA), Centre national de recherches forestières (CNRF), 20 pp, Sénégal.
14. Collière P., 2002. La forêt de Baobab (*Adansonia digitata* L.) de Nguekhokh (Sénégal) : analyse des causes de la dégradation de la forêt et recherche de solutions In chaîne et Baobab, Rapport d'étude de la mission humanitaire réalisée au CIAF de Nguekhokh du 27 juin au 21 août 2002 par Pierre Collière, 34pp
15. Danthu P., Soloviev P., 2000. Propagation par greffage de trois espèces forestières fruitières des zones tropicales sèches : *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*, Le Flamboyant 53 (2000) 22–24pp.
16. D., Sylla K. et Windou B., 2012. Mycorhization contrôlée et fertilisation phosphatée Applications à la domestication du jujubier, arbre fruitier forestier sahélien, In La grande muraille verte: capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux, p. 251-262
17. Djaha J.B.A., N'da adopo, A. A., Koffi E.K., Koffi C., Ballo C.K. et Coulibaly M., 2012. Croissance et aptitude au greffage de deux génotypes d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) élites utilisés comme porte-greffe en Côte d'Ivoire, Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(4): 1453-1466, August 2012.
18. Garbaye J., 1991. Utilisation des mycorhizes en sylviculture, in : Lavoisier (Éd.), Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées, Paris, France, pp. 197–248.
19. Giffard P. L., 1974. L'arbre dans le paysage sénégalais-sylviculture en zone tropicale sèche, Tom 1. Centre technique forestier tropical, Sénégal, Dakar, 271pp.
20. LOUBELO E., 2012. Impact des produits forestiers non ligneux (pfnl) sur l'économie des ménages et la sécurité alimentaire : cas de la république du Congo.
21. Ndiaye A., 2013. Caractérisation biophysique des parcs à *Adansonia digitata* L. (Baobab) en Moyenne et Haute Casamance : dynamique, production fruitière et anthropisation, département agroforesterie, université Assane Seck de Ziguinchor Sénégal, 58 p.
22. Niang D., Gassama Y. K., Ndiaye A., Sagna M. Ndiaye S. A. S., et Toure M. A., 2010. In vitro micrografting of *Sterculiasetigera* Del. African Journal of Biotechnology Vol. 9(50), pp. 8613-8618, 13 December, 2010, Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> ISSN 1684–5315 ©2010 Academic Journals.

23. Plenchette C., 1991. Utilisation des mycorhizes en agriculture et horticulture, in : Lavoisier (Éd.), Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées, Paris, France, 131–179.
24. Plenchette C., Fortin J.A., Furlan V., 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility, I : mycorrhizal dependency under field conditions, *Plant Soil* 70 (1983) 199–209.  
DOI : 10.1007/BF02374781PRDI., 2013. Plan Régional de Développement intégré de Sédhiou de « 2013-2018 » 108p.
25. Samba N. A. S., Gaye A., Fall S.T., Diouf M., Diallo I., 2003. Le baobab : nouvelle plante maraichère du sahel. Fiche technique, ISRA, CORAF /WECARD, FNRAA, 6p.
26. Sbay H. Et Lamhamedi M.S., 2015. Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières: techniques de valorisation et de conservation des espèces à usages multiples face aux changements climatiques en Afrique du Nord.
27. Sène A., 2001. Rapport sur l'Exploitation et Valorisation des produits forestiers non ligneux dans la région de Kolda : Caractérisation des acteurs de base. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), en collaboration avec le Bureau d'Analyses Macro-économiques (BAME), sous la coordination de l'UICN. 30 p.
28. Smith S.E., Read D.J., 1997. Mycorrhizal symbiosis, Academic Press, second edition, Oxford, UK.
29. Toure M.A., 2009., Caractérisation de la gommose et conservation des ressources génétiques de *Sterculia Setigera* Del. Thèse de Doctorat de 3ème cycle de biologie végétale ,113pp.
30. Toure, M.A., Diatta M., Mallou G., 2015. *Anacardium occidentale* L. multiplication par greffage horticole, document interne ISRA, 3p.

## **Disseminated Herpes Zoster in the Immunocompetent, A Case at Zinder National Hospital**

***Mahamadou Doutchi,***

***Garba Abdoul-aziz,***

***Kassoumou Kadidia.,***

Health Sciences Faculty of Zinder University,  
Zinder National Hospital, Niger

***Moustapha M. Lamine,***

Cheikh Anta Diop University of Dakar, Senegal

***Harouna M. Laouali,***

Health Sciences Faculty of Maradi University, Niger

***Alkassoum Ibrahim,***

***Eric Adehossi,***

***Salissou Danmata,***

Health Sciences Faculty of Abdou Moumouni University, Niamey, Niger

Doi:10.19044/esj.2019.v15n36p528 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p528](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n36p528)

---

### **Abstract**

**Introduction:** Herpes zoster, shingles, is a secondary pathology due to a reactivation of the varicella-zoster virus (VZV) and common in the general population. It is responsible for a painful skin rash localized in the area of the body innervated by a nerve root. The rash can be widespread affecting several dermatomes especially in the immunocompromised subject.

**Observation:** We report an observation of disseminated shingles in an immunocompetent adult hospitalized in the Internal Medicine Department of Zinder National Hospital. AT 55 years old, was admitted for management of a very painful skin rash. Pruriginous vesicles extended diffusely out of the metameric topography to all the enveloping membranes of the body including vulvo-vaginal and oral enanthem. Biologically, blood count (CBC), blood glucose, and renal function were normal. Human immunodeficiency virus (HIV) status was negative. The clinical course was uneventful characterized by apyrexia at 48 hours and drying of the lesions. Medical care was based on symptomatic treatment. **Conclusion:** Shingles is a common viral disease, but potentially serious in some situations. The disseminated form is exceptional in

the immunocompetent subject. Its detection and early treatment ensure a reduction in the severity of the complications.

---

**Keywords:** Disseminated Herpes Zoster, Immunocompetent, Widow

## **Introduction**

Herpes zoster, shingles, is the clinical expression of reactivation of the varicella zoster virus (VZV). It is a DNA virus belonging to the herpesviridae family and of strictly inter-human transmission (1). Its incidence varies with age, from 3/1000 before the age of 30 to 8/1000 after age 60 (2–4). VZV infections are generally benign, but severe and disseminated forms are possible in immunocompromised individuals as well as in immunocompetent adults (1). The risk of disseminated shingles in subjects with malignant disease is 100 times higher than in healthy subjects (5). The clinical picture is that of a diffuse rash or even true chickenpox, much more often resurgences of previous infections than primary infections (6). Few authors have described disseminated shingles in the immunocompetent (2). We report a disseminated case of herpes zoster in an immunocompetent adult hospitalized at the Internal Medicine Department of Zinder National Hospital.

## **Patient and method**

AT 55 years old, gravida 9, para 9, widowed 5 years previously, no significant pathological antecedents, especially childhood eruptive diseases and congenital or acquired immunodepression. The patient was admitted to internal medicine for management of a very painful skin rash in a context of intense physical asthenia, weight was 60kg, height 1.62m or a BMI of 22kg/m<sup>2</sup>. The anamnesis revealed that symptoms began seven (7) days earlier with a tingling followed by the appearance of erythema accompanied by pain in the thoracolumbar hemi-belt region. Four (4) days later a vesicular exanthem appeared first in clusters then in confluent polycyclic blisters. These pruriginous vesicles extended diffusely out of the metameric topography (Fig 1 and 2) to all the enveloping membranes of the body including vulvo-vaginal and oral enanthem. The diagnosis of generalized shingles was made on the basis of the singular nature of the lesions. Clinical examination elsewhere, specifically lymphatic and neurological, was without particularity.

Biologically, blood count (CBC), blood glucose, and renal function were normal. Human immunodeficiency virus (HIV) serology was negative. Medical care was based on symptomatic treatment with analgesics (paracetamol 1 gram 3 times a day and tramadol 100mg three times a day), antihistamines (hydroxyzine 25 mg per day), antiseptics (aqueous Eosin 2% two daily applications) and antiviral treatment based on oral acyclovir (10 mg per kg every 8 hours). The clinical course was favourable; characterized by

apyrexia after 48 hours and the drying of lesions with crust formation within seven days.

### Images



**Figure 1:** Band of disseminated rash on the abdomen and back.



**Figure 2:** Vesicular rash on the forehead and scalp

### Discussion

The VZV seroprevalence in the general population is extremely high, around 98% in adults (1). Incidence increases from 3/1000 before 30 years to more than 8/1000 after 30 years (2). The occurrence of chicken pox before one year of age is a predisposition to the onset of shingles before the age of 60 (7). Risk factors that may trigger or aggravate shingles are: age, immunodeficiency, diabetes, stress (8). Our patient was 55 years old. In the Gargouri series, out of 115 patients followed for shingles from 2005 to 2015 at the Sfax infectious diseases department in Tunisia, the mean age was  $56 \pm 17$  years (9). Beyond her age, the only other risk factor cited in the literature found in our patient was stress. In fact, our patient had lost her husband and had a hard time providing for her family. Stress, especially in the 6 months preceding shingles, may have a role in promoting the reactivation of VZV by altering the cellular immunity of subjects (10). Our patient's immunosuppression assessment was not exhaustive due to the technical limitations of our laboratory. It included a blood count, liver and kidney biology report, HIV serology, neoplastic and diabetic status, and an assessment of nutritional status. Complementary measures, plasma protein electrophoresis, and specific immunoglobulin assays were not performed.

Clinically after a silent 14-day incubation, the invasion phase is short (24 hours), characterized by a febrile prodromal syndrome with discomfort (1). The usual clinical presentation begins with an abnormal skin sensation, then pain of varying intensity (respecting a dermatome) preceding a rash of 1 to 5 days. The erythematous-maculopapular rash is followed by the formation of vesicles evolving towards ulceration then the formation of crusts. The dermatome area may be exceeded in 20% of cases. Observations of simultaneous involvement of several dermatomes have been reported but never in immunocompetent individuals (8). This reflects the singularity of our observation. Indeed, in our patient we observed a diffuse alveolar vesicular rash outside the metameric topography (Fig 1 and 2) to all the enveloping membranes of the body including vulvo-vaginal and oral enanthem. A true "varicella -zoster" (Fig. 1, 2).

Therapeutically, the recommended regimens for the immunocompetent subject are: oral valacyclovir, 3 doses of 1 g / day for 7 days; oral famciclovir, 3 doses of 500 to 750 mg / day for 7 days (11,12); with 3 doses of 500 mg/day advised. There is no benefit in extending the duration of treatment beyond 7 days. The addition of a corticosteroid does not increase the effectiveness of the antiviral drug (13). Studies have shown that these antivirals, compared to placebo, can shorten the duration of the acute episode, limit the appearance of new lesions, accelerate recovery and reduce acute pain. (14). In addition, a meta-analysis showed that acyclovir was significantly superior to placebo in reducing the duration of zoster pain (15). Tricyclic antidepressants are of major interest in the treatment of post-herpetic neuralgia. Of these, amitriptyline has been the most studied; taken orally, at a dosage ranging from 10 to 150 mg / day, it has a proven efficacy after 3 to 6 weeks (16). Our patient was treated with acyclovir and the clinical course was favourable characterized by apyrexia at 48 hours and dryness of the lesions with formation of crusts within 7 days.

The introduction of the VZV vaccine and especially the recommendation of a second injection to prolong the induced immunity should help reduce the incidence of shingles in the population (17,18). Immunization efficiency is estimated at 85% according to the special issue of the *Journal of Infectious Disease* (19) which completes the 2007 article of the *New England Journal of Medicine* (17) presenting the results of the first ten years of this vaccine in the USA. The VZV vaccine is not yet in the Expanded Program on Immunization in Niger and would be a good alternative to prevent shingles in the country.

## Conclusion

Shingles is a common viral disease, but potentially serious in some situations. The disseminated form is exceptional in the immunocompetent

subject. Its detection and early treatment ensures a reduction in the severity of the complications.

### References:

1. Freer G, Pistello M. Varicella-zoster virus infection: natural history, clinical manifestations, immunity and current and future vaccination strategies. *New Microbiol.* 2018;41(2):95–105.
2. Tran CT, Ducancelle A, Masson C, Lunel-Fabiani F. Herpes zoster: risk and prevention during immunomodulating therapy. *Joint Bone Spine.* 2017;84(1):21–27.
3. Pappas DA, Hooper MM, Kremer JM, Reed G, Shan Y, Wenkert D, et al. Herpes zoster reactivation in patients with rheumatoid arthritis: analysis of disease characteristics and disease-modifying antirheumatic drugs. *Arthritis Care Res.* 2015;67(12):1671–1678.
4. Yun H, Yang S, Chen L, Xie F, Winthrop KL, Baddley J, et al. herpes Zoster Infection Risk in Auto-immune and Inflammatory Diseases: Implications for Vaccination.: 820. *Arthritis Rheumatol.* 2014;66:S360–S361.
5. Banerjee A. Zona de l'enfant. *Arch Pédiatrie.* févr 1998;5(2):199 203.
6. Nedellec G, Bauduceau O, Amadou S, Foissaud V, Souleau B, Galoo E, et al. Syndrome douloureux abdominal précédant un zona généralisé chez un immunodéprimé. *Médecine Mal Infect.* 1 juill 2003;33(7):353 5.
7. Guess HA, Broughton DD, Melton LJ, Kurland LT. Epidemiology of herpes zoster in children and adolescents: a population-based study. *Pediatrics.* 1985;76(4):512–517.
8. Mathis S, Gil R, Neau JP. Le zona et ses complications neurologiques. *Rev Neurol (Paris).* 2006;162(8 9):879–887.
9. Gargouri M, Koubaa M, smaoui F, Mejdoub Y, Hakim D, Tlijani A, et al. VIRO-04 - Le zona : quand le virus de varicelle refait surface. *Médecine Mal Infect.* 1 juin 2016;46(4, Supplement 1):129.
10. Schmader KE, Dworkin RH. Natural history and treatment of herpes zoster. *J Pain.* 2008;9(1):3–9.
11. Degreef H. Famciclovir Herpes Zoster Clinical Study Group: Famciclovir, a new oral antiherpes drug: Results of the first controlled clinical study demonstrating its efficacy and safety in the treatment of uncomplicated herpes zoster in immunocompetent patients. *Int J Antimicrob Agents.* 1994;4:241–246.
12. Boon RJ, Griffin DR. Efficacy of famciclovir in the treatment of herpes zoster Reduction of pain associated with zoster. *Neurology.* 1995;45(12 Suppl 8):S76–S77.

13. Beutner KR, Friedman DJ, Forszpaniak C, Andersen PL, Wood MJ. Valaciclovir compared with acyclovir for improved therapy for herpes zoster in immunocompetent adults. *Antimicrob Agents Chemother.* 1995;39(7):1546–1553.
14. Huff JC, Bean B, Balfour JH, Laskin OL, Connor JD, Corey L, et al. Therapy of herpes zoster with oral acyclovir. *Am J Med.* 1988;85(2A):84–89.
15. Wood MJ, Kay R, Dworkin RH, Soong S-J, Whitley RJ. Oral acyclovir therapy accelerates pain resolution in patients with herpes zoster: a meta-analysis of placebo-controlled trials. *Clin Infect Dis.* 1996;22(2):341–347.
16. Zhang M, et al. A meta-analysis of therapeutic efficacy and safety of gabapentin in the treatment of postherpetic neuralgia from randomized controlled trials. *Biomed Res Int.* 2018;2018:7474207.
17. Gagliardi, A. M., Andriolo, B. N., Torloni, M. R., Soares, B. G., de Oliveira Gomes, J., Andriolo, R. B., & Canteiro Cruz, E. (2019). Vaccines for preventing herpes zoster in older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* doi:10.1002/14651858.cd008858.pub4
18. Guris D, Jumaan AO, Mascola L, Watson BM, Zhang JX, Chaves SS, et al. Changing varicella epidemiology in active surveillance sites—United States, 1995–2005. *J Infect Dis.* 2008;197(Supplement\_2):S71–S75.
19. CDC Varicella Vaccine Recommendations. <https://www.cdc.gov/vaccines/vpd/varicella/hcp/recommendations.html>. Accessed 28 Aug 2019.